The 9th National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2013
The 9th National Conference on Computing and Information Technology

9th-10th May 2013

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

www.nccit.net

Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทความวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9

9-10 พฤษภาคม 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Faculty of Information Technology

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

www.it.kmutnb.ac.th

The 9th National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2013
The 9th National Conference on Computing and Information Technology

9th-10th May 2013

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

www.nccit.net

Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทความวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9

9-10 พฤษภาคม 2556
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Faculty of Information Technology

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

www.it.kmutnb.ac.th

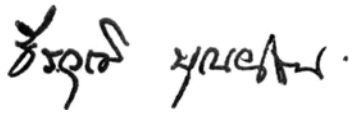
Table of Contents

Message from KMUTNB President ……..…..... ii
Message from General Chair ……..... iv
Conference Organizers ……..……..... viii
Conference Organization Committee…….. ix
Technical Program Committee…..……..... x
Technical Program Contents..... xi
Keynote Speakers ……..... xxviii
Regular Papers…….…..... 1
Author Index ……..... 1020

สารจากอธิการบดี

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การพัฒนาคุณภาพของประชากรในชาติได้กลายเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อพัฒนาการของประเทศในปัจจุบันนี้ ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี สภาพเศรษฐกิจระหว่างประเทศที่มีการแข่งขันสูง สภาพปัญหาสังคมวัฒนธรรม และปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก การพัฒนาทางด้านกำลังคนของประเทศที่เข้มแข็งทั้งทางร่างกายจิตใจและสติปัญญา เพื่อพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหาและความเปลี่ยนแปลงอย่างมีวิจารณญาณ ไม่ว่าจะในสังคมเมืองไปจนถึงสังคมระดับรากหญ้า จะเป็นหลักประกันความมั่นคงโดยรวมของประเทศในระยะยาว ในการนี้เทคโนโลยีสารสนเทศนับว่าเป็นกลไกสำคัญประการหนึ่ง ในการสนับสนุนให้มีการจัดการทางด้านการศึกษาที่ดีและมีคุณภาพไปสู่ความเป็นสากล ดังจะเห็นได้จากทุกประเทศที่เจริญแล้ว ต่างมีการลงทุนทรัพยากรเพื่อการวางโครงสร้างและปัจจัยพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการศึกษาของประชาชนในชาติพร้อมพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในการจัดการศึกษาทุกระดับ จุดมุ่งหมายสำคัญก็เพื่อยกระดับคุณภาพของประชากรในชาติให้ก้าวไกล ทั่วถึง และเท่าเทียมกันนั่นเอง

ขอขอบคุณหน่วยงาน คณะกรรมการจัดงาน และคณะบุคคลที่มีส่วนสนับสนุนในการจัดการประชุมทางวิชาการครั้งนี้ ขออวยพรให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้ประสบความสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ทุกประการ

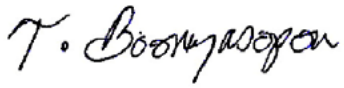


(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ)
อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Message from KMUTNB President

Nowadays, it is generally accepted that the development of a nation stems from technical advancements and this has become the main key factor which dictates the development of any country. Many issues can affect development such as international economics, highly competitive markets, social and cultural differences, and global environmental problems. Thus, strengthening a country's capability to gain knowledge both physically and mentally provides the ability to deal with any critical issues, not only in an urban society but also surrounding countryside societies too. To ensure the overall stability of a country in the long term, technology is considered one of the most important mechanisms to support the management of educational quality and to provide the ability to continually improve it. This can be seen from many civilized countries that have invested resources and fundamental infrastructures for the deployment of Information Technology to their education system. The development of innovative teaching and learning that focuses on bringing Information Technology to the forefront of education benefits the population as a whole. The main goal is to improve the quality of life and progress evenly and equally to a better future.

I would like to say a special thank you to everybody involved in this conference, from partners to stakeholders, without you this would not be possible. And I hope this conference provides a good opportunity for all your voices to be heard.



(Professor Dr.Teravuti Boonyasopon)
President, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

สารจากประธานจัดงาน

หนังสือเล่มนี้เป็นเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัย จากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9 (NCCIT2013) ซึ่งจัดขึ้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.) กรุงเทพมหานคร เมื่อวันพฤหัสบดีที่ 9 และศุกร์ที่ 10 พฤษภาคม 2556 เป็นการจัดร่วมกันกับ International Conference on Computing and Information Technology ($IC^2IT2013$) เป็นการจัดร่วมกันของมหาวิทยาลัยเครือข่ายทั้ง ในประเทศและต่างประเทศ

ในปีนี้ NCCIT2013 ที่ได้รับบทความวิจัยจำนวนมากถึง 265 ฉบับ โดยเป็นผลงานจาก 40 สถาบันทั่วประเทศ บทความทั้งหมดได้ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาจำนวน 3 ท่าน และบทความที่ได้รับการตอบรับให้นำเสนอแบบปากเปล่าในที่ประชุม ได้รับการตอบรับจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่าน สำหรับปีนี้ผลงานวิจัยที่ได้รับการตอบรับมีจำนวน 161 ผลงานที่นำเสนอปากเปล่าและบรรจุในเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัยงานประชุมวิชาการ NCCIT2013 โดยผลงานวิจัยที่มีคุณภาพดีเยี่ยมจำนวนหนึ่งจะถูกคัดเลือกเพื่อพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ (ISSN 1685-8573) ซึ่งเป็นวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูล Thailand Journal Citation Index (TCI) ในปี 2554 มีค่า Impact Factor เท่ากับ 0.025 ได้รับการประเมินจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ให้อยู่ในระดับ 3 (ระดับดี)

คณะกรรมการจัดงานประชุม NCCIT2013 ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ส่งบทความวิจัยเพื่อพิจารณา ทั้งผู้ที่ได้รับการตอบรับและผู้ที่ไม่ได้รับการตอบรับในการนำเสนอบทความวิจัย ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาบทความที่เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อพิจารณาบทความอย่างเข้มข้นได้มาตรฐาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพในการลงพิมพ์ในเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัย และการนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ NCCIT 2013

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ธีรวุฒิ บุณยโสภณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการสนับสนุนการประชุมวิชาการ NCCIT มาอย่างต่อเนื่องโดยตลอดนับเป็นเวลา 9 ปี ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับ อาจารย์กาญจนา วิริยะพันธ์ อาจารย์จีระศักดิ์ นำประดิษฐ์ และนายอมรศักดิ์ อมรธนานันท์ ซึ่งเป็นผู้พัฒนาและดูแลเว็บไซต์ของงานประชุม ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรปัฐช์ บุญครอง นางสาววัชรีวรรณ จิตต์สกุล และนางสาวฐิตินันท์ งามสงวน ทีมงานวิจัย ที่ได้ประสานงานกันนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดรวบรวม ทำเล่มรายงานผลงานวิจัยสำหรับงานประชุมให้สำเร็จในเวลาที่เหมาะสม

หวังว่า NCCIT จะได้ให้โอกาสที่ดีสำหรับนักวิจัย นักวิชาการ และนักศึกษา ได้นำเสนอผลงานเพื่อนำผลงานไปขอจบการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาโท เป็นเวทีในการพัฒนาตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาเอก ในการพัฒนาวิชาการไปสู่ ผลงานที่สามารถนำไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่เข้มแข็งยิ่ง ๆ ขึ้นไป เป็นเวทีสำหรับอาจารย์ได้นำเสนอผลงานวิจัยเพื่อนำไปขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการของอาจารย์ หวังว่า NCCIT จะ

เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการแลกเปลี่ยนความรู้ ในด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และจะสร้างแรงบันดาลใจให้นักวิจัยเพื่อสร้างความคิดใหม่และการค้นพบเทคโนโลยีใหม่ ๆ และพบพันธมิตร เพื่อสร้างเครือข่ายการวิจัยสำหรับการทำงานร่วมกันในอนาคตต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. พยุง มีสัจ)
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประธานจัดงานประชุมวิชาการ NCCIT2013

Message from General Chair

This volume contains the papers of the 9th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2013) held at King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand, on May 9th-10th, 2013. Traditionally, it is organized in conjunction with the International Conference on Computing and Information Technology ($IC^2IT2013$), which is supported by many universities both in Thailand and overseas.

This year, the program committee of NCCIT2013 received 265 submissions from authors of over 40 institutions. Each submission was reviewed by at least 2, mostly 3 members of the program committee to avoid contradictory results. On these judgments, the committee decided to accept 161 papers for oral presentation and inclusion in the conference proceedings of NCCIT2013. The papers from NCCIT2013 with excellent quality will be selected for consideration and hopefully published in the Information Technology Journal (ISSN 1685-8573), which is included in a database of academic journals in Thailand Journal Citation Index (TCI). The Information Technology Journal of 2012 had an Impact Factor at 0.025, which has been estimated from the Thailand Research Fund (TRF) to equal level 3 (high level) of quality.

We would like to thank all authors for their submissions and the members of the program committee for their great work and valuable time. A lot of technical and organizational work has been done by the staff of the Information Technology Faculty at KMUTNB. A very special and warm thank you is given to our web masters: Ms. Kanchana Viriyapant, Mr. Jeerasak Numpradit, and Mr. Armornsak Armornthananun. Moreover, without the meticulous work of Asst. Prof. Dr. Sirapat Boonkrong, Ms. Watchareewan Jitsakul and Ms. Thitinan Ngamsanguan the proceedings could not have been completed in a timely manner and correct format.

A special thanks is given to Professor Dr. Teeravuti Boonyasopon, KMUTNB President, for his support of NCCIT from the first year onward, and for providing us with the necessary resources from KMUTNB.

NCCIT provides an excellent opportunity for researchers, scholars, and students to present their work. It also provides an opportunity for graduate students to present their work and fulfill the requirements before graduation. NCCIT is a forum for doctoral students to improve themselves toward their goals by presenting and strengthening their research works before publishing in an academic journal. Moreover, university lecturers can also present their research work in order to promote their academic titles of professorships. Hopefully, NCCIT2013 again provides great opportunities for academic staff, students, and researchers to present their work.

NCCIT strives to be a platform in which exchange of knowledge in the field of computers and information technology is forefront, aiming to inspire researchers with new ideas and possible future collaboration.

(Associate Professor Dr. Phayung Meesad)
Dean, Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
NCCIT2013 General Chair

Conference Organizers

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

FernUniversität in Hagen, Germany

Chemnitz University, Germany

Oklahoma State University, USA

Edith Cowan University, Australia

Monash University, Australia

Hanoi National University of Education, Vietnam

Mahasarakham University, Thailand

Ubon Ratchathani University, Thailand

Kanchanaburi Rajabhat University, Thailand

Nakhon Pathom Rajabhat University, Thailand

Mahasarakham Rajabhat University, Thailand

Rajamangala University of Technology Lanna, Thailand

Rajamangala University of Technology Krungthep , Thailand

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Conference Organization Committee

General Chair :	Assoc. Prof. Dr. Phayung Meesad, KMUTNB
Technical Program and Secretary :	Asst. Prof. Dr. Sirapat Boonkrong, KMUTNB
Conference Treasurer :	Dr. Nattavee Utakrit, KMUTNB

Technical Program Committee

Adisak Sangsongfa, MCRU
Alisa Kongthon, NECTEC
Anirach Mingkhuan, KMUTNB
Atchara Mahaweerawat, UBU
Banatus Soiraya, NPRU
Burin Rujjanapan, Nation
Chaiyapon Thongchaisuratkul, KMUTNB
Chaiyod Pirak, KMUTNB
Chatchawin Namman, UBU
Choochart Haruechaiyasa, NECTEC
Dech Thammasiri, NPRU
Itarun Pitimon, RMUTT
Jamornkul Laokietkul, CHANDRA
Jaran Sanrach, KMUTNB
Jeerasak Numpradit, KMUTNB
Jirapan Srisompan, KMUTNB
Kanchana Viriyapant, KMUTNB
Kairung Hengpraprohm, NPRU
Kantpong Woraratpanya, KMITL
Kiattisak Yochanang, KMUTNB
Kittipong Suwannaraj, PSRU
Kittiwan Intaraha, RMUTT
Kriengsak Treeprapin, UBU
Maleerat Sodanil, KMUNB
Montean Rattanasiriwongwut, KMUNB
Nadh Ditcharoen, UBU
Nalinpat Porrawatpreyakorn, KMUNB
Nawaporn Wisitpongpun, KMUNB
Nongluk Promthong, RMUTT
Noppasak Tantisattayanon, RMUTR
Nucharee Premchaiswadi, DPU
Nuttachot Promrit, SU
Nuttavee Uttakrit, KMUTNB
Padej Phomsakha-Na-Sakonnakorn, RMU
Pairoj Likitthanasate, TOT
Panana Tangwannawit, PCRU
Panomkhawn Riyamongkol, NU
Paranya Ammaruekarat, NPRU
Parinya Sa-Nguansat, PIM
Passakorn Prathombutr, NECTEC
Patharawut Saengsiri, TISTR
Phayung Meesad, KMUTNB
Pilapan Phonarin, RMUTK
Pongpisit Wuttidittachotti, KMUTNB
Prachyanun Nilsook, KMUTNB
Prasong Praneetpolgrang, SPU
Pudsadee Boonrawd, KMUTNB
Punnee Sittidech, NU
Sageemas Nawichian, KMUTNB
Sakchai Tangwannawit, KMUTNB
Saowalak Arampongsa, SU
Sirapat Boonkrong, KMUTNB
Sithiporn Kerdsumang, KMUTNB
Somchai Prakancharoen, KMUTNB
Somkid Saelee, KMUTNB
Sompong Valuvanathorn, UBU
Somsak Akatimagool, KMUTNB
Soradech Krootjohn, KMUTNB
Suksaeng Kukanok, RMU
Sumitra Nuanmesri, SSRU
Sunantha Sodsee, KMUTNB
Supoj Hengpraprohm, NPRU
Supot Nitsuwat, KMUTNB
Surapan Yimman, KMUTNB
Sureeporn Nualnim, RMUTK
Tharat Arreerard, RMU
Thawatchai Sarawong, RMUTK
Thippaya Chintakovid, KMUTNB
Thirapon Wongsaardsakul, BU
Tong Srikacha, TOT
Tossaporn Joochim, UBU
Udom Jeenpradub, KMUTNB
Uraiwan Inyaem, RMUTT
Vasin Chooprayoon, RU
Vatinee Nuipian, KMUTNB
Veerawan Janthanasub, RMUTP
Watchareewan Jitsakul, KMUTNB
Wilaiporn Lertmahakiat, RMUTK
Winai Bhosuwan, KU
Wipawan Buathong, PKRU
Wirat Pongsiri, MSU
Wongot Sriurai, UBU
Woraniti Limpakorn, TOT
Worapapha Arreerard, RMU

Technical Program Contents

Thursday May 9th, 2013	
8:00-9:00	Registration
9.00-9.05	Opening Speech by **Assoc. Prof. Dr. Phayung Meesad**, *Dean of Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok*
9:05-9:30	Opening Ceremony by **Prof. Dr. Teravuti Boonyasopon**, *President of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*
9:30-10:30	Invited Keynote Speech by **Professor, Ph.D., D.Sc. Janusz Kacprzyk, Poland** • Fellow of IEEE, IFSA • Member-correspondent, Polish Academy of Sciences • Foreign Member, Spanish Royal Academy of Economic and Financial Sciences (Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras) • President, International Fuzzy Systems Association (IFSA) • President, Polish Society for Operational and Systems Research (PTBOiS)
	Topic: Bipolarity in Judgments and Assessments: Towards more Realistic and Implementable Human Centric Systems
10:30-11:00	*Coffee Break*
11:00-12:00	Invited Keynote Speech by **Prof. Dr. Mark Weiser, USA** • Associate Dean; Director, Center for Telecommunications and Network Security, Oklahoma State University • Fleming Professor of Information Technology Management Business Building Stillwater Campus, Oklahoma State University
	Topic: Critical Issues and Information Security and Managing Risk
12:00-13:00	*Lunch*
13:00-17:30	Parallel Session Presentation
15.00-17.00	Meeting of NCCIT2014 & IC^{2}IT2014 Organizing Committee
17:30-22:00	***Welcome Dinner***

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room I		
Artificial Neural Network, Fuzzy Systems, and Hybrid Systems		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-97	**A Web News Information Classification and Retrieval System using Multilayer Perceptron Neural Network** *Supa Chanta and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	1
13.20-13.40 NCCIT2013-237	**Clustering School by Quality Education Using Self-Organizing Map: Case Study School under the Jurisdiction of the Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization** *Nirun Sararum, Khamron Sunat and Sirapat Chiewchanwattana*	7
13.40-14.00 NCCIT2013-241	**An improved Evolutionary Extreme Learning Machine based on Gravitational Search Algorithm** *Patawee Pratharn, Khamron Sunat, Sirapat Chiewchanwattana and Panyapol Horata*	14
14.00-14.20 NCCIT2013-92	**Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Optimized by Hybrid Heuristic Algorithm for Time Series Prediction** *Adisak Sangsongfa and Phayung Meesad*	20
14.20-14.40 NCCIT2013-163	**The Severity and Mortality Forecasting System of Pediatric Injuries using Artificial Neural Networks** *Nattakorn Muangkaew, Kanchana viriyapant, Sakda Arj-ong Vallipakorn and Pimpa Techakamolsuk*	27
14.40-15.00 NCCIT2013-24	**Flood Area Size Prediction Using Artificial Neural Network: A Case Study of Suphanburi Province** *Siripong Weranantawat and Bunlur Emaruchi*	33
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-74	**An Efficiency Comparison between Decision Tree and Artificial Neural Networks for Range of Paper Usage Predication within Airlines Passenger Services Department** *Supachok Ruangsri*	39
15.50-16.10 NCCIT2013-161	**Classifying Personality from User's Facebook Usage** *Nuttanont Hongwaritthorn, Sudthicha Chumkeaw and Watcharee Nensiri*	46
16.10-16.30 NCCIT2013-23	**An Inappropriate Web Classification And Comment Analysis Using Neural Network** *Korkiat Kaewking and Kanchana Viriyapant*	52
16.30-16.50 NCCIT2013-168	**Application of ANFIS in estimating construction cost of hospital buildings** *Thoedtida Thipparat and Hatsatorn Sinthawalai*	58
16.50-17.10 NCCIT2013-215	**Artificial Neural Network Classifiers Construction using Variable string length Artificial Bee Colony (VABC) Algorithm** *Torsang Phimbaotham, Siripat Chiewchanwattana and Kamron Sunat*	65
17.10-17.30 NCCIT2013-132	**Forecasting System for Limestone in Cement Industry Using Neural Networks** *Jeeranun Wirojyingyong and Maleerat Sodanil*	71
17.30-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room II		
Data Communication, Computer Network, and Security & Forensic		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-208	**Click2Enforce: a Browser Extension to Protect against SSL Stripping Attacks** *Apirak Tooltham and Somnuk Puangpronpitag*	398
13.20-13.40 NCCIT2013-126	**Improving the Firewall Rule Management by a Single Domain Decision Concept** *Atipong Khumseela, Somnuk Puangpronpitag and Suchart Khummanee*	404
13.40-14.00 NCCIT2013-189	**Improving an Antenna for Wireless Network Device** *Jeerawat Wansiri, Nutthaphong Sombut and Suchart Khummanee*	411
14.00-14.20 NCCIT2013-227	**Indoor localization of a wireless ad hoc sensor networks.** *Onchira Katekowit and Nawaporn Wisitpongphan*	418
14.20-14.40 NCCIT2013-12	**Impact of Mobility on Location-based Cross Layer Routing Protocol Considering Location of Mobile Station for Multihop Cellular Networks** *Supakit Jaroensirisuttigul and Sakchai Thipchaksurat*	424
14.40-15.00 NCCIT2013-29	**A Wireless System for Controlling Machinesand Monitoring Sensors in Factory through Internet** *Poonsuk Ponpurmpoon and Pipat Hiranvanichakorn*	431
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-230	**Windows Application .Net Performance Comparison between Web Application and Windows Application Hash Functions of .Net** *Krida Charasrisakul and Sirapat Boonkrong*	437
15.50-16.10 NCCIT2013-28	**Performance Improvement Mechanism for QoS-Based Power Aware Routing Algorithm with Routing Overhead Reduction Techniquein Mobile Ad Hoc Networks** *Sopitsuda Wongwas and Sakchai Thipchaksurat*	443
16.10-16.30 NCCIT2013-73	**Measuring the Performance of Apache Web Server on Windows, Ubuntu and CentOS Server Operating System** *Naruphon Paothong and Banatus Soiraya*	449
16.30-16.50 NCCIT2013-149	**Adaptive RRC Timeout Mechanism for Congestion Control and Signaling Storm Reduction in 3G network** *Pongsakorn Duangkasem, Tanun Jaruvitayakovit and Chaiyaporn Khemapatapan*	455
16.50-17.10 NCCIT2013-224	**Data Traffic Performance Evaluation of Power Line Communication for Last Mile Network in PEA Smart Grid** *Kittiwat Srivilas, Wachira Chongburee*	462
17.10-17.30 NCCIT2013-233	**VPN Performance Comparison Case study: Golden Duck International Co., Ltd.** *Somsak Puengtam and Sirapat Boonkrong*	468
17.30-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room III		
Data Mining, Knowledge Discovery, Knowledge Management, and Management Information Systems		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-105	**The System for Rule-Based Prioritization of Information Service Provided at Suan Sunandha Rajabhat University** *Rujirote Kangcharoensampan and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	77
13.20-13.40 NCCIT2013-123	**Thailand Tourism Web Clustering System using Naïve Bayes Algorithm** *Naruepon Panawong and Chakkrit Snae Namahoot*	83
13.40-14.00 NCCIT2013-146	**A Carbon Emission Rate Classification System for Aircraft** *Duangrutai Chaisawat and Kanchana viriyapant*	90
14.00-14.20 NCCIT2013-231	**Determining Factors which have Impact on the Consumer Price Index in the Special Economic Zone using Data Mining Technique** *Kittisak Onuean, Phayung Meesad and Nawaporn Wisitpongphan*	96
14.20-14.40 NCCIT2013-62	**Prediction of Birth Asphyxia using Data Mining Techniques** *Nipaporn Chanamarn, Kanokwan Arunrudchadarom and Punnee Sittidech*	102
14.40-15.00 NCCIT2013-4	**Applying The Density Function to Law of Gravity for Clustering** *Ponglert Sangkaphet and Nawara Chansiri*	108
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-101	**Knowledge Integration with Metadata for Centralized Repository using Dspace** *Lertchai Khongamnuaisak and Nakornthip Prompoon*	115
15.50-16.10 NCCIT2013-112	**Analysis of Homeopathy Treatment Data in Osteoarthritis Patients by comparing Multi-Layer Perceptron with Backpropagation Learning Algorithm and Decision Tree Techniques** *Photipong Toolpirom and Atchara Mahaweerawat*	121
16.10-16.30 NCCIT2013-135	**A Comparison of Decision Tree and Support Vector Machine Techniques for Classifying Students for e-Learning in Information Technology Course** *Nat Ployong and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	127
16.30-16.50 NCCIT2013-206	**An Analysis of Service Capability Granularity Using Association Rules Mining** *Borvorn Ruengrangskul and Twittie Senivongse*	133
16.50-17.10 NCCIT2013-50	**Data Mining Techniques for Identifying Factors Affecting Achievement of Students by the Exam's Results** *Werayut Pimpaporn and Phayung Meesad*	140
17.10-17.30 NCCIT2013-64	**Pattern Discovery for Course Enrollment Planning of Undergrad Students Using Association Mining: A Case Study of Information and Communication Technology Curriculum** *Artittayaporn Rojarath and Wararat Rungworawut*	147
17.30-17.50 NCCIT2013-263	**The Synthesis of an Online Project-based Learning Model with Knowledge Management System by Analyzing of Student's Multiple Intelligence** *Sumalee Siksen and Monchai Tiantong*	798
17.30-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room IV		
Data Mining, Knowledge Discovery, Knowledge Management, and Management Information Systems		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-113	**Integration of the Spatial data in a Business Intelligence System** *Akkapop Boonpeng, Anusorn Benjatanarat, Surangkana Thamlikhit and Peerasak Pearprasit*	154
13.20-13.40 NCCIT2013-138	**Comparative Efficiency of Classification Choosing a Career with Data Mining Techniques.** *Chatchada Wandee, Jiratta Phuboon-ob and Chatklaw Jareanpon*	161
13.40-14.00 NCCIT2013-10	**The Development of Complaint Management System for the Faculty Council of Mahasarakham University** *Anirut Saiysing and Jiratta Phuboon-ob*	167
14.00-14.20 NCCIT2013-88	**Prostate Cancer Prediction** *Kittipat Kaewsuwan and Waranyu Wongseree*	173
14.20-14.40 NCCIT2013-106	**Runoff Forecasting Using Back-propagation Neural Network Technique: Case Study of Municipality of Chaiyaphum** *Munin Wanatada and Punnee Sittidech*	179
14.40-15.00 NCCIT2013-107	**Food Cluster Analysis To Avoid Diabetes by Using Data Mining Technique** *Ureerat Suksawatchon and Jakkarin Suksawatchon*	185
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-136	**An Online e-Office Helpdesk System:A Case Study of Suan Sunandha Rajabhat University** *Waraporn Naraprasertwong and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	191
15.50-16.10 NCCIT2013-162	**A Quantity of Raw Material Forecasting System using Classification and MultipleLinear Regression Technique** *Pattarapon Phusuwan and Maleerat Sodanil*	197
16.10-16.30 NCCIT2013-164	**A Geographic Information System to Support Limit Allocation of Loans for People with Disabilities** *Jutarut Moramut and Kanchana Viriyapant*	203
16.30-16.50 NCCIT2013-238	**Online Computer Crime Law Knowledge Management System** *Premwadee Wichientong and Maleerat Sodanil*	209
16.50-17.10 NCCIT2013-76	**Project Planning for Pharmacy Management Information System Case Study: Bangkok Hospital** *Attawoot Nualnim and Ponrudee Netisopakul*	215
17.10-17.30 NCCIT2013-139	**Tool for Extended Knowledge Management Capability Model** *Kamolchai Asavachaiporn and Nakornthip Prompoon*	211
17.30-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room V		
Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-183	**Buddha Amulet Information Retrieval using Digital Images Combined with Feature Extraction and K-nearest Neighbor Techniques** *Patompon Fugthong and Phayung Meesad*	621
13.20-13.40 NCCIT2013-165	**Utilizing MHI for Human's Gesture with Repeating-path Trajectory** *Pawinee Jaroonphan and Nongluck Covavisaruch*	627
13.40-14.00 NCCIT2013-191	**Performance Comparison of Eye Tracking by Mean-Shift IPv4 and IPv6 and Lacus-Kanade Algorithms** *Veerawan Janthanasub, Maleerat Sodanil, Phayung Meesad and Metha Sirigool*	633
14.00-14.20 NCCIT2013-204	**Human Detection using Census Transform-Histogram of Oriented Gradients based feature and a Modified Version of the Extreme Learning Machine for Generalized Radial Basis Function Neural Networks** *Chumpol Senapan and Khamron Sunat*	639
14.20-14.40 NCCIT2013-235	**The Music Expression Recognition System using Case Based Reasoning** *Watchariya Phonchareon and Maleerat Sodanil*	645
14.40-15.00 NCCIT2013-45	**A Framework of Automatic Screening for Diabetic Retinopathy using Image Processing** *Krisana Sriboran, Rapeepron Lordkeaw and Jantima Polpinij*	651
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-221	**The Face Detection Optimization with Image Filtering Technique** *Witsanukorn Thodthong, Pattanaphong Pothipassa and Khamron Sunat*	658
15.50-16.10 NCCIT2013-109	**Thai Text Detection from Natural Scenes by Using Boundary Clustering and Connected Component Analysis** *Kuntpong Woraratpanya and Pimlak Boonchukusol*	665
16.10-16.30 NCCIT2013-158	**Fast Searching and Counting Object for Coulter Plate Using Cross Scanner Technique** *Ridtichai Kanvijit and Jakkree Srinonchat*	673
16.30-16.50 NCCIT2013-79	**Reversible Watermarking Algorithm Using Adaptive Embedding On Prediction And Sorting** *Kitsada Somjit and Sirichai Rujipatthanapong*	678
16.50-17.10 NCCIT2013-34	**Development of Computer Program based on Graphical User Interface (GUI) of SCILAB in Digital Image Processing for Under Graduate Student** *Kitti Surpare and Meechai Lohakan*	684
17.10-17.30 NCCIT2013-200	**Handwritten Character Segmentation on Buddhadasa Indapanno Documents** *Wanwisa Chiwakulmongkhon and Tanasanee Phientrakul*	691
17.30-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room VI		
Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-38	**Application of QR Code to Activity Registration for graduate with import data via the online storage** *Naruetep Suwanthada, Somkid Saelee and Soradech Krootjohn*	715
13.20-13.40 NCCIT2013-148	**Development of Disease Dispersion Model on Geographic Information System via Dynamic Web Service** *Paisan Simalotao and Ubonrat Sirisukpoca*	722
13.40-14.00 NCCIT2013-157	**The Development of Tutoring system on the Smartphone Android Operating System Application Case Study: Silk Screen and Printed Circuit Board** *Pacharada Krerkpunchai and Jeerasak Numpradit*	728
14.00-14.20 NCCIT2013-186	**The Development of ICT Competency Developing Training Curriculum for Basic Education Schools Administrators via Social Network** *Pramote Wangsa-ard, Worapapha Arreerard, Tharach Arreerard and Sombat Tayraukham*	734
14.20-14.40 NCCIT2013-219	**Effects of Online Product Review, Product Knowledge of Review Reader and Product Type on Purchase Intention** *Prathana Chanshine and Pimmanee Rattanawicha*	740
14.40-15.00 NCCIT2013-213	**Analysis the Group of Business Word for Reducing Time to Read Business Blueprint Supporting ERP Software Configuration** *Ploypailin Kaewpracha and Somjaree Preeyanont*	747
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-3	**A Development of Web-Based Instruction using Think-Pair-Share Technique on Data Structure Subject of Vocational Diploma** *Chanidapa Boonprasom*	753
15.50-16.10 NCCIT2013-32	**The Feature Selection for Student's Success with Neural Network by Classification** *Tanavoot Nilmanee, Somkid SaeLee and Soradech Krootjohn*	761
16.10-16.30 NCCIT2013-41	**A Survey of Usability Features in Image-based CAPTCHA** *Pornpimol Ramonudom and Nuttanont Hongwarittorrn*	767
16.30-16.50 NCCIT2013-42	**A Development of Computer Assisted Instruction on Tablet In Computer for Grade 1 Students. Case Study at Watkaotamkunchorn School** *Charinthorn Aumgri and Somkiat Chormua*	773
16.50-17.10 NCCIT2013-187	**The Training of ICT Competency for Teachers of basic courses, Information Technology and Communications in Primary Education with Mentoring Support and Social Network.** *Therdchai Buaphai, warapapha Arreerard, Tharach Arreerard and Sombat Tayraukham*	778
17.10-17.30 NCCIT2013-217	**Image Plagiarism Detection Framework for Tablet PC using Watermarking Algorithms** *Chatchai Ussawinkowit, Sirapat Chiewchanwattana and Khamron Sunat*	785
17.30-17.50 NCCIT2013-264	**The Synthesis of an Online Collaborative Learning Model using Multiple Intelligence for Groupings and use CIPP for Evaluation** *Pramote Tongchin and Monchai Tiantong*	792
17.50-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 9th, 2013		
NCCIT 2013 Room VII		
Ontology, Semantic Web, Web Application, and Web Service		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-13	**Web Search Filter Using User Preference and Popular Profile** *Pochpon Suesajlausakul and Aranya Walairacht*	804
13.20-13.40 NCCIT2013-245	**BTS Skytrain-Navigator using Google Maps API** *Treechada Kaewbamroong and Nawaporn Wisitpongphan*	810
13.40-14.00 NCCIT2013-19	**Semantic Search for Mekong River Fish using Ontology** *Montree Kotawee and Wararat Rungworawut*	816
14.00-14.20 NCCIT2013-108	**A Development Questions Answering Student Service System Using Latent Semantic Indexing** *Ruanthip Thongbai and Kanchana Viriyapant*	822
14.20-14.40 NCCIT2013-78	**Performance of semantic keyword search: A case study of SKengine system for expert witness discovery** *Siraya Sitthisarn*	828
14.40-15.00 NCCIT2013-156	**An Ontology – Based Search Engine System for Medications** *Nitchakul Arkama*	835
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-167	**Development of Freebase Plug-Ins to Support Web Pages Browsing** *Rattanawalee Apibalkiat and Twittie Senivongse*	841
15.50-16.10 NCCIT2013-67	**Mobile Web Application for Research Information Management** *Abdulpatus Usoh and Watcharawalee Tangkuptanon*	849
16.10-16.30 NCCIT2013-58	**An Analysis of Curricula in Computer Science Using Structure-Based Ontology Mapping** *Chayan Nuntawong and Chakkrit Snae Namahoot*	855
16.30-16.50 NCCIT2013-6	**A Development of Personal Electronic-Document System Integrated with Self Assessment Report supported the internal and external indicators: A Case study of Nation University in Lampang Province** *Burin Rujjanapan*	861
16.50-17.10 NCCIT2013-11	**A Public Service Information Retrieval System using Ontology** *Wichitron Sukying and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	867
17.10-17.30 NCCIT2013-220	**Semantic Knowledge Management Using SECI Model for Computerized Auditing** *Aj-chara Keawlaiod and Pudsadee Boonrawd*	873
17.30-17.50 NCCIT2013-265	**A Model synthesis of e-Distance Mentoring System using online Social Network Service** *Photjanee Sukchovna and Monchai Tiantong*	879
17.50-22.00	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday May 10th, 2013	
8:00-9:00	Registration
9:00-10:00	Invited Keynote Speech by **Prof. Dr. David Andrew Abramson, Australia** • Director of Research Computing, University of Queensland
	Topic: Improved Computational Intelligence through High Performance Distributed Computing
10:00-10:30	*Coffee Break*
10.30-11.30	Invited Keynote Speech by **Assoc. Prof. Ken Fowle, Australia** • Head of School, Computer and Security Science Edith Cowan University (ECU), Western Australian
	Topic: Visualising the Data: Now I Understand
11:30-12:30	*Lunch*
12:30-18:00	Parallel Session Presentation

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room I		
Data Communication, Computer Network, and Security& Forensic		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-234	**DoS Detection with Honey Pot on Network** *Niphon Khotcha and Sirapat Boonkrong*	474
13.20-13.40 NCCIT2013-250	**Measuring the Effectiveness of Wireless Local Area Network Security by Using Back Track** *Pigulthong Kaewduangta and Sirapat Boonkrong*	480
13.40-14.00 NCCIT2013-258	**Electrocardiogram Monitoring and Recording Base on Smart Phone** *Kanasak Leelawilailak and Kobchai Dejhan*	487
14.00-14.20 NCCIT2013-14	**Performance Improvement Mechanism for Routing-based Dynamic Channel Assignment Algorithm for Wireless Mesh Networks** *Pana Jantivas and Sakchai Thipchaksurat*	492
14.20-14.40 NCCIT2013-17	**Neighbor Cell List Optimization Improvement Mechanism Considering Mobility Direction of User Equipment for Femtocell-to-Femtocell Handover in Femtocellular Networks** *Manassawee Sompetch and Sakchai Thipchaksurat*	499
14.40-15.00 NCCIT2013-145	**A System for Monitoring, Analysing and Stopping DoS/DDoS Attacks from International Internet Traffic** *Tananat Onsutthi and Pongpisit Wuttidittachotti*	505
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-198	**Direct Detection Technique on the IPv6 Network Gateway** *Itarun Pitimon, Sirapat Boonkrong and Nawaporn Wisitpongphan*	512
15.50-16.10 NCCIT2013-243	**Telephone Least-Cost-Routing Prototype System Using VoIP Technology** *Pichai Teerarojsakul , Thanan Jaruvitayakovit and Chaiyaporn Khemapatapan*	518
16.10-16.30 NCCIT2013-27	**Impact of Mobility on the Improvement of Ant Colony Optimization Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks** *Ronnachai Sangmunemao and Sakchai Thipchaksurat*	523
16.30-16.50 NCCIT2013-207	**Classification of CVE Lifecycle Based on Public Information** *Atthapon Poungpum, Ratsameetip Wita and Yunyong Teng-amnuay*	529

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room II		
Data Communication, Computer Network, and Security& Forensic		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-84	**Computer Traffic Data Logging Using Embedded Computer** *Ittichai Phoomsirivilai and Yunyong Teng-amnuay*	534
13.20-13.40 NCCIT2013-188	**A Web Application System to Plan and Analyze the International Bandwidth Usage for Internet Service Providers** *Waree Lertsomporn and Pongpisit Wuttidittachotti*	540
13.40-14.00 NCCIT2013-197	**ARP Spoof Attack Detection, Protection and Alert System** *Wuttichai Prasertsang, Surasak Sriwiset and Somnuk Puangpronpitag*	547
14.00-14.20 NCCIT2013-228	**Energy efficiency enhancement for ad hoc wireless emergency tracking networks** *Tatapon Boonyapalanant and Nawaporn Wisitpongphan*	553
14.20-14.40 NCCIT2013-66	**Tile-based Watermarking for Digital Image** *Sittichai Chaikumpha, Jittakorn Jantarang and Jantima Polpinij*	559
14.40-15.00 NCCIT2013-244	**A Development of Detecting, Preventing and Alarming Program for Attacking Network from Denial of Service (DoS)** *Vorapoj Shueprasurt and Sunantha Sodsee*	565
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-1	**A Comparison of the performances TCP throughput and UDP throughput with IPv4 and IPv6 between Microsoft Windows 7 and 8 on a Gigabit Ethernet Network** *Silnarong Chavipat*	572
15.50-16.10 NCCIT2013-55	**Managing the DNS Log to Maintain the Usage Logging Following with ComputerTraffic Data by Computer Crime Act B.E. 2550 (2007)** *Tiwakorn Laophulsuk, Prasong Praneetpolgrang, Kallaya Jairak and Thepparit Banditwattanawong*	578
16.10-16.30 NCCIT2013-232	**Detecting Attack Pre-Cursors on Wireless Networks** *Pongtip Nakprasobsuk, Sirapat Boonkrong*	584
16.30-16.50 NCCIT2013-257	**Implementing Intrusion Detection System Case Study Professional Training Service Co.,Ltd** *Pichitchai Chamnanmaroeng and Sirapat Boonkrong*	590

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room III		
Data Mining, Knowledge Discovery, Knowledge Management, and Management Information Systems		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-211	**An Analysis of Fixed line & High Internet Usage Pattern Using Rule-Based Approach with Support Vector Machine Technique** *Paijit Chang-Ngean and Pudsadee Boonrawd*	228
13.20-13.40 NCCIT2013-236	**An Information Technology Knowledge Management System: A Case Study of the Permanent Secretary of Ministry of Finance office** *Nuttaphon Somboon and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	234
13.40-14.00 NCCIT2013-242	**Apply of Classification Techniques for Factor Analysis Influencing Quail Gender Identification Considering from the External Factors of Quail Eggs** *Pongpat Singsri, Jakkarin Suksawatchon and Ureerat Suksawatchon*	240
14.00-14.20 NCCIT2013-71	**Factors Analysis for Arresting Plans of Drug Offenders Using Data Mining Techniques: A Case Study of Nongbaulamphu Police Station** *Tewika Chanthong and Wararat Rungworawut*	248
14.20-14.40 NCCIT2013-9	**The Development of Trust Model in Government Cloud Services** *Suphalak Watthanasathian, Prasong Praneetpolgrang, Rath Jairak and Thepparit Banditwattanawong*	254
14.40-15.00 NCCIT2013-20	**Emotion Estimation from Thai Sentiments Using Machine Learning Technique** *Adithep Chaisan and Rattasit Sukhahuta*	260
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-25	**Analysis of Factor for Prediction of Credit Bank Loan UsingBayesian Learning** *Wijittra Kajohn and Wararat Rungworawut*	267
15.50-16.10 NCCIT2013-26	**Decision Support System For Tourism Service Requester Using Decision Trees Technique** *Kamthorn Sriudom and Wararat Rungwarawut*	274
16.10-16.30 NCCIT2013-68	**Decision Support System for Mobile Phone Selection Using Decision tree** *Anuchit Sornvichai and Wongkot Sriurai*	289
16.30-16.50 NCCIT2013-98	**Web Prediction Model Using Data Mining Technique** *Chayanin Vongsanit and Paranya Ammaruekarat*	295
16.50-17.10 NCCIT2013-121	**Crowdmap Web Application for Tourism: A Case study of Muang Songkhla** *Pongsathorn Promphichai and Sirirut Vanichyobol*	301

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room IV		
Decision Support and Recommender Systems		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-155	**Risk Assessment System for HIV Infection by Using X-means Algorithm** *Jakkarin Suksawatchon and Ureerat Suksawatchon*	307
13.20-13.40 NCCIT2013-70	**Pornographic Website Filtering System by Website Analysis Technique** *Kriangkamon Khumma and Chakkrit Snae Namahoot*	315
13.40-14.00 NCCIT2013-82	**The Development of a Decision Support Model for Sugar Cane Loading Station** *Papavarin Sawangphol and Thara Angskun*	322
14.00-14.20 NCCIT2013-225	**A Decision Support System for Evaluation the Level of the Position of the Government Official** *Apirak Butdee and Maleerat Sodanil*	329
14.20-14.40 NCCIT2013-141	**A Decision Support System for Cash Management in Automobile Industry Using Decision Tree** *Somdej Sirirattanachaiyakul and Thippaya Chintakovid*	335
14.40-15.00 NCCIT2013-176	**Payoff Distribution of Agents in Optimal Coalition Structure under Non-Superadditive by Shapley Value** *Benjawan Intara, Panich Sudkhot and Chattrakul Sombattheera*	342
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-174	**Message Analysis System from Web Board Restaurant Data using Opinion Mining** *Sutthiwan Junyapattananukul and Maleerat Sodanil*	348
15.50-16.10 NCCIT2013-59	**Multiple Kinect Camera Setting for Compositing a Human Skeleton without Using Measuring Instruments** *Sutthiphon Keanjan, Pornchai Mongkhonna, Banthit Waathanaph and Sasipha Satienpong*	354
16.10-16.30 NCCIT2013-130	**Effects of Features of Geometric CAPTCHA on Time to Use and Authentication Pass Rates** *Suttikeat Meelap and Nuttanont Hongwarittorrn*	361
16.30-16.50 NCCIT2013-184	**Development of Query Expansion System using Topic Model** *Sutida Numak and Maleerat Sodanil*	367
16.50-17.10 NCCIT2013-173	**An Annotation Based Approach for Video on Demand Retrieval System** *Sarojn Pakulo and Maleerat Sodanil*	373

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room V		
Software Engineering and Software Development		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-53	**Checking for Completeness of Software Change Requirements** *Pattamaporn Saisim and Twittie Senivongse*	885
13.20-13.40 NCCIT2013-8	**Usability and Security of Dot Captcha** *Pongthorn Paemanee and Nuttanont Hongwarittorrn*	892
13.40-14.00 NCCIT2013-90	**Software Development Using Hybrid Scrum/XP** *Piyanard Maleekaew and Nalinpat Porrawatpreyakorn*	899
14.00-14.20 NCCIT2013-100	**Evidence Identification for CMMI Compliance using Information Retrieval Technique** *Wutthakarn Jiraalongkorn and Nakornthip Prompoon*	905
14.20-14.40 NCCIT2013-153	**An Improvement of Software Engineering Standard Retrieval using Query Correction and Expansion Method based on Vector Space Model** *Worawat Tiarawibul and Nakorntrip Phompul*	913
14.40-15.00 NCCIT2013-210	**A Maintainability Evaluation Model for Service-Based Systems** *Assawin Puapolthep and Twittie Senivongse*	921
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-212	**The Relationship between Object-oriented Metrics of Class Diagram and Object-oriented Metrics of Sequence Diagram** *Pakthida Panma and Assadaporn Sapsomboon*	927
15.50-16.10 NCCIT2013-80	**The Influence of Confidence in Programming Paradigm on Program Comprehension** *Rattanawalee Khruasawat and Nuttanont Hongwarittorrn*	933
16.10-16.30 NCCIT2013-57	**A Pinpoint Material on a Barcode Symbol of the Barcode Readable System for the Blind Students** *Yutthadee Hutthasin, Thawatchai Trajai and Autthaphon Na Takuathung*	940
16.30-16.50 NCCIT2013-140	**Thai Traditional Music Classification by Accent** *Praramad Itthisan and Wasara Rodhetbhai*	946

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room VI		
Other topics related to IT and Applications		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-255	**(J-Nitan): Mobile Application on Android Tablets for Creating Children's Books** *Sasithorn Arayapoonpong and Nutthanon Leelathakul*	601
13.20-13.40 NCCIT2013-83	**An Information Integrating System for Thailand University Admission Based on Service-Oriented Architecture** *Nantaporn Kasao and Thanawan Chantaratanapibul*	959
13.40-14.00 NCCIT2013-115	**Control Android Phone: When Lost or Stolen** *Supas Jampathong and Nawaporn Wisitpongphan*	608
14.00-14.20 NCCIT2013-95	**Development of Disease Dispersion Model based on Association Rules via Web Service** *Ubonrat Sirisukpoca and Paisan Simalaotao*	967
14.20-14.40 NCCIT2013-104	**Face Recognition User Control** *Wasit Jansod, Sarayut Ratanataiand and Pornthep Rojanavasu*	697
14.40-15.00 NCCIT2013-196	**Model of Cloud Computing For Education** *Piya Thirapanmethee and Pallop Piriyasurawong*	996
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-262	**A Model of Camping Activities for Rajabhat Maha Sarakham University eDLTV Networks** *Worapapha Arreerard and Tharach Arreerard*	979
15.50-16.10 NCCIT2013-172	**Task allocation with Optimal Coalition Structure concept** *Panich Sudkhot, Benjawan Intara, Chattrakul Sombattheera*	392
16.10-16.30 NCCIT2013-251	**A Fractional-order Binary Particle Swarm Optimization** *Maikam Tantipatum, Sirapat Chiewchanwattana, Khamron Sunat and Punyaphol Horata*	281
16.30-16.50 NCCIT2013-259	**Detection of Disk Separator Plate Scratch by Using Digital Image Processing Technique** *Pirunya Maturawach and Kobchai Dejhan*	711
16.50-17.10 NCCIT2013-202	**Evaluation of Size Distribution of Spherical Nanoparticles based on Image Processing** *Nongluk Promthong, Metha Sirigool, Phayung Meesad and Maleerat Sodanil*	705

Friday May 10th, 2013		
NCCIT 2013 Room VII		
Other topics related to IT and Applications		
Time	**Title/Author**	**Page**
13.00-13.20 NCCIT2013-253	**Scheduling Tasks in Real-Time Operating Systems on Multiple Core Microprocessors** *Angkhan Chiewkiwutthikul and Prabhas Chongstitvatana*	1009
13.20-13.40 NCCIT2013-260	**The UTAUT-Based Developed Model For The Study of Acceptance and Use of The Global Positioning System** *Kittipat Sittisomboon and Thanakorn Neanna*	1014
13.40-14.00 NCCIT2013-43	**Learning Requirement Assessment from Experts by Neural Network to Inference Requirement Value** *Peerapatara Silpabanlaeng and Sukree Sinthupinyo*	379
14.00-14.20 NCCIT2013-99	**Ecotourism and Culture Tourism Route Management using Artificial Bee Colony Algorithms** *Kanjana Ruttanateerawichien, Thanan Toathom and Sakchai Srimakorn*	386
14.20-14.40 NCCIT2013-182	**The Development of Intelligent Thai Keyboard Application on Android OS** *Nattawut Teawchae and Jeerasak Numpradit*	991
14.40-15.00 NCCIT2013-111	**Dictionary Application by Voice Control for Android** *Burasakorn Yoosooka, Phattharawadee Kowsuwan and Kitsanu Arsiraphat*	973
15.00-15.30	***Coffee Break***	
15.30-15.50 NCCIT2013-147	**Appliance Classification to Monitor Power Consumption with Wireless Sensor Network for Saving Energy** *Worachet Buasuwarn and Nutthanon Leelathakul*	614
15.50-16.10 NCCIT2013-185	**The Development of Monitoring EMS Status Application via Mobile using JSON** *Sanya Khruahong, Tanaphong Meethong, Pennapha Boonkhlai and Somyot Pomthong*	596
16.10-16.30 NCCIT2013-122	**Quality of Facial Expression in Recording of Remote One-on-One Conversation** *Junlawijit wangprasertkul and Yunyong Tengumnouy*	985
16.30-16.50 NCCIT2013-239	**Food Serial Number Verification System on Android Mobile Platform** *Viznu Kunathamrong and Tanasanee Phienthrakul*	1002
16.50-17.10 NCCIT2013-15	**A Phuket Dialect Dictionary Using Inverted Index Technique** *Veeraporn Siddoo and Suriya Nakavirote*	952

Keynote Speaker

Janusz Kacprzyk
Fellow of IEEE, IFSA
Full Member, Polish Academy of Sciences
Foreign Member, Spanish Royal Academy of Economic and Financial Sciences (RACEF)
Systems Research Institute Polish Academy of Sciences

About the Speaker:

Janusz Kacprzyk graduated from the Department of Electronic, Warsaw University of Technology in Warsaw, Poland with M.Sc. in automatic control, his Ph.D. in systems analysis and D.Sc. ("habilitation") in computer science from the Polish Academy of Sciences.

He is Professor of Computer Science at the Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences, Professor of Computerized Management Systems at WIT – Warsaw School of Information Technology, and Professor of Automatic Control at PIAP – Industrial Institute of Automation and Measurements, in Warsaw, Poland, and Department of Electrical and Computer Engineering, Cracow University of Technology, in Cracow, Poland.

He is Honorary Foreign Professor at the Department of Mathematics, Yli Normal University, Xinjiang, China, and Visiting Scientist at the RIKEN Brain Research Institute in Tokyo, Japan. He is Full Member of the Polish Academy of Sciences and Foreign Member of the Spanish Royal Academy of Economic and Financial Sciences (RACEF). He is Fellow of IEEE and of IFSA.

He was a frequent visiting professor in the USA, Italy, UK, Mexico and China. His main research interests include the use of computational intelligence, notably fuzzy logic, in decisions, optimization, control, data analysis and data mining, with applications in databases, ICT, mobile robotics, etc.

He is the author of 5 books, (co)editor of 60 volumes, (co)author of ca. 400 papers. He is the editor in chief of 5 book series at Springer, and of 2 journals, and a member of editorial boards of

more than 40 journals. He is a member of Award Committee of IEEE CIS, a member of Adcom (Administrative Committee) of IEEE CIS, and a Distinguished Lecturer of IEEE CIS.

He received many awards, notably: The 2006 IEEE CIS Pioneer Award in Fuzzy Systems, The 2006 Sixth Kaufmann Prize and Gold Medal for pioneering works on soft computing in economics and management, and The 2007 Pioneer Award of the Silicon Valley Section of IEEE CIS for contribution in granular computing and computing in words, and Award of the 2010 Polish Neural Network Society for exceptional contributions to the Polish computational intelligence community. Currently he is President of the Polish Operational and Systems Research Society and Past President of IFSA (International Fuzzy Systems Association).

Topic: Bipolarity in Judgments and Assessments: Towards more Realistic and Implementable Human Centric Systems

Abstract

We are concerned with the conceptualization, analysis and design of human centric systems. Such systems are meant, roughly speaking, as those in which a human being is a relevant (if not principal) element of a computer based system, and – by obvious reasons – there exists an inherent communication and articulation gap between the human and the computer implied first of all by different languages employed, i.e. strings of bits and natural language. Some human-computer interface (HCI) should therefore be employed to bridge that gap. Its very essence and purpose boils down to the use of most human consistent tools, techniques and solutions assuming that it is easier to change the machine than the adult human being. Obviously, there is a multitude of possible options in this respect and in our talk we consider one that is related to a proper representation and processing of human judgments and assessments that are crucial while considering any human – computer interaction. In this context we consider a known fact that when a human being is requested to provide a judgment or assessment concerning an option or course of action, he or she very often tends to to provide them in a bipolar version. This is meant in the talk in the sense of providing testimonies concerning separately positive and negative aspects (pros and cons), mandatory and optional conditions to be fulfilled, etc. To start with, we review two types of scales employed to quantified such type of bipolar testimonies. The first is the bipolar univariate scale, in which there is a neutral (0) point, and the negative part (0-1], related to a negative testimony, and a positive part (0,1], related to a positive testimony. The second is the unipolar bivariate scale in which two separate scales are employed, both with

values in [0,1], expressing separately the positive and negative testimonies. The main problem is how to aggregate the positive and negative testimonies related to an option in question. We present two basic approaches, one that is decision theoretic and is based on some special multicriteria decision making scalarizing functions, and one which is logical and is based on multivalued logic with properly chosen definitions of logical operations. We present applications of these approaches to database querying and information retrieval, and to a multicriteria choice of design options of computer systems. We advocate such a bipolar setting and outline some possible future direction.

Mark Weiser

Associate Dean and Fleming Professor of Technology Management

Director, Center for Telecommunications and Network Security

William Spears School of Business

Oklahoma State University, Stillwater, OK, USA

About the Speaker:

Mark Weiser is the Fleming Professor of Information Technology Management and Professor in Management Science and Information Systems and serves as Associate Dean for Undergraduate Programs, Spears School of Business at Oklahoma State University, Stillwater, USA since 2006. He is also the director of center for Telecommunications and Network Security since 2003. In addition, he is in charge of the Master of Science in Telecommunications Management program. His research interests are in the area of Information Assurance & Forensics, Applied telecommunications and applications, Technology to support education and training, and Organizational Memory.

Topic: Critical Issues and Information Security and Managing Risk

Abstract

Knowledge Management is a vast and diverse topic that must be addressed by all modern industrial companies, from the smallest SMEs to the most complex organizations. Knowledge is a critical and strategic asset and the key to competitiveness in the modern manufacturing environment, as it facilitates capacities essential for achieving the required responsiveness, flexibility, agility and innovation. Nevertheless, knowledge itself is difficult to explicate and capture, and often can be recognized only in the improvements it brings to products, technologies and enterprise organizations.

Four years ago, based on the experience of many leading experts worldwide, CIRP (The International Academy for Production Engineering) decided to prepare and structure a proposal for a Network of Excellence. The European Community agreed to fund this NoE, with the aim of building a "Knowledge Community in Production." This aim was achievable because the NoE partners represented the most important universities in Europe and had strong partnerships with laboratories in distant locations, such as Japan, Australia, South Africa and the USA.

David Abramson
Director of Research Computing Centre
The University of Queensland, Australia

About the Speaker:

David Abramson is currently a Professor and the Director of the Centre for Research Computing at the University of Queensland, Brisbane, Australia. Prior to that, he was the Director of the Monash e-Education Centre, Science director of the Monash e-Research Centre and a Professor of Computer Science in the Faculty of Information Technology at Monash University, Australia. He has also held senior appointments at Griffith University, CSIRO, and RMIT. He is a fellow of the Association for Computing Machinery (ACM), the Australian Computer Society and the Academy of Science and Technological Engineering (ATSE), and a Senior Member of the IEEE. Abramson has served on committees for many conferences and workshops, and has published over 200 papers and technical documents. He has given seminars and received awards around Australia and internationally and has received over $8 million in research funding. He also has a keen interest in R&D commercialization and some of his research tools are available commercially. Abramson's current interests are in high performance computer systems design and software engineering tools for programming parallel and distributed supercomputers

Topic: Improved Computational Intelligence through High Performance Distributed Computing

Abstract

Modern computational and business intelligence techniques are increasingly used for product design and complex decision making. However, as the problems they solve become more difficult, the need for high performance computing becomes increasingly important. Modern Cloud and Grid platforms provide an ideal base for supporting this work, but typically lack software support. Over the past 20 years we have developed a computational framework, called Nimrod that allows users to pose complex questions underpinned by simulation technologies. Nimrod allows users to perform what-if analysis across an enormous number of options. Nimrod also supports experimental design techniques and provides automatic optimisation algorithms (e.g. genetic algorithms) that search through design options. Nimrod has been used globally to

across a wide range of application in science, environmental modelling, engineering and business.

In this talk I will describe the Nimrod framework, and show examples of how it has supported a range of scientific and engineering questions. I will show how Clouds and Grids support these case studies, and outline our continued research in the area.

Ken Fowle
Head of School, Computer and Security Science
Edith Cowan University (ECU), Western Australian

About the Speaker:

Ken Fowle is currently the Head of School, Computer and Security Science, at Edith Cowan University (ECU), Western Australian and an Adjunct Associate Professor at the University of Western Australia, Centre of Forensic Science (CFS). Prior to moving over to academia in 2011, Dr.Fowle was employed by the Department of Mines and Petroleum in the Investigation Branch.

His research interest is in the use of 3D laser scanners in incidents and accidents and the use of visualisation as a tool for law enforcement and security. He works closely with the WA Police Sevices Forensic Surveying Branch and other national and international law enforcement agencies.

Dr.Fowle's interest in visualisation and accident reconstruct started back in 1996, when seconded to the departments Mine Safety Branch to assist with developing computer applications for mining accident and incidents. This interest was further enhanced in 1999 when he was seconded to Central Tafe to establish a research and development group specifically for developing computer graphics for the resource sectors of Western Australia. During his time at Central Tafe, Dr.Fowle undertook a Ph.D. with the University of Nottingham (UK) and was conferred in 2003.

In 2003 Dr.Fowle returned to the Department of Mines and Petroleum where he continued his research into visualisation and won funding from the Western Australian Government, to continue research in the use of 3D environments for accident reconstruction.

Dr.Fowle is past president of the Australian and New Zealand Forensic Science Society (WA) and is still an active committee member, a member of the International Association for Forensic Survey and Metrology, American Society for Industrial Security, Australian Computer Society and the Australian Law Enforcement Forensic Surveying Working Group.

Topic: Visualising the data: now I understand

Abstract

Visualising information is increasing in situations where complex events are being presented to people who often have no understanding of what has/could have happened, procedures, methodologies or science. Computer Graphics (CG) can visually present scenarios based on scientific methodologies as well as depicting the perception of a witness to show what may have occurred. But more importantly CG can illustrate "what if…" questions and explore the inconsistencies and discrepancies within evidence and expert witness testimony. Therefore representing an important development in forensic graphics that are unparalleled due to its ability to assimilate and analyse data.

However, it is very important that when we use "science" to determine the validity of evidence or information that is done in a manner that is acceptable to the scientific community.

Research Papers

ระบบจำแนกและค้นคืนข้อมูลเว็บกระทู้ข่าว ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น

A Web News Information Classification and Retrieval System using Multilayer Perceptron Neural Network

สุภะ จันทา (Supa Chanta)[1] และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]aon_iti10@hotmail.com, [2]nalinpatp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจำแนกและค้นคืนข้อมูลเว็บกระทู้ข่าว โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (*Multilayer Perceptron)* ซึ่งใช้ 3 เครื่องมือหลักในการจำแนกข้อมูลกระทู้ข่าวจากเว็บไซต์ พันทิป ได้แก่ 1) *Rapidminer* ใช้ในการพัฒนาโมเดลของโครงข่ายประสาทเทียม 2) *Javascript* และ *jQuery* ใช้ในการพัฒนาระบบเก็บรวบรวมข้อมูล (*Crawler)* จากเว็บไซต์พันทิป และ3) คลาสไลบรารีเล็กซ์โต (*Thai Lexeme Tokenizer : LexTo)* ใช้ในการตัดคำภาษาไทยและคำนวณหาค่าน้ำหนัก (*Weight)* ของคำนั้นๆ เพื่อใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกข้อมูล และใช้ 4 เครื่องมือหลักในการค้นคืนข้อมูล ได้แก่ 1) *Vector Space Model (VSM)* ใช้ในการค้นคืนข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคล้ายของคำค้นกับเอกสาร 2) *Apache Solr* ใช้ในการสร้างดัชนีข้อมูล (*Index)* ของเอกสารเพื่อใช้ในการค้นคืนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ 3) *N-Gram* ใช้ในการแนะนำชุดคำถามที่ถูกต้องแบบอัตโนมัติ และ4) *LexTo* ใช้ในการตัดคำเพื่อขยายชุดคำถาม (*Query Expansion)* ให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการมากที่สุด พร้อมทั้งตัดคำหยุดหรือคำที่ไม่มีความหมาย (*Stop-Word)* เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้สืบค้นมากที่สุด จากการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูล และการค้นคืนข้อมูลได้ค่าความแม่นยำ (*Precision)* เท่ากับ 74.51% และ 86.30% และค่าความระลึก (*Recall)* เท่ากับ 75.36% และ 100% ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่น่าพอใจ จึงสรุปได้ว่างานวิจัยนี้สามารถจำแนก และค้นคืนข้อมูลได้ในระดับที่ดีมาก

คำสำคัญ: การค้นคืนสารสนเทศ โครงข่ายประสาทเทียม การจำแนกข้อมูล เปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น

Abstract

This paper proposes a web news information retrieval and classification system, using multilayer perceptron neural network. In the part of web news information classification, Rapidminer was used to model an Artificial Neural Network (ANN). Javascript and jQuery was used to develop web Crawler for downloading data from www.pantip.com; while LexTo was used to cut stop-words and calculate word weights. The results of this serve as learning data for the ANN model. In the part of web news information retrieval, a vector space model was used to compare word similarity between words in query and documents. Apache Solr was used to create indexes in documents for improving the retrieval performance. N-Gram was also used for automatic suggestion on a set of queries; while LexTo was used for query expansion in order to get the most accurate results. The testing results of this system reveal the precision values of information classification and retrieval which are 74.51% and 86.30% respectively, and the recall values of information classification and retrieval which are 75.36% and 100% respectively. This shows that the system can be used effectively.

Keyword: Information Retrieval, Artificial Neural Network, Classification, Multilayer Perceptron

1. บทนำ

เว็บไซต์พันทิป (www.pantip.com) เป็นเว็บกระทู้ข่าวที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเว็บไซต์ทรูฮิต (www.truehits.net) [1] ได้เก็บสถิติผู้เข้าชมเว็บไซต์ภายในประเทศไทยประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 มีผู้เข้าชมเว็บไซต์พันทิปรวม 129,678 ไอพีแอดเดรส (IP Address) 200,573 เซสชั่น (Session) และจำนวนเข้าชมหน้าเว็บไซต์ทั้งหมด 688,025 ครั้ง เว็บไซต์พันทิปมีส่วนร่วมในการให้ผู้ใช้เข้ามาร่วมแสดงความคิดเห็น และมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการแสดงออกถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ทางสังคม ปริมาณข้อมูลที่ผู้ใช้งานสร้างมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ และเป็นอุปสรรคสำหรับการค้นคืนข้อมูลเป็นอย่างมาก และจำเป็นต้องรู้วิธีการกรองข้อมูลที่เหมาะสมจึงจะสามารถค้นคืนข้อมูลได้รวดเร็วและแม่นยำ ข้อมูลที่ได้จากการค้นคืนจะไม่มีการจำแนกประเภท จึงเป็นอุปสรรคสำหรับการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน

งานวิจัยนี้จึงคิดค้นวิธีในการแก้ไขปัญหาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ซึ่งเป็นกระบวนการที่คอมพิวเตอร์จำลองการทำงานโดยเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูล (Classification) กระทู้ข่าวของเว็บไซต์พันทิป (www.pantip.com) เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูลสำหรับการค้นคืนข้อมูลในขั้นตอนต่อไป โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (Multilayer Perceptron) ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสำหรับการประมวลผลกับงานที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี [2] ข้อมูลที่ได้จะถูกจำแนกดังนี้ สังคมและการเมือง กีฬา ท่องเที่ยว บันเทิง เทคโนโลยี การศึกษา และอื่น ๆ

ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลคำถาม (Query) เข้าสู่กระบวนการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ (Information Retrieval) เพื่อการค้นคืนข้อมูลให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้วิธีการค้นคืนแบบ (Vector Space Model : VSM) ซึ่งเป็นการแทนค่าข้อมูลคำค้นและข้อมูลเอกสารเป็น Vector โดยใช้มุมมองศาเพื่อเปรียบเทียบความคล้ายกันของเอกสาร Vector เอกสารที่มีมุมองศาที่น้อยสุดจะเป็นเอกสารที่มีความคล้ายหรือใกล้เคียงกับคำค้นมากที่สุดและเรียงไปตามลำดับ [3]

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างดัชนี (Indexing)

เป็นกระบวนการสร้างตัวแทนเอกสารเพื่อใช้สำหรับการค้นคืนข้อมูล โดยการสร้างดัชนีแบบแฟ้มผกผัน (Inverted File Index) มีสองขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกทำการวิเคราะห์และแบ่งคำเป็นรายการคำ (Index Term) โดยตัดข้อความที่ไม่มีความหมายหรือคำหยุดออก (Stop Word) และแปลงคำเป็นรากศัพท์ (Stemming) และขั้นที่สองนำข้อความที่ได้จากขั้นแรกมาจัดเก็บเป็นแฟ้มดัชนีพร้อมทั้งเก็บจำนวนเอกสารที่คำนั้น ๆ ปรากฏและระบุหมายเลขเอกสารด้วย [3]

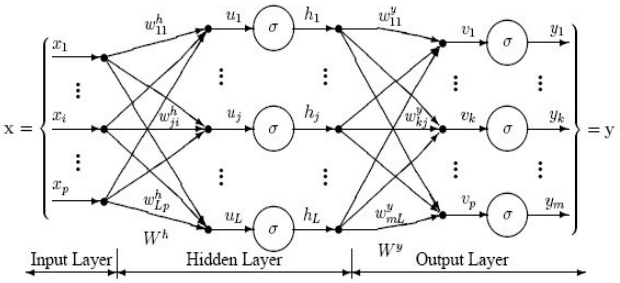
2.2 Vector Space Model

เป็นการค้นคืนเอกสารจากคลังเอกสารที่มีจำนวนมาก ซึ่งเป็นการแทนค่าข้อมูลคำค้นและข้อมูลเอกสารเป็น Vector จากนั้นทำการหาความคล้ายกันระหว่าง Vector ที่มีความคล้ายกันกับข้อมูลคำค้นมากที่สุดโดยการแทนขนาดแต่ละมิติ (Dimension) ของ Vector ด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) แล้วเปรียบเทียบความคล้ายของ Vector (Similarity Measurement) ด้วยการทำ Inner Product หรือ Cosine Product โดยที่ Inner Product คือการเปรียบเทียบความคล้ายระหว่าง Vector ด้วยการนำ Vector มาคูณกัน ผลลัพธ์ที่ได้มีค่ามากแสดงว่ามีความคล้ายกันมาก ส่วน Cosine Product คือการเปรียบเทียบระหว่าง Vector ด้วยมุมที่มีองศาน้อยที่สุด แสดงว่ามีความคล้ายกันมากที่สุด [3]

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น

เป็นกระบวนการเรียนรู้ข้อมูลของเครื่อง โดยลักษณะของโมเดลจะเป็นแบบหลายชั้น มีทั้งหมด 3 Layer ได้แก่ 1) Input Layer คือชั้นของการรับข้อมูลเข้าเพื่อทำการเรียนรู้ ในชั้นนี้จะมีการกำหนดจำนวนข้อมูลนำเข้า (Input) และรูปแบบของข้อมูลตามที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้ 2) Hidden Layer เป็นชั้นของการเรียนรู้ข้อมูลโดย Hidden Layer ชั้นที่ 1 จะสุ่มค่าน้ำหนัก (Weight) ของข้อมูลนั้น ๆ เพื่อเป็นการให้ความสำคัญของแต่ละข้อมูลที่ไม่เท่ากัน และสุ่มค่าความโน้มเอียง (Bias) เพื่อเป็นตัวกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของโมเดล ส่วน Hidden Layer ชั้น

ที่เหลือจะมีการปรับค่าความโน้มเอียง (Bias) และค่าน้ำหนัก (Weight) ในขณะเรียนรู้ให้ได้ค่าที่เหมาะสม ผู้ออกแบบสามารถกำหนดจำนวน Hidden Layer และจำนวนโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม และ 3) Output Layer เป็นชั้นของข้อมูลผลลัพธ์จากการเรียนรู้ของโมเดล โดยข้อมูลนำเข้า (Input) ของชั้นนี้คือข้อมูลผลลัพธ์จาก Hidden Layer ซึ่งจะมีการปรับค่าความโน้มเอียง (Bias) และค่าน้ำหนัก (Weight) ในขณะเรียนรู้เช่นเดียวกับชั้น Hidden Layer ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะอยู่ในลักษณะของคลาส (Class) อาจมีได้มากกว่าสองคลาส [4] ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (MLP) สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multilayer Perceptron [4]

2.2 Apache Solr

โซล่าร์ (Solr หรือApache Solr) [5] เป็นเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ตัวกลาง (Midden Ware) สำหรับค้นคืนข้อมูลโดยทำการสืบค้นข้อมูลจากดัชนีของข้อมูล (Index) [6] ที่ถูกพัฒนาจากไลบารีของระบบสืบค้นลูซีน (Lucene) [7] ใช้เอกสาร XML สำหรับการนำเข้าและส่งออกข้อมูลเพื่อแสดงผลลัพธ์การค้นคืนข้อมูล ทำให้ประสิทธิภาพการค้นคืนมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้งานข้อมูลผ่านโปรโตคอล HTTP ให้สามารถเรียกใช้งานในรูปแบบโปรแกรมงานประยุกต์ (Application Programming Interface) ได้

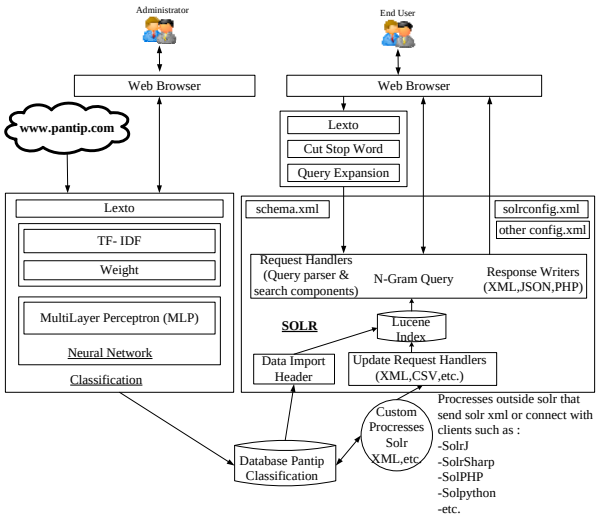
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาเครื่องมือและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาระบบค้นคืนของเว็บกระทู้ข่าวพันทิป และวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผลจากการค้นคืนไม่สามารถจำแนกหมวดหมู่ และไม่สามารถค้นหาด้วยคำคล้ายได้ จากนั้นจึงได้นำมาคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยศึกษาเครื่องมือการสร้างดัชนีของข้อมูล (Index) ในเอกสารโดยใช้ Apache Solr เพื่อใช้สำหรับกระบวนการค้นคืนข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพสูงอีกทั้งยังเป็น Open Source อีกด้วย ศึกษาเครื่องมือในการเรียนรู้ข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลเพื่อให้ได้โมเดลที่แม่นยำมากที่สุด โดยใช้ Rapidminer และศึกษาคลาสไลบรารีสำหรับใช้ในการตัดคำภาษาไทยอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้คลาสไลบรารีเล็กซ์โต (Thai Lexeme Tokenizer : LexTo) ซึ่งเป็นไลบรารีที่ถูกพัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้งานด้วยกัน พบว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบระบบจำแนกและค้นคืนข้อมูลเว็บกระทู้ข่าวด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น มีรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : กระบวนการทำงานของระบบจำแนกและค้นคืนข้อมูลเว็บกระทู้ข่าวด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น

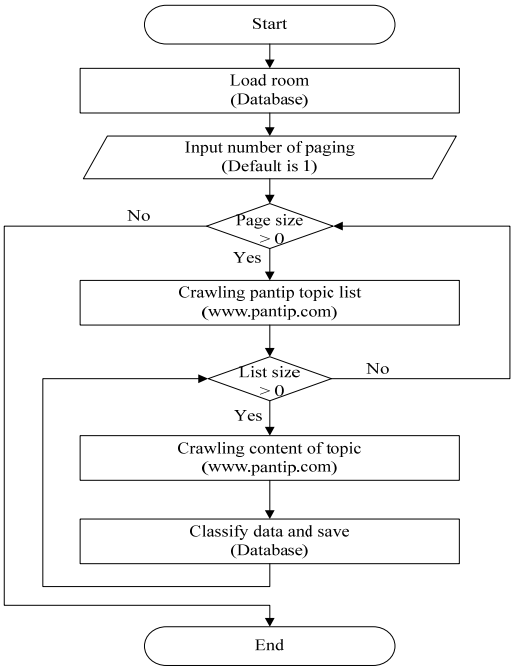
จากภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกระทู้ข่าวจากเว็บไซต์พันทิปโดยผู้ดูแลระบบ จากนั้นระบบจะตัดคำเพื่อคำนวนค่า TF ค่า IDF และค่า Weight สำหรับเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

เพื่อจำแนกลุ่มข้อมูลและเก็บลงในฐานข้อมูลต่อไป ขั้นต่อมาผู้ใช้จะกรอกข้อมูลชุดคำถาม ซึ่งระบบจะแนะนำชุดคำถามแบบอัตโนมัติให้ โดยผู้ใช้จะเลือกหรือไม่ก็ได้ จากนั้นระบบจะตัดคำหยุด (Stop Word) ออก และทำการขยายชุดคำถาม (Query Expansion) เพื่อให้ได้ข้อมูลชุดคำถามที่เหมาะสม จากนั้นจะนำชุดข้อคำถามนี้ไปค้นหาใน *Lucene* ที่ทำการสร้างดัชนีข้อมูลไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและตรงตามความต้องการมากที่สุด

3.3 การพัฒนาระบบ

3.3.1 กระบวนการรวบรวมและจำแนกข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลใช้ Javascript และ jQuery เป็นตัวสร้างเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์พันทิป เนื่องจาก Javascript มีหลักการทำงานแบบ Asynchronous [8] จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการเขียนโปรแกรมแบบ Recursive [9] เพื่อให้กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : ขั้นตอนการทำงานของระบบเก็บรวบรวมข้อมูล

จากภาพที่ 3 เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบเก็บรวบรวมข้อมูลกระทู้ข่าวจากเว็บไซต์พันทิป ขั้นแรกโหลดข้อมูลห้องข่าวจากฐานข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้โดยมีทั้งหมด 28 ห้องข่าว ขั้นที่ 2 กำหนดจำนวน Paging ที่ต้องการดาวน์โหลด ซึ่งแต่ละ Paging จะมีค่าเท่ากับ 50 เนื้อหา ขั้นที่ 3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหัวข้อกระทู้ข่าวจากเว็บไซต์พันทิปโดยกำหนดให้ทำงานแบบคู่ขนาน (Parallel) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต้องรอห้องใดห้องหนึ่งทำเสร็จก่อน ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลเนื้อหาของแต่ละหัวข้อข่าวที่ถูกส่งมาจากขั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นชุดข้อมูลในการจำแนกกลุ่มต่อไป

การจำแนกข้อมูลได้นำกระบวนการเรียนรู้ข้อมูลของเครื่อง (Machine Learning) แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) [4] ในการเรียนรู้ข้อมูลเพื่อจำแนกกลุ่ม โดยใช้ Rapidminer เป็นเครื่องมือสร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (MLP) สำหรับจำแนกกลุ่มของกระทู้ข่าวที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูล มีข้อมูลนำเข้า (Input Layer) เท่ากับ 1,007 ข้อมูล และใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ 17-17-17-7 นั่นคือมี Hidden Layer ทั้งหมด 3 ชั้น โดย Hidden Layer ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 แต่ละชั้นมีจำนวน 17 Nodes และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) มีจำนวน 7 Nodes ด้วยกันโดยที่ทุกชั้นของโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้ฟังก์ชันการกระตุ้นแบบซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมดังตารางที่ 1

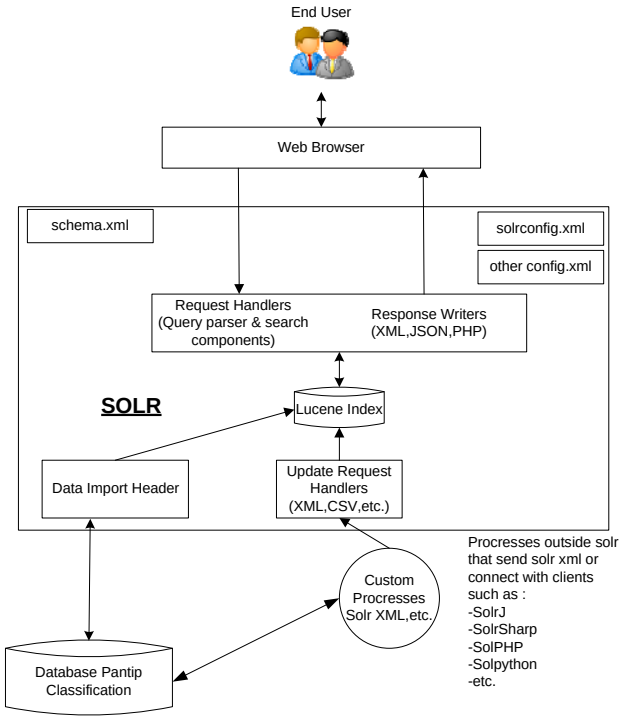
ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูล

	การเมือง	กีฬา	ท่องเที่ยว	บันเทิง	เทคโนโลยี	การศึกษา	อื่น ๆ
การเมือง	102	5	3	4	1	3	11
กีฬา	3	101	3	2	2	1	6
ท่องเที่ยว	4	7	81	0	6	2	13
บันเทิง	1	0	2	154	5	1	2
เทคโนโลยี	2	1	2	6	74	0	6
การศึกษา	6	0	2	9	2	51	4
อื่น ๆ	7	5	11	2	5	5	25

จากตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 17-17-17-7 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 74.51% ค่าความระลึก (Recall) เท่ากับ 75.36% และค่าเฉลี่ยผิดพลาดกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) เท่ากับ 0.442

3.3.2 กระบวนการค้นคืนข้อมูลแบบ (VSM)

การค้นคืนข้อมูลใช้หลักการ Vector Space Model ในการค้นคืนข้อมูลโดยใช้ Apache Solr ในการสร้างดัชนีของข้อมูล (Index) สำหรับใช้ในการค้นคืนข้อมูลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีกระบวนการทำงานดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : กระบวนการทำงานของ Apache Solr

จากภาพที่ 4 แสดงถึงโครงสร้างการทำงานของ Apache Solr โดยเริ่มจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลชุดคำถามผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) โดยระบบจะทำการแปลงชุดคำถามโดยผ่าน Query Parser เพื่อตรวจสอบประเภทและฟิวส์ของข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ใน Apache Solr จากนั้นนำชุดข้อคำถามนี้ไปค้นหาใน Lucene ที่ทำการสร้างดัชนีข้อมูลไว้ และส่งผลลัพธ์กลับมายังผู้ใช้โดยจะแปลงข้อมูลให้เป็นประเภทตามที่ตั้งค่าไว้

4. ผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่า F-Measure [10] ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล

4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน

ประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลทดสอบจากข้อมูลชุดคำถาม 12 ชุดคำถามได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน

Keyword	Precision	Recall
เลือกตั้งผู้ว่ากทม	0.93	1
ประชุมสภา	0.72	1
ศึกแดงเดือด	0.95	1
นักกีฬาดีเด่น	0.89	1
เที่ยวเชียงใหม่	0.84	1
น้ำตกสวย	0.91	1
อ่านการ์ตูน	0.82	1
ละครไทยทำไมต้องน้ำเน่า	0.83	1
อยากได้มือถือใหม่	0.88	1
ราคา iphone	0.89	1
โรงเรียนน่าอยู่	0.87	1
นักเรียนนักศึกษา	0.94	1
ค่าเฉลี่ยรวม	0.863	1

จากการทดสอบพบว่าได้ค่า Precision เท่ากับ 86.30% ค่า Recall เท่ากับ 100% และค่า F-Measure เท่ากับ 80%

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูล

ประสิทธิภาพของโมลเดลจากการเรียนรู้ได้ค่า Precision เท่ากับ 74.51% ค่า Recall เท่ากับ 75.36% และค่า Mean Square Error (MSE) เท่ากับ 0.44 ส่วนประสิทธิภาพของโมเดลเมื่อทดสอบกับข้อมูลจริงจำนวน 1,000 ข้อมูลได้ค่า Precision เท่ากับ 75.41 % ค่า Recall เท่ากับ 75.38 % จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลอยู่ในระดับที่ดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการค้นคืนข้อมูลแบบ Vector Space Model โดยใช้ Apache Solr ในการสร้างดัชนีข้อมูลสำหรับใช้ในการค้นคืนข้อมูล ซึ่งใช้ Lexto ในการตัดคำของชุดคำถามเพื่อนำไปขยายข้อคำถาม (Query Expansion) ให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากที่สุดผลจากการทดสอบประสิทธิภาพได้ค่า Precision เท่ากับ 86.30% ค่า Recall เท่ากับ 100% ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น ถูกนำมาใช้สำหรับการจำแนกข้อมูลโดยใช้ Rapidminer ในการสร้างโมเดลการจำแนกข้อมูลนี้ มีข้อมูลนำเข้า (Input Layer)

เท่ากับ 1,007 ข้อมูล และใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ 17-17-17-7 นั่นคือมี Hidden Layer ทั้งหมด 3 ชั้น โดย Hidden Layer ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 แต่ละชั้นมีจำนวน 17 Nodes และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) มีจำนวน 7 Nodes ด้วยกัน โดยที่ทุกชั้นของโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้ฟังก์ชันการกระตุ้นแบบซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลจากข้อมูลจริงจำนวน 1,000 ข้อมูลได้ค่า Precision เท่ากับ 75.41% ค่า Recall เท่ากับ 75.38% ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการจำแนกและค้นคืนข้อมูลอยู่ในระดับที่ดีมาก

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการดังนี้ ประการแรกคือ ระบบไม่สามารถค้นคืนข้อมูลแบบ Real Time ได้เนื่องจากข้อมูลหลักจะอยู่ที่เว็บไซต์พันทิปจำเป็นต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะ ๆ ประการที่ 2 ระบบไม่สามารถจำแนกคำที่เขียนผิดได้ อย่างไรก็ตามในอนาคตงานวิจัยนี้พัฒนาระบบเพิ่มเติม ให้สามารถรองรับกับการค้นคืนข้อมูลด้วยการประมวลผลภาษาธรรมชาติ และสามารถเรียนรู้ข้อความที่เขียนผิดได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Page Of Truehits, http://truehits.net/script/201302/rank0.php [Access: 20 March 2013]

[2] เอกรินทร์ แซ่เฮ้ง, “โครงข่ายประสาทเทียมกับการประยุกต์ใช้งาน (ตอนที่ 1 รู้จักกับโครงข่ายประสาทเทียม).” แผนกสารสนเทศ สำนักวิชาการ วิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพ, 2010.

[3] W. B. Frakes and R. Baeza-Yates, eds., *Information Retrievall: Data Structures & Algorithms*, Pretice Hall, 1992.

[4] พยุง มีสัจ. *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[5] Main page of Solr, http://lucene.apache.org/solr/ [Access: 20 March 2013]

[6] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*, ACM Press, Addison Wesley, 1999.

[7] Main page of Apache Lucene, http://lucene.apache.org [Access: 20 March 2013]

[8] PageOfMicrosoft ,http://blogs.msdn.com/b/ie/archive/2011/09/11/asynchronous-programming-in-javascript-with-promises.aspx [Access: 20 March 2013]

[9] Page Of Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Recursion_(computer_science) [Access: 20 March 2013]

[10] Kongthon, A., Haruechaiyasak, C., Sangkeettrakarn, C., Palingoon, P. and Wunnasri, W. “HotelOpinion: An opinion mining system on hotel reviews in Thailand.” *Technology Management in the Energy Smart World (PICMET), 2011 Proceedings of PICMET '11*. Portland : Portland State University, pp. 1-6, 2011.

การจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาโดยการใช้แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง: กรณีศึกษาโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

Clustering School by Quality Education Using Self-Organizing Map: Case Study School Under the Jurisdiction of the Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization

นิรันด์ สารรัมย์ (Nirun Sararum)[1] คำรณ สุนัติ (Khamron Sunat)[2]
และสิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (Sirapatch Chiewchanwattana)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]nirun@kkumail.com, [2]khamron_sunat@yahoo.com, [3]sirapatch@yahoo.com

บทคัดย่อ

การจัดการศึกษาไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานนั้น เป็นปัญหาสำคัญในการบริหารเนื่องจากโรงเรียนไม่ทราบจุดอ่อนและข้อบกพร่อง จึงอาจทำให้การบริหารการศึกษาอาจเกิดความล้มเหลวได้ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง 58 โรงเรียน โดยการใช้แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (SOM) เพื่อให้สถานศึกษาทราบปัญหาและจุดบกพร่องเมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่น โดยจะแสดงเป็นแผนภาพเสมือนข้อมูล (Data Visualization) ซึ่งจะบอกถึงคุณภาพของสถานศึกษาในแต่ละมาตรฐาน พร้อมทั้งบอกถึงกลุ่มของสถานศึกษาว่าอยู่ในกลุ่มใด โดยการนำเอาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบอิงเกณฑ์และอิงสถานศึกษาจากการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) รอบที่ 2 ซึ่งมี 14 ปัจจัยจาก 3 ด้าน คือ ด้านผู้เรียน ด้านครูและด้านผู้บริหาร จากการทดลองพบว่าโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดีซึ่งมีทั้งหมด 22 โรงเรียน และโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องปรับปรุงมีทั้งสิ้น 6 โรงเรียน โดยภาพรวมของกลุ่มสถานศึกษาตัวอย่างทั้ง 58 โรงเรียน มาตรฐานที่ต้องปรับปรุงคือ มาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร และมาตรฐานที่ 8) ครูมีคุณวุฒิ ความรู้/ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบและครูเพียงพอ

คำสำคัญ: การจัดกลุ่ม แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง มาตรฐานการศึกษา โรงเรียน คุณภาพ

Abstract

Under standard education management is a major problem to administration due to the lack of information related to school's weaknesses and shortcomings. This may lead to failure in running a school. This paper presents the investigation on the categorizing of the 58 schools using Self-Organizing Map (SOM) in order to study the issues of weaknesses and shortcomings compared with other educational institutions. The findings are presented in form of Data Visualization, reporting the quality of education in each standard including level of standard each school was attached with. This was done by using the average score based on the criteria and on the assessment of the Office of Education Standards and Quality Assessment (Public Organization) in the second round. There were 14 factors from three aspects namely, the students, the teachers and the administrators. It was found that from the total of 58 schools, 22 schools were rated in the high-quality group while 6 were rated as needed improvement. Three standards were found to be under average and need improvement. These were Standard 5 which was about knowledge and skills of students; Standard 8 concerned with teachers qualifications / knowledge and ability to meet the responsibilities and also the adequate number teachers.

Keyword: Clustering, Self-Organizing Map, SOM, Education Standards, School, Quality

1. บทนำ

การพัฒนาชาติให้มั่นคงถาวรนั้น จำเป็นต้องอาศัยกำลังคนเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นคนในชาติจึงต้องมีความรู้ความสามารถ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน ทั้งยังต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ ความรู้ สติปัญญา และคุณธรรม จริยธรรมในการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นสถานศึกษาซึ่งทำหน้าที่เป็นองค์กรหลักจะต้องจัดการศึกษาให้มีคุณภาพ เพื่อให้ผู้เรียนนั้น ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 [1] ได้กำหนดให้สถานศึกษา ต้องมีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาทุกระดับ พร้อมทั้งให้การประกันคุณภาพการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยมีสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ซึ่งมีฐานะเป็นองค์การมหาชน ทำหน้าที่ประเมินและรับรอง ดังนั้นสถานศึกษาที่ได้รับการรับรองจึงหมายถึงสถาบันที่มีคุณภาพและส่งผลให้ผู้เรียน ผู้ปกครองรวมทั้งชุมชนเกิดความเชื่อมั่นในการจัดการศึกษาของสถานศึกษาว่า ผู้เรียนจะมีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา และทัดเทียมกับสถานศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา เช่นเดียวกัน

โรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา เป็นโรงเรียนที่มีความหลากหลาย พร้อมทั้งมีบริบทและทรัพยากรที่แตกต่างกัน ทำให้ต้นสังกัดยากที่จะวางแผนในการพัฒนาโรงเรียนเหล่านั้นให้ตรงกับความต้องการของสถานศึกษาหรือความความต้องการของชุมชน ที่ต้องการสถานศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา

การจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษานั้น เป็นการจัดกลุ่มของโรงเรียนที่มีบริบทที่คล้ายคลึงกัน และแบ่งสถานศึกษาออกเป็นกลุ่มตามตัวชี้วัดของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานและจัดกลุ่มโรงเรียนที่มีคุณภาพสูง - ต่ำ ตามบริบทของสถานศึกษา

แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (SOM) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีผู้สอน ซึ่งสามารถเรียนรู้และจัดการตัวเองด้วยการประมวลผลและการจำแนกชุดข้อมูลนำเข้าออกเป็นกลุ่มจากข้อมูลหลายมิติ ให้อยู่ในรูปของแผนภาพ 2 มิติ ซึ่งมีจุดเด่นคือข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันจะอยู่ในโหนดที่ใกล้เคียงกัน จึงสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมของข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เรื่องแผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (SOM) มาช่วยในการวิเคราะห์การจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่าง 58 โรงเรียน เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร, หน่วยงานต้นสังกัด, หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือแม้กระทั่งสถานศึกษาเอง นำมาวิเคราะห์ และใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารหรือจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและได้คุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานการศึกษาและการประเมินคุณภาพภายนอก

การประเมินคุณภาพการศึกษา [2] เป็นการติดตามตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาโดยผู้รับผิดชอบในการประเมินคือ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นให้สถานศึกษามีคุณภาพดียิ่งขึ้น โดยผู้ประเมินภายนอกนั้นต้องมีความเป็นอิสระและเป็นกลางไม่มีผลประโยชน์หรือขัดแย้งกับสถานศึกษา เพื่อสร้างสรรค์พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาอย่างแท้จริง ซึ่งมาตรฐานการศึกษาที่ใช้ในการประเมินในรอบที่ 2 มีดังนี้

ด้านผู้เรียน : 1) ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ 2) ผู้เรียนมีสุขนิสัย สุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี 3) ผู้เรียนมีสุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา 4) ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ 5) ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร 6) ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง 7) ผู้เรียนมีทักษะในการทำงาน

รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต

ด้านครู : 8) ครูมีคุณวุฒิ ความรู้/ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบและครูเพียงพอ 9) ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ด้านผู้บริหาร : 10) ผู้บริหารมีภาวะผู้นำและมีความสามารถในการบริหารจัดการ 11) สถานศึกษามีการจัดองค์กร/โครงสร้างและการบริหารงานอย่างเป็นระบบ ครบวงจรให้บรรลุเป้าหมายการศึกษา 12) สถานศึกษามีการจัดกิจกรรมและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 13) สถานศึกษามีหลักสูตรเหมาะกับผู้เรียนและท้องถิ่น มีสื่อการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 14) สถานศึกษาส่งเสริมความสัมพันธ์และความร่วมมือกับชุมชนในการพัฒนาการศึกษา

2.2 วิธีแผนผังการจัดระเบียบตัวเอง

แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (Self-Organizing Map) หรือ SOM [4],[5] เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีผู้สอน คิดค้นโดย Teuvo Kohonen นิยมใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลหลายมิติหรือใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างภาพเสมือนข้อมูล (Data Visualization) เป็นต้น SOM มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยชั้นข้อมูลนำเข้าและชั้นข้อมูลนำออก ในลักษณะ 2 มิติ และมีค่าน้ำหนัก (Weight Vector) ที่มีรูปแบบคือ

$$W_i=[w_{i1},w_{i2},\ldots,w_{id}] \quad (1)$$

โดยที่ W_i เป็นค่าน้ำหนักและ d เป็นมิติข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อกับนิวรอนใกล้เคียง

ในการเรียนรู้ของ SOM [5] เริ่มต้นจากการสุ่มค่าน้ำหนักให้กับนิวรอนแต่ละตัวโดยที่ค่า W_i เป็นการสุ่มข้อมูลนำเข้าแล้วนำไปเรียนรู้ของแต่ละรอบข้อมูลนำเข้า หลังจากนั้นจะถูกคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูล W_i กับค่าน้ำหนักของนิวรอนแต่ละตัว เมื่อนิวรอนตัวใดมีค่าน้ำหนักใกล้กับ W_i ที่สุดจะเรียกนิวรอนตัวนั้นว่า Best-Matching Unit (BMU)

$$\|X_j-W_c\|=\min_i\{\|X_j-W_i\|\} \quad (2)$$

เมื่อ $\|-\|$ เป็นการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลแบบวิธียูคลิด (Euclidean Distance)

จากนั้นทำการปรับค่า W_i ของนิวรอนที่เป็น BMU และนิวรอนใกล้เคียง จึงทำให้ค่านิวรอนที่ได้ใหม่นี้มีการเข้าใกล้ข้อมูลกันมากยิ่งขึ้นแล้วมีการปรับตามสมการดังนี้

$$W_i(t+1)=W_i(t)+\alpha(t)h_{ci}(t)[X_j(t)-W_i(t)] \quad (3)$$

เมื่อ t เป็นจำนวนรอบในการประมวลผลแต่ละครั้ง

$X_j(t)$ เป็นค่าที่เกิดจาก Input Vector ที่ได้จากการสุ่มข้อมูลนำเข้าการประมวลผลในแต่ละครั้ง

$\alpha(t)$ เป็นอัตราการเรียนรู้จำนวนรอบที่ t

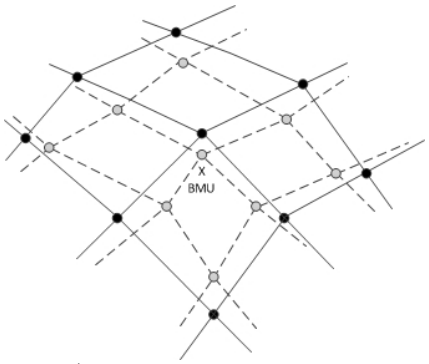
$h_{ci}(t)$ เป็นการปรับนิวรอนที่อยู่ใกล้เคียงของนิวรอนที่เป็น BMU

การกำหนดขอบเขตหรือบริเวณใน SOM ใช้สมการดังนี้

$$h_{ci}(t)=\exp\left(\frac{\|r_i-r_c\|^2}{2\sigma^2(t)}\right) \quad (4)$$

เมื่อ $\|r_i-r_c\|$ เป็นระยะห่างของจุด c และ i

$\sigma(t)$ เป็นรัศมีของนิวรอนที่ใกล้เคียงที่จำนวนรอบที่ t$\sigma(t)$ และ $\alpha(t)$ ลดลงเมื่อจำนวนรอบเพิ่มขึ้น และหยุดการเรียนรู้เมื่อ $\alpha(t)$ เข้าใกล้ศูนย์หรือค่า w_j ของนิวรอนแต่ละตัวคงที่หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่1: การปรับค่าน้ำหนัก Best Matching Unit (BMU) เข้าใกล้จุดศูนย์กลาง คือจุด X

M. Y. Kiang และ D. M. Fisher [6] ได้ศึกษาเรื่อง Selecting the right MBA schools – An application of self-organizing map networks ได้นำวิธีแผนผังการจัดระเบียบตนเองในการประมวลข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สถาบันการศึกษา จำนวน 79 แห่ง ที่ทำการสอนหลักสูตร MBA เพื่อให้ผู้ที่สนใจเข้าศึกษา ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเลือกสถานศึกษาให้เหมาะกับตนเอง โดยได้แบ่งสถาบันออกเป็นกลุ่มๆ ได้แก่ Elite, High value, Prestige, Budget

B.Martín-del-Brío, A.Bono-Nuez และ N. Medrano-Marqués [7] ได้ศึกษาเรื่อง Sale-Organizing Map for Embedded Microprocessor Selection ได้นำวิธีแผนผังการจัด

ระเบียบตนเองในการประมวลข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของไมโครโปรเซสเซอร์ โดยมีองค์ประกอบ 6 องค์ประกอบด้วยกันคือ ความเร็ว, รอม, กระบวนการนำเข้าและกระบวนการนำออก, แรม, กำลังไฟ และราคา เพื่อนำไปใช้ในการเลือกไมโครโปรเซสเซอร์ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน

3. วิธีการทดลอง

3.1ขั้นการเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากผลการประเมินรอบที่ 2 ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 58 โรงเรียน โดยมี 14 มาตรฐาน จาก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้เรียนจำนวน 7 มาตรฐาน ด้านครูจำนวน 2 มาตรฐานและด้านผู้บริหารจำนวน 5 มาตรฐาน แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา ซึ่งการเตรียมชุดข้อมูลที่จะเป็นข้อมูลนำเข้านั้นจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุล . data ดังนี้

14

#n	ST1	ST2	ST3	ST4	..	ST14	
2.39	2.49	1.78	2.49	3.83	..	2.73	S01
3.86	3.85	3.83	3.20	2.39	..	1.78	S02
3.08	3.20	3.21	2.39	3.85	..	3.14	S03
:	:	:	:	:	..	:	:
3.10	2.20	3.20	3.85	2.49	..	2.38	S58

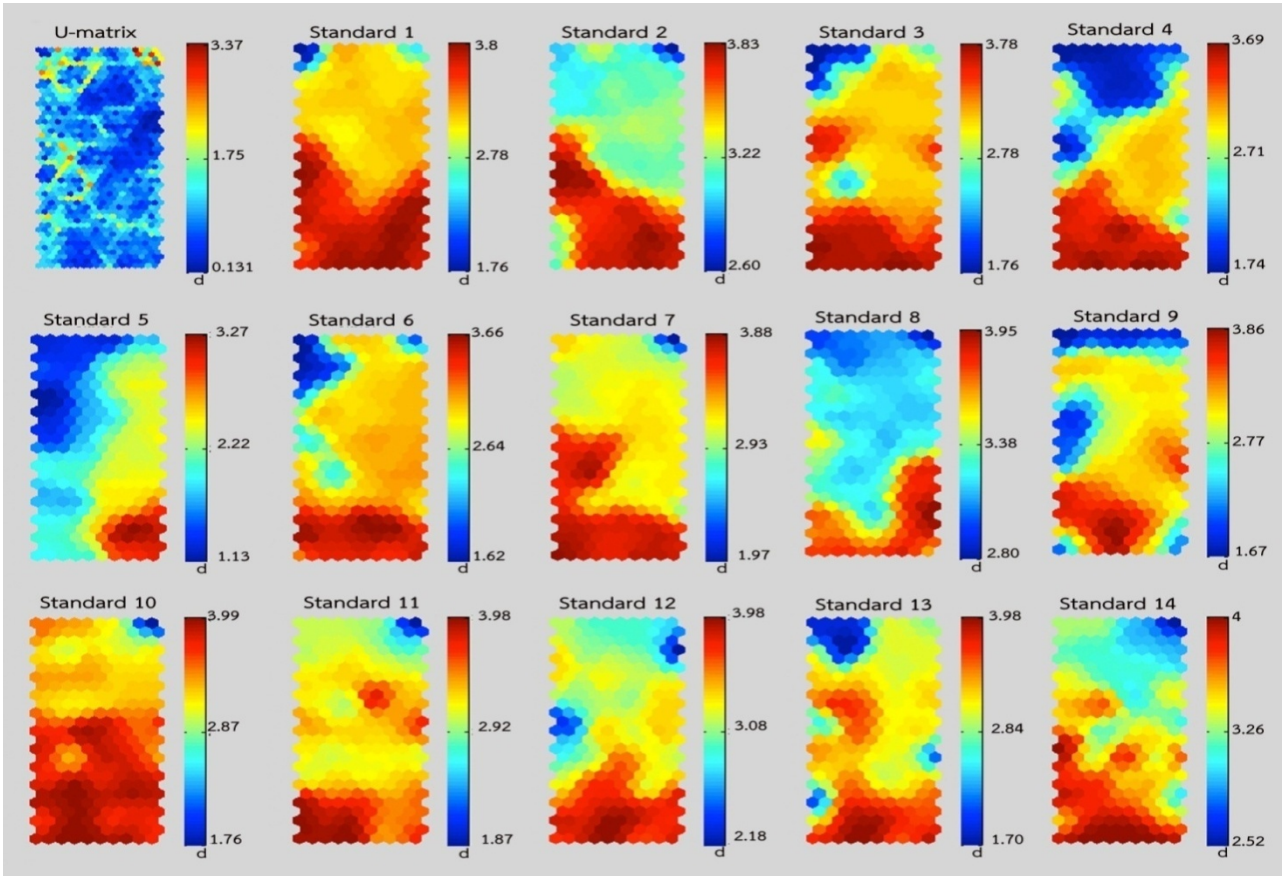
ภาพที่2: รูปแบบของไฟล์ข้อมูลนำเข้าในการทดลอง

3.2 ขั้นการเรียนรู้จัดกลุ่มข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้จัดเตรียมข้อมูลแล้วจึงนำไฟล์ นำเข้าสู่การเรียนรู้ด้วยวิธี SOM [3],[4],[5] เพื่อให้ได้ภาพเสมือนข้อมูลในรูป U-matrix ซึ่งความเข้มของสีจะบ่งบอกถึงคุณภาพ จึงทำให้สามารถวิเคราะห์คุณภาพและจัดกลุ่มสถานศึกษาได้

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองสามารถแสดงในรูป U-matrix ดังภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งการแสดงผลในรูปแบบของ U-matrix เป็น



ภาพที่ 3: U-matrix ของแต่ละมาตรฐาน

การแสดงข้อมูลหลายมิติ ให้อยู่ในรูป 2 มิติ มีโทนสีปรากฏในการเกาะกลุ่มบอกถึงระดับของการครอบคลุมพื้นที่ BMU ของแต่ละมาตรฐาน จากรูปที่ 3 เป็นการแสดงกลุ่มของข้อมูลในแต่ละมาตรฐาน ซึ่งจะมีระดับสีและช่วงค่าของคะแนน โดยคะแนนที่สูงบอกถึงมีคุณภาพสูงและคะแนนที่ต่ำบอกถึงคุณภาพที่ต่ำ พร้อมทั้งมีโทนสีคือสีน้ำเงินเข้มจะหมายถึงมีคุณภาพต้องปรับปรุงหรือต่ำ สีแดงจะหมายถึงมีคุณภาพในระดับดีมากหรือสูง จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพรวมและทราบคุณภาพของสถานศึกษาของแต่ละมาตรฐาน ของกลุ่มโรงเรียนตัวอย่างทั้ง 58 แห่งได้ดังนี้

มาตรฐานที่ 1) ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ มาตรฐานที่ 3) ผู้เรียนมีสุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬาและมาตรฐานที่ 10) ผู้บริหารมีภาวะผู้นำและมีความสามารถในการบริหารจัดการ จากมาตรฐานดังกล่าวเป็นมาตรฐานที่โรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา มีคุณภาพส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากโดยแผนภาพแสดงสีส่วนใหญ่คือสีส้มจนถึงแดงเข้ม

มาตรฐานที่ 7) ผู้เรียนมีทักษะในการทำงาน รักการทำงานสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต 11) สถานศึกษามีการจัดองค์กร/โครงสร้างและการบริหารงานอย่างเป็นระบบ ครบวงจรให้บรรลุเป้าหมายการศึกษา 12) สถานศึกษามีการจัดกิจกรรมและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 13) สถานศึกษามีหลักสูตรเหมาะกับผู้เรียนและท้องถิ่น มีสื่อการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนเรียนรู้จากมาตรฐานดังกล่าว โรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีโดยได้จากการอ่านระดับความเข้มของสีซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในส่วนของสีส้ม

มาตรฐานที่ 2) ผู้เรียนมีสุขนิสัย สุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี 4) ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ 6) ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง 9) ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 14) สถานศึกษาส่งเสริมความสัมพันธ์และความร่วมมือกับชุมชนในการพัฒนาการศึกษาจากมาตรฐานดังกล่าวมีการกระจายคุณภาพทั้งโรงเรียนดีมากและโรงเรียนต้องปรับปรุงค่อนข้างสูงโดยค่าความเข้มของสีแดงและน้ำเงินถูกแบ่งอย่างชัดเจน

มาตรฐานที่ 5) ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร 8) ครูมีคุณวุฒิ ความรู้/ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบและครูเพียงพอ จากมาตรฐานดังกล่าวโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่างโทนสีส่วนใหญ่ในแผนภาพจะประกอบไปด้วยสีน้ำเงิน ซึ่งแสดงว่าคุณภาพตามมาตรฐานอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

หลังจากได้แผนภาพ U-matrix แล้วจึงนำไปหาขอบเขตของแต่ละกลุ่ม โดยได้ใช้ช่วงคะแนนตามของสมศ. ที่ใช้ในการประเมินซึ่งสามารถกำหนดได้ 4 กลุ่มคือ

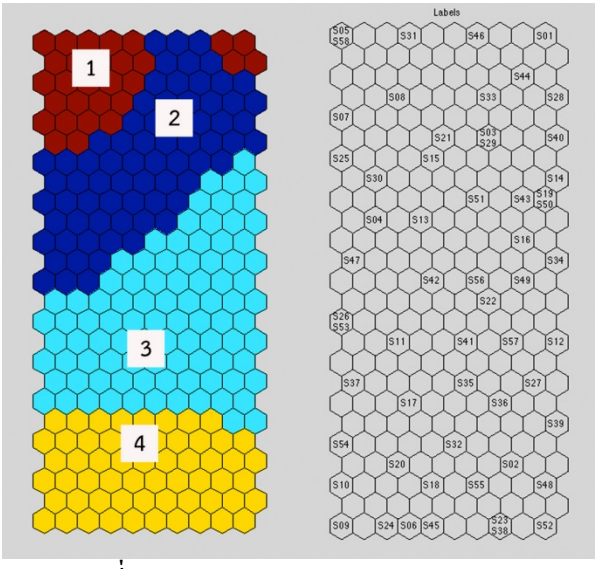
กลุ่มที่ 1 มีคุณภาพที่ต้องปรับปรุง ค่าเฉลี่ย ต่ำกว่า 1.75

กลุ่มที่ 2 มีคุณภาพพอใช้ ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.75 - 2.74

กลุ่มที่ 3 มีคุณภาพดี ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.75 - 3.50

กลุ่มที่ 4 มีคุณภาพดีมาก ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.00

ได้ขอบเขตของแต่ละกลุ่มดังนี้



ภาพที่ 4: บริเวณและขอบเขตของกลุ่มโรงเรียน 4 กลุ่ม

จากรูปที่ 4 สามารถวิเคราะห์โรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มของสถานศึกษาที่มีคุณภาพต้องปรับปรุง มี BMU ซึ่งเป็น รหัสของสถานศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 6 โรงเรียน ดังนี้ S01, S05, S07, S08, S31 และ S58

กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มของสถานศึกษาที่มีคุณภาพพอใช้มี BMU ซึ่งเป็น รหัสของสถานศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 15 โรงเรียน ดังนี้ S03, S04, S13, S15, S21, S25, S28, S29, S30, S33, S40, S44, S46, S47 และ S51

กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มของสถานศึกษาที่มีคุณภาพดีมี BMU ซึ่งเป็น รหัสของสถานศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 22 โรงเรียน ดังนี้ S11, S12, S14, S16, S17, S19, S22, S26, S27, S34, S35, S36, S37, S39, S41, S42, S43, S49, S50, S53, S56 และ S57

กลุ่มที่ 4 คือกลุ่มของสถานศึกษาที่มีคุณภาพดีมากมี BMU ซึ่งเป็น รหัสของสถานศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 15 โรงเรียน ดังนี้ S02, S06, S09, S10, S18, S20, S23, S24, S32, S38, S45, S48, S52, S54 และ S55

6. การเปรียบเทียบความถูกต้อง

หลังจากที่ได้กลุ่มข้อมูลจากการเรียนรู้ด้วย SOM แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเปรียบเทียบความถูกต้องของผลที่ได้กับวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอื่น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกการจัดกลุ่มแบบ Fuzzy C-Mean [8] และ K-Mean [9] มาเปรียบเทียบ ซึ่งการวิเคราะห์หาความถูกต้องของตัวแบบ ใช้สมการดังนี้

$$p = \frac{cn}{n} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ p คือ ร้อยละความแม่นยำของการจัดกลุ่ม

cn คือ จำนวนสมาชิกในกลุ่มที่ตรงกัน

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์

ตารางที่ 1: ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการจัดกลุ่ม ระหว่าง SOM, K-Mean และ Fuzzy C- mean

วิธีการ	จำนวนที่ตรงกัน	ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง
SOM กับ Fuzzy C-mean	52	89.65
SOM กับ K-Mean	52	89.65
Fuzzy C-mean กับ K-Mean	50	86.20

7. สรุปผลการทดลอง

วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มโรงเรียนตามมาตรฐานการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 58 แห่ง สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา โดยการนำผลการประเมินสถานศึกษาภายนอก รอบที่ 2 ซึ่งการจัดกลุ่มใช้วิธีแผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (SOM) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานต้นสังกัดได้ทราบถึงจุดบกพร่องของโรงเรียนในสังกัด พร้อมทั้งสถานศึกษาทราบถึงคุณภาพของตนว่าอยู่ในกลุ่มใด ทั้งยังเป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร นำมาวิเคราะห์ และใช้เป็นตัวช่วยในการบริหารหรือจัดการศึกษาให้ได้คุณภาพมาตรฐานการศึกษา จากการศึกษาพบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดีซึ่งมีทั้งหมด 22 โรงเรียน และโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องปรับปรุงมีทั้งสิ้น 6 โรงเรียน ซึ่งมีผลเฉลี่ยความถูกต้องของการจัดกลุ่ม 89.65% และภาพรวมของสถานศึกษาตัวอย่างทั้ง 58 โรงเรียน มาตรฐานที่ต้องปรับปรุงคือ มาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตรและมาตรฐานที่ 8 ครูมีคุณวุฒิ ความรู้/ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบและครูเพียงพอ

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ, "พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 (เฉพาะสาระที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพ)". [ออนไลน์]. Available: http://cgsc.rta.mi.th/cgsc/ea/Regulation2. [วันที่เข้าถึงข้อมูล: 07-สค-2012].

[2] สำนักงานคณะกรรมการกรอุดมศึกษา, *คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา พ .ศ.2553*, พิมพ์ครั้งที่3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด :กรุงเทพมหานคร .

[3] The Laboratory of Computer and Information Science (CIS), Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology. SOM toolbox [Online] 2003 [Cited 2008 Aug 20]. Available from: http://www.cis.hut.ft/projects/xomtoolbox.

[4] T. Kohonen, "The self-organizing map," *Proceedings of the IEEE*, vol. 78, no. 9, pp. 1464 –1480, Sep. 1990.

[5] J. Vesanto, J. Himberg, E. Alhoniemi, and J. Parhankangas, "Self-Organizing Map in Matlab: the SOM Toolbox," in *In Proceedings of the Matlab DSP Conference*, 2000, pp. 35–40.

[6] M. Y. Kiang and D. M. Fisher, "Selecting the right MBA schools – An application of self- organizing map networks," *Expert Systems with Applications*, vol. 35, no. 3, pp. 946–955, Oct. 2008.

[7] B. Martín-del-Brío, A. Bono-Nuez, and N. Medrano-Marqués, "Self-organizing maps for embedded processor selection," *Microprocessors and Microsystems*, vol. 29, no. 7, pp. 307–315, Sep. 2005.

[8] Chiu, S., "Fuzzy Model Identification Based on Cluster Estimation," Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Vol. 2, No. 3, Spet. 1994.

[9] Spath, H. Cluster Dissection and Analysis: Theory, FORTRAN Programs, Examples. Translated by J. Goldschmidt. New York: Halsted Press, 1985.

การปรับปรุงเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีมเชิงวิวัฒนาการโดยใช้พื้นฐานของขั้นตอนวิธีกราวิเตชันแนลเสิร์ช

An improved Evolutionary Extreme Learning Machine based on Gravitational Search Algorithm

ปฐวี ประทาน (Patawee Pratharn)[1] และคำรณ สุนัติ (Khamron Sunat)[2]
สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (Sirapat Chiewchanwattana)[3] และปัญญาพล หอระตะ (Panyapol Horata)[4]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม (Extreme Learning Machine) เป็นขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ที่มีความเร็ว โดยมีโครงสร้างแบบ Single-hidden layer feedforward neural networks แต่อย่างไรก็ตาม ELM ยังคงใช้การสุ่มค่าสำหรับค่าน้ำหนักในชั้นนำเข้าข้อมูลและค่าเอนเอียงในชั้นซ่อนซึ่งค่าที่ได้อาจไม่ใช่ค่าเหมาะสมที่สุด งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการผสมขั้นตอนวิธีเครื่องจักรเรียนรู้ และขั้นตอนวิธีกราวิเตชันแนลเสิร์ชเพื่อเลือกค่าน้ำหนักของชั้นอินพุทและค่าเอนเอียงของชั้นซ่อนที่เหมาะสม และใช้เมตริกซ์ผกผันแบบมอร์-เพนโรส (Moore-Penrose generalized inverse) สำหรับหาคำตอบในชั้นเอ้าท์พุท ซึ่งขั้นตอนวิธีที่นำเสนอนี้ถูกเรียกว่า Gravitational Search Algorithm Extreme Learning Machine (GSA-ELM) จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ ELM และ SaE-ELM แสดงให้เห็นว่า GSA-ELM ให้ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลสูงกว่า ELM และ SaE-ELM

คำสำคัญ: เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม กราวิเตชันแนลเสิร์ช

Abstract

Extreme learning machine (ELM) is a fast learning algorithm proposed for single-hidden layer feedforward neural networks (SLFNs). However, ELM use random value of the input weight and hidden biases may not the optimal value. In this paper a hybrid of Extreme Learning Machine and Gravitational Search Algorithm (GSA) is proposed, which uses GSA to select the input weights and hidden biases and Moore-Penrose (MP) generalized inverse to analytically determine the output weights, called Gravitational Search Algorithm Extreme Learning Machine (GSA- ELM). The comparison of the performance with ELM, SaE-ELM. Experimental result show that GSA-ELM is more accuracy than SaE-ELM and ELM.

Keyword: Extreme Learning Machine, Gravitational Search Algorithm

1. บทนำ

ในปัจจุบันโครงข่ายประสาทเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆอย่างแพร่หลาย ทั้งในงานรู้จำตัวอักษร รู้จำใบหน้า การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การวิเคราะห์แนวโน้ม และการคาดคะเนต่างๆ นอกจากนี้ยังมีงานด้านอื่นๆอีกมากมาย ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีของโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถฝึกสอนให้รู้จำได้ แต่โครงข่ายประสาทเทียมแบบเดิมนั้นมีข้อเสียคือมีความช้า ต้องใช้เวลาในการฝึกสอนเป็นเวลานาน

เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีม (Extreme Learning Machine) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบหนึ่ง ซึ่งใช้โครงสร้างแบบ Single hidden layer feedforward neural networks (SLFNs) และใช้การสุ่มค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงสำหรับชั้นซ่อนแทนที่การวนรอบปรับค่าน้ำหนักแบบเดิม ส่วนค่าน้ำหนักของผลลัพธ์นั้นหาได้จากวิธีคำนวณเมตริกซ์ผกผันแบบมอร์-เพนโรส (Moore-Penrose generalized inverse) ทำให้วิธีการนี้มีความเร็วสูงเนื่องจากไม่ต้องวนรอบในการปรับน้ำหนัก แต่ถึงกระนั้นการสุ่มค่าน้ำหนักเองมีผลเสียในด้านความไม่แน่นอน เช่น มีโอกาสที่จะสุ่มได้ค่าที่ไม่เหมาะสม ทำให้ตัว

แบบที่ได้ต้องใช้โหนดชั้นซ่อนจำนวนมากเกินกว่าที่ควรจะเป็น หรืออาจจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความถูกต้องน้อย[1], [2], [3]

ขั้นตอนวิธีการเชิงวิวัฒนาการถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาต่างๆ รวมทั้งการนำมาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ในการหาค่าน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีมเองก็มีงานวิจัยหลายงานที่ได้นำเอาขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการมาปรับใช้เพื่อหาค่าน้ำหนักที่ดีที่สุด เช่น การนำ Differential Evolution (DE) มาใช้ร่วมกับ ELM เพื่อหาค่าน้ำหนักที่ดีที่สุดซึ่งถูกเรียกว่า Evolutionary Extreme Learning Machine (E-ELM) นำเสนอโดย Guang-Bin Huang และคณะ[3] ซึ่งภายหลังได้นำเสนอวิธีการที่ได้ปรับปรุงขึ้นโดยใช้ขั้นตอนวิธีที่สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ให้ดีขึ้นได้เอง เรียกว่า Self-Adaptive Evolutionary Extreme Learning Machine (SaE-ELM)[6], การนำ Particle Swarm Optimization (PSO) มาใช้ร่วมกับ ELM ถูกนำเสนอโดย Fei Han และคณะ[4], การนำ Group Search Optimization (GSO) มาปรับใช้ร่วมกับ ELM ถูกนำเสนอโดย D. N. G. Silva และคณะ[5]

ในงานวิจัยนี้ได้นำขั้นตอนวิธีกราวิเตชันแนลเสิร์ช (Gravitational Search Algorithm : GSA) ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีการเชิงวิวัฒนาการที่มีการใช้กลุ่มประชากรในการเคลื่อนที่อยู่บนปริภูมิของปัญหา เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด โดยใช้การเคลื่อนที่ตามกฎแรงดึงดูดซึ่งเลียนแบบดวงดาวในจักรวาล โดยใช้วิธีการสุ่มประชากรในครั้งแรกและหลังจากนั้นจะใช้วิธีคำนวณการเคลื่อนที่ของประชากรในแต่ละรอบด้วยสมการการเคลื่อนที่ถูกนำเสนอโดย Esmart Rashedi และคณะ[7] มาปรับใช้ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับชั้นซ่อนของ ELM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ ELM และเรียกขั้นตอนวิธีนี้ว่า Gravitational Search Algorithm Extreme Learning Machine (GSA-ELM) โดยในการทดลองได้ใช้ SaE-ELM และ ELM แบบเดิมมาทำการทดสอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

สำหรับส่วนที่เหลือของบทความได้แบ่งออกเป็นสี่ส่วน ดังนี้ คือ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินการวิจัย และสรุปผลการวิจัย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Extreme Learning Machine

Extreme Learning Machine (ELM) ถูกนำเสนอโดย Guang-Bin Huang และคณะ[1] เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างแบบ Single-hidden layer feedforward neural networks (SLFNs) ที่ประกอบไปด้วย K โหนดชั้นซ่อน และฟังก์ชั่นกระตุ้น $g(x)$ โดยนำไปใช้ในการเรียนรู้ข้อมูลจำนวน N ตัว ในรูปแบบ (x_i, t_i), $i = 1, 2, \ldots, N$ โดยที่ $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{in})^T \in R^n$ และ $t_i = (t_{i1}, t_{i2}, \ldots, t_{im})^T \in R^m$ โดยในส่วนของค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงที่อยู่ระหว่างชั้นนำเข้าและชั้นซ่อนได้มาจากการสุ่มค่าโดยไม่มีการวนปรับ โดยหลักการทำงานจะทำการแปลงจากระบบสมการไม่เชิงเส้นเป็นสมการเชิงเส้น ดังสมการต่อไปนี้

$$H\beta = T \tag{1}$$

เมื่อ $H = \{h_{ij}\}(i = 1, \ldots, N \text{ and } j = 1, \ldots, K)$ เป็นเมตริกผลลัพธ์ที่ได้มาจากโหนดชั้นซ่อน โดยแต่ละผลลัพธ์ได้มาจากฟังก์ชั่น $h_{ij} = g(w_j x + b_j)$ ซึ่งจะเป็นผลลัพธ์ของโหนดชั้นซ่อนที่ j ที่เป็นผลลัพธ์ของข้อมูล x_i, $w_j = [w_{j1}, w_{j2}, \ldots, w_{jn}]^T$ เป็นค่าน้ำหนักของโหนด j และ b_j เป็นค่าเอนเอียงของโหนดชั้นซ่อน ที่ $j\beta = [\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_K]^T$ เป็นค่าน้ำหนักของชั้นผลลัพธ์ $\beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \ldots, \beta_{jm}]^T$ $(j = 1, \ldots, K)$ เป็นเวกเตอร์ของค่าถ่วงน้ำหนักที่อยู่ระหว่างโหนดที่ j ของชั้นซ่อนและชั้นลัพธ์ $T = [t_1, t_2, \ldots, t_n]^T$ เป็นเมตริกของผลลัพธ์ ในส่วนของการหาค่าน้ำหนักที่ชั้นผลลัพธ์ใช้วิธีการหากำลังสองน้อยสุดดังต่อไปนี้

$$\hat{\beta} = H^{\dagger}T \tag{2}$$

เมื่อ $H^{\dagger}$ แทนเมตริกผกผันแบบมอร์-เพนโรสของเมตริก H และ $\hat{\beta}$ เป็นค่าประมาณที่มีค่านอร์มต่ำสุด

2.2 Gravitational Search Algorithm

Gravitational Search Algorithm (GSA) ถูกนำเสนอโดย Esmart Rashedi และคณะ[7] เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยอาศัยหลักการของแรงโน้มถ่วงซึ่งมีพื้นฐานมาจากกฎความโน้มถ่วงของนิวตันดังสมการ(3)

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \tag{3}$$

เมื่อ F คือแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลทั้งสอง G คือค่านิจโน้มถ่วงสากล $m1$ คือมวลของวัตถุแรก $m2$ คือมวลของวัตถุที่สอง r

คือระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง กฎข้อที่สองของนิวตันกล่าวว่า เมื่อมีแรง F กระทำกับวัตถุแล้ว อัตราเร่ง a จะขึ้นอยู่กับแรงและมวลของวัตถุดังสมการ(4)

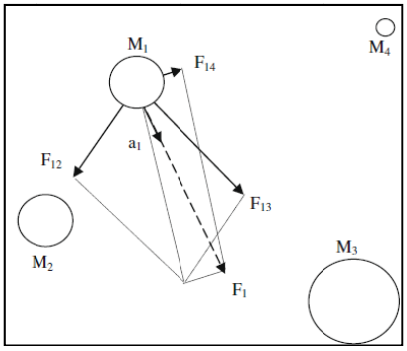
$$a = \frac{F}{M} \quad (4)$$

เราสามารถเขียนกฎของนิวตันใหม่ได้ดังสมการที่(5)และ(6)

$$F_{ij} = G\frac{M_{aj} \times M_{pi}}{R^2} \quad (5)$$

$$a_i = \frac{F_{ij}}{M_{ii}} \quad (6)$$

แรงโน้มถ่วง F_{ij} คือแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุ i และวัตถุ j ซึ่งเป็นสัดส่วนของแรงโน้มถ่วงจากวัตถุ j กระทำต่อวัตถุ i และแรงที่ วัตถุ i ตอบสนองต่อสนามแรงโน้มถ่วงจากวัตถุ j, M_{aj} และ M_{pi} แทนมวลของวัตถุ j และวัตถุ i, M_{ii} แทนมวลเฉื่อยของวัตถุ i



ภาพที่ 1: แสดงแรงโน้มถ่วงรวมที่กระทำต่อ M_1[7]

สำหรับระบบที่มีจำนวนเอเจนท์ (วัตถุ)N ตัว ให้ X_i แทนเอเจนท์ตัวที่ i ซึ่งมีมิติตั้งแต่ $-1d$ มิติ $X_i = (x_i^1, \ldots, x_i^d, \ldots, x_i^n)$ $i=1,2,\ldots,N$ ที่เวลา t เราสามารถนิยามแรงระหว่างวัตถุ i และ j ได้ดังสมการที่ (7)

$$F_{ij}^d(t) = G(t)\frac{M_{pi}(t) \times M_{aj}(t)}{R_{ij}(t)+\varepsilon}(x_j^d(t) - x_i^d(t)) \quad (7)$$

โดยที่ M_{aj} คือ มวลที่สัมพันธ์กับเอเจนท์ j, M_{pi} คือ มวลที่สัมพันธ์กับเอเจนท์ i, $G(t)$ คือ ค่านิจโน้มถ่วงสากลที่เวลา t, ε คือ ค่าคงที่คงที่เล็กๆ และ $R_{ij}(t)$ คือค่า ระยะห่างระหว่างเอเจนท์ i และเอเจนท์ j ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ (8)

$$R_{ij}(t) = \|X_i(t), X_j(t)\|_2 \quad (8)$$

สมการที่(9) แสดงการหาค่าแรงโน้มถ่วงรวมของเอเจนท์ i ที่มิติ d โดย $rand_j$ คือค่าที่ได้จากการสุ่มตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 0

$$F_i^d(t) = \sum_{j=1, j\neq i}^{N} rand_j F_{ij}^d(t) \quad (9)$$

จากกฎของการเคลื่อนที่ อัตราเร่งของเอเจนท์ i คำนวณได้ดังสมการที่ (10) โดยที่ M_{ii} คือค่ามวลเฉื่อยของเอเจนท์ i

$$a_i^d(t) = \frac{F_i^d(t)}{M_{ii}(t)} \quad (10)$$

สมการที่ (11) เป็นสมการหาค่าความเร็วของเอเจนท์ i

$$v_i^d(t+1) = rand_i \times v_i^d(t) + a_i^d(t) \quad (11)$$

และค่าของ $x_i^d(t+1)$ จะเท่ากับ ค่าปัจจุบันบวกกับค่าความเร็ว ดังสมการที่ (12)

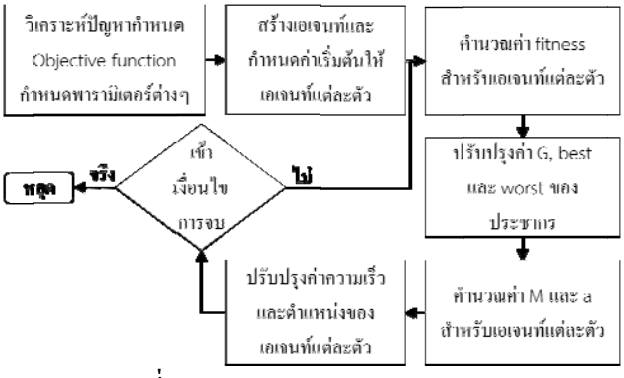
$$x_i^d(t+1) = x_i^d(t) + v_i^d(t+1) \quad (12)$$

การคำนวณค่ามวลสามารถคำนวณได้จากสมการหาค่า fitness เอเจนท์ที่มีค่า fitness ดีจะมีมวลมากซึ่งจะส่งผลให้เคลื่อนที่ช้า ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการปรับปรุงมวลของเอเจนท์มีดังนี้ โดยที่ $M_{ai} = M_{pi} = M_{ii} = M_i$, i=1,2,…,N

$$m_i(t) = \frac{fit_i(t) - worst(t)}{best(t) - worst(t)} \quad (14)$$

$$M_i(t) = \frac{m_i(t)}{\sum_{j=1}^{N} m_j(t)} \quad (15)$$

$fit_i(t)$ คือค่า fitness ของเอเจนท์ i ณ เวลา t, $best(t)$ คือค่า fitness ที่ดีที่สุดของเอเจนท์ทุกตัว และ $worst(t)$ คือค่า fitness ที่แย่ที่สุด ณ เวลา t



ภาพที่ 2: แผนภาพแสดงกระบวนการของ GSA

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพแบ่งเป็นข้อมูลประเภท Regression จำนวน 6 ชุดข้อมูล และข้อมูลประเภท Classification จำนวน 6 ชุดข้อมูล ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นจำนวน 50 ครั้ง ในแต่ละครั้งของการทดลองชุดข้อมูลจะถูกสุ่มเป็นชุดข้อมูลสอนและชุดข้อมูลทดสอบ โดยใช้วิธี Hold-out Cross-Validation ใหม่ทุกครั้ง ซึ่งจำนวนข้อมูลสอนและทดสอบของแต่ละชุดข้อมูลแสดงไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ชุดข้อมูลทั้งหมดนำมาจาก UCI (University of Irvine,California) repository ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บ http://archive.ics.uci.edu/ml/index.html

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง Regression

Data	Attributes	Rows	Train	Test
Autompg	8	398	220	178
Price	15	159	80	79
Housing	13	506	250	256
CPU	6	209	100	109
Servo	4	167	80	87
Cancer	32	194	100	94

ตารางที่ 2: ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง Classification

Data	Attributes	Class	Rows	Train	Test
Diabetes	8	2	768	500	268
Disease	13	2	270	100	170
Iris	4	3	150	100	50
Wine	13	3	178	100	78
German	20	2	1000	700	300
Thyroid	5	2	215	140	75

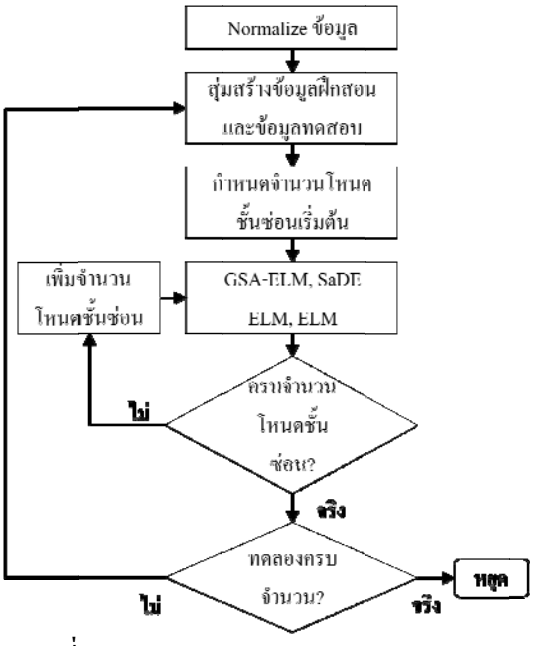
3.2 ขั้นตอนในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมข้อมูลโดยข้อมูลอินพุทจะถูก Normalize ให้มีค่าระหว่าง [-1,1] และข้อมูลเอ้าท์พุท มีค่าระหว่าง [0,1]

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มสร้างข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดจำนวนโหนดชั้นซ่อนเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 4 ประมวลผลในส่วนอัลกอริทึมที่นำมาเปรียบเทียบคือ GSA-ELM, SaE-ELM และ ELM โดยใช้ข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบจากขั้นตอนที่ 2



ภาพที่ 3: แผนภาพแสดงกระบวนการของการทดลอง

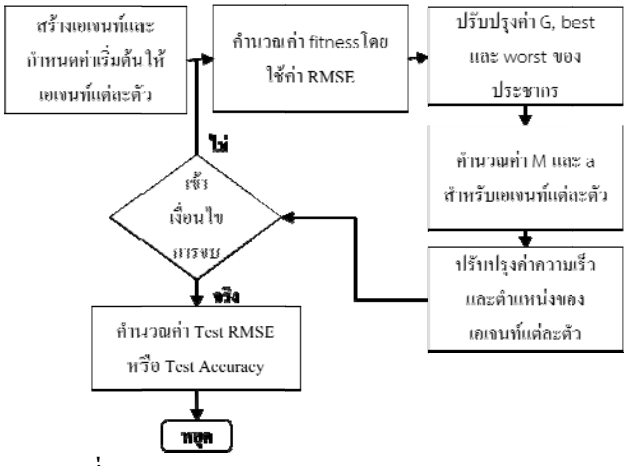
ขั้นตอนที่ 5 หากครบจำนวนโหนดชั้นซ่อนให้ไปทำขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 6 เพิ่มจำนวนโหนดชั้นซ่อน แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 7 หากทดลองครบจำนวนครั้งให้จบการทำงาน หรือไม่ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2

3.3 อัลกอริทึ่มที่นำเสนอ GSA-ELM

การประยุกต์ใช้งานร่วมกันระหว่าง ELM และ GSA แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แผนภาพแสดงกระบวนการของ GSA-ELM

ขั้นตอนที่ 1 สร้างเอเจนท์ด้วยวิธีการสุ่ม โดยที่เอเจนท์แต่ละตัวเป็นตัวแทนคำตอบของค่าน้ำหนัก w_{ij} และค่าเอนเอียง b_j สำหรับชั้นซ่อน $[w_{11},\ldots, w_{1k}, w_{21},\ldots, w_{2k}, w_{n1},\ldots, w_{nk}, b_1, \ldots, b_k]$ ค่า w_{ij} และ b_j ได้จากการสุ่มค่าที่มีช่วงระหว่าง [-1, 1]

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่า fitness โดยใช้ Root mean squared error (RMSE) ของผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ ELM ที่ใช้ค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงชั้นซ่อนของเอเจนท์แต่ละตัว

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}\left\|\sum_{i=1}^{K}\beta_i f(w_i * x_i + b_i) - t_j\right\|_2^2}{m*N}} \qquad (16)$$

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงค่า G, best และ worst ของประชากร

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า M และ a สำหรับเอเจนท์แต่ละตัว

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงค่าความเร็วและตำแหน่งของเอเจนท์

ขั้นตอนที่ 6 หากไม่เข้าเงื่อนไขการจบ ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 โดยเงื่อนไขการจบมีดังนี้

If (best_RMSE < goal_RMSE) then Stop โดย best_RMSE คือ ค่า fitness ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และ goal_RMSE ตั้งไว้ที่ 0

Else if (ครบจำนวนรอบ) then Stop จำนวนรอบของ Iterative ถูกกำหนดเป็น 20

ขั้นตอนที่ 7 นำเอาเอเจนท์ที่ดีที่สุดไปเข้าตัวแบบ ELM เพื่อคำนวณค่า Test RMSE หรือ Test Accuracy แล้วจบการทำงาน

4. ผลการดำเนินการวิจัย

เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ GSA-ELM, SaE-ELM และ ELM แบบเดิมโดยทำการประมวลผลจากโปรแกรม MATLAB R2012a จำนวน Population size ถูกกำหนดไว้ที่ 80 จำนวนรอบของ Iterative ถูกกำหนดเป็น 20 ค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงมีค่าระหว่าง [-1,1] การหาจำนวนโหนดที่ดีที่สุดใช้ค่า 1 ถึง 50 โหนด ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 3: ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่าง GSA-ELM, SaE-ELM และ ELM สำหรับข้อมูล Regression

Data	Methods	Testing		Training time(s)	Nodes
		RMSE	Dev		
Autompg	GSA-ELM	**0.0701**	0.0145	137.8161	40
	SaE-ELM	0.0706	0.0157	73.0729	36
	ELM	0.0750	0.0097	0.0583	48
Price	GSA-ELM	**0.0888**	0.0172	4.9542	12
	SaE-ELM	0.0926	0.0128	4.4917	12
	ELM	0.0993	0.0121	0.0000	13
Housing	GSA-ELM	**0.1021**	0.0086	111.9953	30
	SaE-ELM	0.1047	0.0105	66.6682	32
	ELM	0.1093	0.0072	0.0448	45
CPU	GSA-ELM	0.0144	0.0132	4.0203	12
	SaE-ELM	**0.0121**	0.0114	2.5562	12
	ELM	0.0247	0.0161	0.0000	23
Servo	GSA-ELM	**0.1094**	0.0234	27.9667	22
	SaE-ELM	0.1128	0.0258	17.637	26
	ELM	0.1230	0.0167	0.0109	29
Cancer	GSA-ELM	**0.2605**	0.0184	19.6078	4
	SaE-ELM	0.2613	0.0173	11.5651	6
	ELM	0.2678	0.0137	0.0021	11

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่าง GSA-ELM ที่นำเสนอกับ SaE-ELM และ ELM ค่าต่างๆที่แสดงนี้ได้มาจากการรวบรวมผลการทดลองเป็นจำนวน 50 ครั้ง และมีการหาจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีโดยค่อยๆเพิ่มโหนดชั้นซ่อนขึ้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า GSA-ELM ให้ค่า RMSE ที่ต่ำที่สุดในชุดข้อมูล Autompg, Price, Housing, Servo และ Cancer มีเพียงชุดข้อมูล CPU เท่านั้นที่ค่า RMSE มากกว่า SaE-ELM และใช้จำนวนโหนดชั้นซ่อนน้อยที่สุดในชุดข้อมูล Price, Housing, Servo และ Cancer ส่วนในด้านเวลานั้นทุกชุดข้อมูล GSA-ELM ใช้เวลาในการฝึกสอนมากกว่า SaE-ELM และ ELM

ตารางที่ 4: ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่าง GSA-ELM, SaE-ELM และ ELM สำหรับข้อมูล Classification

Data	Methods	Testing (%)		Training time(s)	Nodes
		Rate	Dev		
Diabetes	GSA-ELM	77.16	4.11	80.47	14
	SaE-ELM	**77.59**	4.14	43.69	12
	ELM	76.42	2.62	0.00	15
Disease	GSA-ELM	**82.31**	3.47	4.143	10
	SaE-ELM	82.24	4.02	3.818	12
	ELM	81.02	2.89	0.00	10
Iris	GSA-ELM	**97.20**	3.15	3.00	10
	SaE-ELM	**97.20**	3.95	4.36	14
	ELM	96.03	2.27	0.00	18
Wine	GSA-ELM	**97.86**	2.53	18.48	14
	SaE-ELM	97.78	2.50	11.32	18
	ELM	97.44	2.02	0.00	18
German	GSA-ELM	**75.56**	3.35	13.54	34
	SaE-ELM	75.20	3.11	9.57	36
	ELM	74.32	2.49	0.01	35
Thyroid	GSA-ELM	**93.15**	3.46	2.40	32
	SaE-ELM	93.06	4.47	2.10	28
	ELM	92.88	3.25	0.00	35

จากตารางที่ 4 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่าง GSA-ELM ที่นำเสนอกับ SaE-ELM และ ELM ค่าต่างๆที่แสดงนี้ได้มาจากการรวบรวมผลการทดลองเป็นจำนวน 50 ครั้ง และมีการหาจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีโดยค่อยๆเพิ่มโหนดชั้นซ่อนขึ้นผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า GSA-ELM ให้ค่าเปอร์เซนต์ความถูกต้อง สูงที่สุดในชุดข้อมูล Disease, Wine, German และ Thyroid และให้ค่าเปอร์เซนต์ความถูกต้องเท่ากับ SaE-ELM ในชุดข้อมูล Iris มีเพียงชุดข้อมูล Diabetesเท่านั้นที่เปอร์เซนต์ความถูกต้องน้อยกว่า SaE-ELMและใช้จำนวนโหนดชั้นซ่อนน้อยที่สุดในชุดข้อมูล Disease, Iris, Wine และ German ส่วนในด้านเวลานั้นทุกชุดข้อมูล GSA-ELM ใช้เวลาในการฝึกสอนมากกว่า SaE-ELM และ ELM

5. สรุปการวิจัย

การวิจัยนี้ได้นำเสนอเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ตรีมเชิงวิวัฒนาการแบบใหม่ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่าง GSA และ ELM ซึ่งถูกเรียกว่า Gravitational Search

Algorithm Extreme Learning Machine (GSA-ELM) และใช้ Moore-Penrose generalized inverse สำหรับการหาค่าน้ำหนักสำหรับชั้นโหนดผลลัพธ์ และใช้ GSA ในการหาค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงที่เหมาะสมสำหรับโหนดชั้นซ่อน ซึ่งวิธีการเดิมใช้วิธีการสุ่มค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความไม่แน่นอน เช่น มีโอกาสที่จะสุ่มได้ค่าที่ไม่เหมาะสม ทำให้ตัวแบบที่ได้ต้องใช้โหนดชั้นซ่อนจำนวนมากเกินกว่าที่ควรจะเป็น หรืออาจจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความถูกต้องน้อย

โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการนำเอา GSA มาใช้ร่วมกับ ELM ทำให้มีความถูกต้องโดยเฉลี่ยมากกว่าทุกวิธี ที่ใช้ในการทดสอบ รวมถึงใช้จำนวนโหนดชั้นซ่อนน้อยลง แต่ใช้เวลาในการฝึกสอนมากกว่าวิธี SaE-ELM และ ELM จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้ขั้นตอนวิธี GSA-ELM ให้ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลโดยเฉลี่ยสูงกว่า และใช้จำนวนโหนดชั้นซ่อนน้อยกว่า แต่ใช้เวลาในการฝึกสอนมากกว่า SaE-ELM และ ELM

เอกสารอ้างอิง

[1] G.-B. Huang, Q.-Y. Zhu, and C.-K. Siew, “Extreme learning machine: Theory and applications,” *Neurocomputing*, vol. 70, no. 1–3, pp. 489 – 501, 2006.

[2] G. Feng, G.-B. Huang, Q. Lin, and R. Gay, “Error Minimized Extreme Learning Machine With Growth of Hidden Nodes and Incremental Learning,” *Neural Networks, IEEE Transactions on*, vol. 20, no. 8, pp. 1352–1357, Aug.

[3] Q.-Y. Zhu, A. K. Qin, P. N. Suganthan, and G.-B. Huang, “Evolutionary extreme learning machine,” *Pattern Recognition*, vol. 38, no. 10, pp. 1759 – 1763, 2005.

[4] F. Han, H.-F. Yao, and Q.-H. Ling, “An improved evolutionary extreme learning machine based on particle swarm optimization,” *Neurocomputing*, no. 0, p. -, 2012.

[5] D. N. G. Silva, L. D. S. Pacifico, and T. B. Ludermir, “An evolutionary extreme learning machine based on group search optimization,” in *Evolutionary Computation (CEC), 2011 IEEE Congress on*, June, pp. 574–580.

[6] J. Cao, Z. Lin, and G.-B. Huang, “Self-Adaptive Evolutionary Extreme Learning Machine,” *Neural Processing Letters*, vol. 36, no. 3, pp. 285–305, 2012.

[7] E. Rashedi, H. Nezamabadi-pour, and S. Saryazdi, “GSA: A Gravitational Search Algorithm,” *Information Sciences*, vol. 179, no. 13, pp. 2232–2248, Jun. 2009.

[8] G.-B. Huang, D. Wang, and Y. Lan, “Extreme learning machines: a survey,” *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, vol. 2, no. 2, pp. 107–122, 2011.

การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ด้วยขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกเพื่อการพยากรณ์อนุกรมเวลา

Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Optimized by Hybrid Heuristic Algorithm for Time Series Prediction

อดิศักดิ์ แสงส่องฟ้า (Adisak Sangsongfa)[1] และพยุง มีสัจ (Phayung Meesad)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]Adisak.sangsongfa@gmail.com, [2]pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ด้วยขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกแบบใหม่ (IT2FHH) ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) และการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (PSO) เพื่อการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ข้อมูลของ Mackey Glass time delay differential data set ณ เวลาที่ x(t+6) จากค่าของอนุกรมเวลาที่ x(t-18), x(t-12), x(t-6) และ x(t) จำนวน 500 records เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีแบบต่างๆ แบ่งเป็น training data 300 records RMSE=0.02258, testing data 200 records RMSE=0.021131 ได้กฎจำนวน 5 กฎ

คำสำคัญ: ตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 วิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึก การพยากรณ์อนุกรมเวลา

Abstract

In this research, an optimization of the parameter of interval type-2 fuzzy logic system generation by a new hybrid heuristic algorithm using genetic algorithm and particle swarm optimization (IT2FHH) is proposed for time series prediction. For the Mackey Glass time delay differential data set, the author selected 500 records time delay at x(t+6) from time series at x(t-18), x(t-12), x(t-6) and x(t) which compare IT2FHH with the other algorithms. 300 records, were used for training produced RMSE=0.02258, and 200 records, were used for testing produced RMSE=0.021131. The proposed method was able to minimize rule base which has 5 rules and minimize linguistic variable.

Keyword: Interval Type-2 Fuzzy Logic System, New Hybrid Heuristic Algorithm, Time Series Prediction

1. บทนำ

การพยากรณ์นับเป็นสาขาหนึ่งที่มีความสำคัญ จากหลายๆ สาขาทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอุตสาหกรรม การค้า และ การลงทุน เพราะการพยากรณ์เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยในการตัดสินใจ ใช้เผชิญหน้ากับปัญหา เป็นกรอบงานทางเทคโนโลยีที่แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่คาดหวังในอนาคตได้ โดยทั่วไปแล้ว การ พยากรณ์ จะประกอบไปด้วย วิธีการพยากรณ์ 3 วิธีด้วยกัน คือ วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา (Forecasting methods) วิธีการเชิงหาสาเหตุ (Causal methods) และ วิธีการเกี่ยวกับการพิจารณา (Judgmental methods) [1] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการของการพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยสร้างเครื่องมือ ที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม (Optimization) อันจะทำให้ผลที่ได้จากการพยากรณ์ มีข้อผิดพลาดน้อยลง

เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลานั้น ในปัจจุบันหลายๆงานวิจัยนิยมใช้วิธีการของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic System) ทั้งแบบชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 [2] [3] [4] [5] โดยเฉพาะ ตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 มีการนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เพราะความไม่แน่นอน (uncertainty) และความยุ่งยาก (complexity) ของข้อมูล แนวความคิดของระบบตรรกศาสตร์

คลุมเครือชนิดที่ 2 ฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก (membership function) จะประกอบไปด้วย ขอบเขตล่าง (lower membership function (LMF)) ขอบเขตบน (upper membership function (UMF)) พื้นที่ของความไม่แน่นอน (footprint of uncertainty (FOU)) และดีกรีของความเป็นสมาชิก (degree of membership function) อยู่ระหว่าง 0 และ 1 ([0,1]) [3] แต่ปัญหาที่สำคัญของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 คือการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิก ทั้ง LMF และ UMF ให้มีความเหมาะสมเพื่อจะทำให้การพยากรณ์อนุกรมเวลามีข้อผิดพลาดน้อย จึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาขั้นตอนวิธีการที่ดี ที่สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้เคยมีการนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) และการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization (PSO)) สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ไว้แล้ว และผลการทดลองได้ค่านำออกเป็นค่าที่ตรงตามความต้องการจากข้อมูลที่มีการนำเข้าสู่ระบบ [6]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคขึ้นมาใหม่ที่แตกต่างจากงานวิจัยเดิม ได้ค่านำออกซึ่งเป็นค่าที่ใช้พยากรณ์อนุกรมเวลาตรงตามความต้องการจากข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ ภายใต้ข้อจำกัดของการมีจำนวนฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกน้อย จำนวนกฎน้อย มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อนของรากกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error (RMSE)) มีค่าน้อย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

หลังจากปี ค.ศ. 1975 ที่ Lofi A. Zadeh ได้พัฒนาระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 จากระบบตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือชนิดที่ 1 เพื่อใช้กับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน และซับซ้อน ก็มีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้านการตัดสินใจ (decision making) จำแนกประเภท (classification) การพยากรณ์ (prediction) และการควบคุม (control) เป็นต้น [7] อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่นำระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือไปใช้นั้น จะต้องมีการปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับข้อมูล และความยากง่ายในการปรับค่า ก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้และชนิดของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ดังนั้นการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) จึงเข้ามาเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือได้ตรงตามความต้องการของงานวิจัยนั้นๆ สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค ทำให้เกิดขั้นตอนวิธีแบบใหม่ ซึ่งผู้วิจัยจะได้อธิบายถึงขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค รวมถึงระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ในตอนต่อไป

2.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการค้นหาคำตอบโดยประมาณของปัญหา ซึ่งอาศัยหลักของทฤษฎีวิวัฒนาการจากชีววิทยา และการคัดเลือกตามธรรมชาติ เพื่อแก้ปัญหาหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยการแทนคำตอบที่มีอยู่ในลักษณะของโครโมโซม (chromosome) ดังนั้นขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ 1) ประชากรของกลุ่มคำตอบแต่ละชุด ซึ่งแต่ละชุดจะแสดงค่าที่เป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ 2) ค่าที่เหมาะสม (fitness function) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการประเมินของกลุ่มคำตอบแต่ละกลุ่มว่าเป็นค่าที่ต้องการหรือเป็นค่าที่ไม่ต้องการ 3) วิธีการคัดเลือก (selection function) คือวิธีการตัดสินใจว่าจะทำการหยิบกลุ่มคำตอบที่ดีจากกลุ่มประชากรในปัจจุบัน เพื่อจะใช้ในการสร้างกลุ่มประชากรใหม่ 4) ตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (genetic operator) เช่นการทำ การไขว้เปลี่ยน (crossover) และ การกลายพันธุ์ (mutation) เพื่อเป็นการสร้างพื้นที่ใหม่ที่ใช้สำหรับการสร้างกลุ่มประชากรใหม่ [8]

2.2 การเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (PSO)

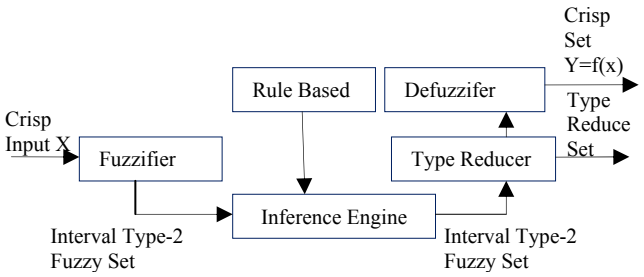
การทำงานของ PSO เลียนแบบจากพฤติกรรมทางสังคมของสิ่งมีชีวิต เช่นการเคลื่อนที่ของฝูงนกที่มักออกหาอาหารพร้อมๆกันเป็นฝูง นกแต่ละตัวจะทำหน้าที่ในการบินค้นหาอาหารและอาจย้ายถิ่นที่อยู่ไปพร้อมๆกัน จุดใดที่มีอาหารอยู่หรือมีอันตราย นกจะสื่อสารกันในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล

ระหว่างกัน ทั้งนี้นกแต่ละตัวจะเปรียบเสมือนอนุภาคย่อย ที่ประกอบไปด้วยเวกเตอร์สองเวกเตอร์ คือเวกเตอร์ระบุตำแหน่ง (location) และเวกเตอร์ระบุความเร็วในการบิน (velocity) ดังนั้นถ้าในหนึ่งอนุภาคแทนด้วยพารามิเตอร์ของปัญหาหนึ่งจะประกอบด้วยตัวแปร ซึ่งคือเซตข้อมูลของอนุภาคแต่ละตัวดังจะแสดงในสมการที่ปรากฏในวิธีดำเนินการวิจัยต่อไป [9]

ซึ่งสิ่งที่เป็นข้อดีของ PSO คือการปรับค่าของพารามิเตอร์ที่จะต้องปรับนั้นมีเพียงไม่กี่ตัว การทำงานของขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายเช่น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 เพื่อให้ได้ค่านำออกตรงตามความต้องการของค่านำเข้า เป็นต้น

2.3 ระบบตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือชนิดที่ 2

ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพการทำงานของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ซึ่งแผนภาพจะคล้ายกับระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 1 แต่จะมีข้อแตกต่างตรงที่แบบที่ 2 มีการนำเอาการประมวลผลค่านำออกมาเพิ่มต่อจากส่วนที่แปลงค่านำออกให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Defuzzification)



ภาพที่ 1: Interval Type-2 Fuzzy System

จากภาพที่ 1 ในส่วนของ การประมวลค่านำออก ในระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนของ Type reducer block และ Defuzzifier block โดย Type reducer block คือการจับคู่ระหว่าง type -2 fuzzy set ไปเป็น type-1 fuzzy set แล้วทำการ defuzzification ต่อจากนั้นก็จะทำการแปลงไปเป็น ค่าของ crisp output [3]

จากแนวคิดของระบบตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ได้มีเฉพาะสิ่งที่มีความแน่นอนเท่านั้น แต่ยังมีหลายสิ่งหลายอย่างหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีความไม่เที่ยงและไม่แน่นอน เรียกว่าความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นทฤษฎีของ Fuzzy Set และเรียกระบบนี้ว่า Fuzzy Logic System ซึ่งหลายงานวิจัยได้มีการนำระบบฟัซซีไปใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 (Interval type-2 fuzzy logic system) ซึ่งมีตัวอย่างงานวิจัยดังต่อไปนี้

Bernardo และคณะ [3] ได้ใช้ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 และการปรับค่าพารามิเตอรของกฎในระบบตรรกศาสตร์ด้วย Genetic Algorithm และ Decision Tree ในการพยากรณ์ข้อมูลของ Stock Markets of London International Financial Futures Exchange ผลที่ได้จากการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบผลกับ Evolving Decision Rule (EDR) คือได้จำนวนกฎ 10 กฎ มีจำนวนน้อยลงและมีความถูกต้องในการพยากรณ์เพิ่มขึ้นอีก 16%

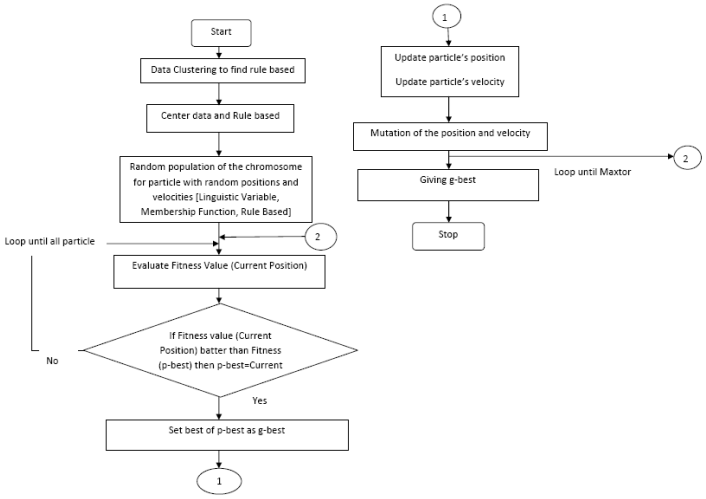
Zarandi [5] ใช้การปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 และการผสมผสานกันระหว่างการสร้างกฎแบบ Mamdani กับ Sugeno แล้วทำการเปรียบเทียบค่า Mean Square Error (MSE) ที่ได้กับ ANFIS, TSK, Interval Type Type-2 Fuzzy Logic System ได้ค่าอยู่ที่ 0.0176, TSK=0.0385, Mamdani=0.3129 โดยใช้ข้อมูล Mackey Glass Time Delay

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นจะเห็นได้ว่าระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ชนิดที่ 2 และการปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบ ด้วยขั้นตอนวิธีที่เหมาะสม จะทำให้ระบบตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือชนิดที่ 2 สามารถพยากรณ์ค่าได้ดีมีค่าความผิดพลาดที่น้อยทำให้ค่านำออกมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นการสร้างขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับค่าของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลาจะได้กล่าวขั้นตอนของวิธีการดำเนินการวิจัยต่อไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายถึงกรอบงานของผู้วิจัย ซึ่งทำการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคสำหรับใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 เพื่อการพยากรณ์อนุกรมเวลาภายใต้ข้อจำกัดของ การมีจำนวนฟังก์ชันการเป็นสมาชิกน้อย

จำนวนกฎน้อย มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และค่ารากของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าน้อย ดังแสดงกรอบงานวิจัยในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กรอบการทำงานของการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 ด้วยขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานสามัญสำนึก

จากกรอบการทำงานตามภาพที่ 1 สามารถอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานโดยแบ่งได้เป็นจำนวน 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ทำการจัดกลุ่มของข้อมูล เพื่อหากฎฟัซซี โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบฟัซซี่ซีมีน (Fuzzy C-Means) ซึ่งมีสมการการคำนวณความเป็นสมาชิก U ของข้อมูลทุกตัวดังสมการที่ 1

$$U_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{C} \left(\frac{d_{ij}}{d_{kj}} \right)^{\frac{2}{(m-1)}}} \qquad (1)$$

เมื่อ m คือค่าระดับความเป็นสมาชิก, C คือจำนวนกลุ่ม, d_{ij} คือการคำนวณระยะระหว่างกลุ่ม i กับข้อมูล j ตามสูตรของ Euclidean Distance

$$d_{ij} = \left\| c_i - x_j \right\| \qquad (2)$$

c_i คือ ตัวแทนของกลุ่มที่ i, x_j คือข้อมูลตัวที่ j , สมการคำนวณค่าดัชนีวัดความผิดพลาด minimize objective function และจัดข้อมูลเข้ากลุ่ม คือ

$$J_m = \sum_{i=1}^{c} \sum_{j=1}^{n} U_{ij}^{m} \left\| c_i - x_j \right\|^2 , \quad 1 \le m < \infty \qquad (3)$$

และสมการการคำนวณตัวแทนของกลุ่มใหม่ คือ

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} U_{ij}^{m} x_j}{\sum_{j=1}^{n} U_{ij}^{m}}$$

2) ทำการสุ่มประชากรและกำหนดโครโมโซม (chromosome) ของฝูง (swarm) และ กลุ่ม (particle) เพื่อหา position และ velocity ดังมีโครโมโซมดังนี้

$$Chrom = [IL, IM, R] \qquad (4)$$

โดยที่ $IL=[IL_1, IL_2,\ldots, IL_n]$ คือเซตของ interval linguistic variable, $IM=[im_{11}, im_{12},..im_{n,ILn}]$ คือเซตของ interval membership function parameter ของ interval linguistic variable, $R=[R_1, R_2, \ldots, R_{IL1xIL2x,\ldots,ILn}]$ คือ fuzzy rule และ R_1 คือ ตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มที่ได้จากการสร้าง fuzzy rule ของแต่ละมิติใน linguistic variable ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางแสดงการกำหนดค่าเริ่มต้นของ ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก สำหรับตัวแปร (linguistic Variable) 5 ตัว แปร

Linguistic Index	Linguistic Terms
1	Very Low
2	Low
3	Medium
4	High
5	Very High

3) กำหนดสมการในการหาค่าของ Fitness Function โดยใช้ ค่าความคลาดเคลื่อนของรากกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error (RMSE)) ดังมีสมการดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_{obs,i} - X_{medel,i} \right)^2}{n}} \qquad (5)$$

โดยที่ X_{obs} คือค่าที่ได้จากการสังเกต X_{model} คือค่าที่ได้จากแม่แบบในเวลาที่ i

4) ปรับปรุงค่าของ position และ velocity ของกลุ่มประชากร พร้อมทั้งปรับปรุงคุณภาพของกลุ่มประชากรด้วยการใช้การกระทำของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(crossover and mutation)ซึ่งสมการมีดังนี้

$$V_{i,(t+1)} = wV_{i,(t)} + c_1 r_1 (P_i - x_{i,(t)}) + c_2 r_2 (P_g - x_{i,(t)}) \quad (6)$$

$$x_{i,(t+1)} = x_{i,(t)} + V_{i,(t+1)} \quad (7)$$

โดยที่ P_i คือ pbest, P_g คือ gbest, c_1, c_2 คือค่าคงที่ของความเร่ง (acceleration) ที่มีช่วงอยู่ระหว่าง 0..2, r_1, r_2 คือค่าตัวเลขที่ได้จากการสุ่มของตัวเลข [0,1] และ w คือค่าที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักของความเฉื่อย (inertia) ซึ่งได้จากสมการของ Chaotic inertia Weight ดังสมการ

$$z = 4 \times z \times (1 - z) \quad (8)$$

$$w = (w_1 - w_2) \times \frac{MAXiter - iter}{MAXiter} + w_2 \times z \quad (9)$$

โดยที่ w_1=0.9, w_2=0.4 และ z คือค่าที่ได้จากการสุ่มระหว่าง 0…1

4. ผลการทดลอง

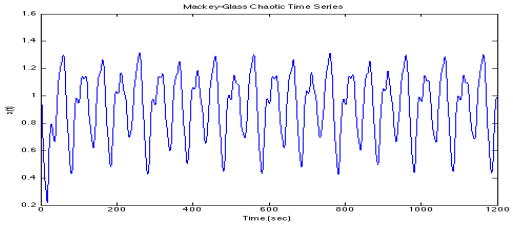
จากการหาค่าที่ได้จากการทดลองใช้ขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึก ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสร้างระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 เพื่อการพยากรณ์อนุกรมเวลา สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

4.1 ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูล Mackey Glass time-delay differential ที่ถูกนำเสนอโดย Mackey และ Glass [4] ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีระเบียบ ได้มาจากสมการไม่เชิงเส้นดังนี้

$$\frac{\partial x(t)}{\partial t} = \frac{0.2x(t-r)}{1 + x^{10}(t-r)} \quad (10)$$

โดย r=17, x(0)=1.2 จำนวนทั้งหมด 1201 records และ 2 attributes สามารถ plot กราฟได้ดังภาพที่ 3

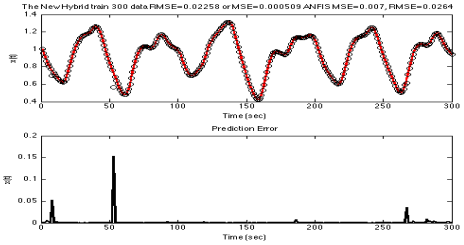


ภาพที่3: Mackey Glass dataset 1201 records

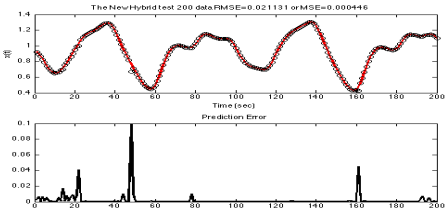
ผู้วิจัยใช้การทำนายข้อมูล ณ เวลาที่ $x(t+6)$ จากค่าของอนุกรมเวลาที่ $x(t-18)$, $x(t-12)$, $x(t-6)$ และ $x(t)$ เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง ITF2HH กับ ANFIS ภายใต้ข้อจำกัด จำนวนกฎที่ได้ต้องน้อย ค่า RMSE ต้องน้อย ชนิดของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก เป็นแบบเดียวกันกับ ANFIS (Gaussian Membership Function) และจำนวนข้อมูลมีจำนวนเท่ากันคือ 500 records โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น จำนวน 300 records และ 200 records เพื่อใช้ในการ training and testing ตามลำดับ

4.2 ผลการทดลอง

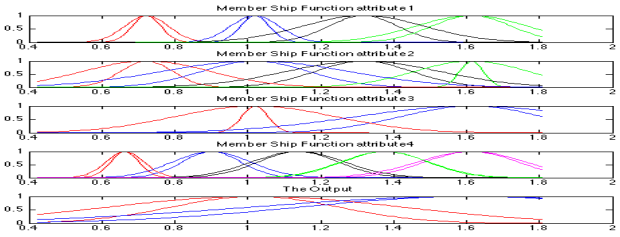
ผู้วิจัยทำการทดสอบกับข้อมูลกลุ่มเดิมกับขั้นตอนวิธีแต่ละชนิด และ Inertia Weight ที่แตกต่างกันระหว่าง Inertia Weight แบบปกติ กับ Chaotic Inertia Weight แล้วทำการเปรียบเทียบผล โดยวัดค่า RMSE ของแต่ละขั้นตอนวิธีเพื่อให้ได้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ใน ITF2HH ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกกับ Chaotic Inertia Weight ให้ค่า RMSE น้อยเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ ANFIS โดยเริ่มต้นจากการ Training เป็นจำนวน 300 ครั้ง ได้ RMSE=0.02258 หรือ MSE=0.00050 ค่า Prediction Error=0.00130 และค่าที่ได้จากการ Testing กับ Chaotic Inertia Weight เป็นจำนวน 300 ครั้ง ได้ RMSE=0.02113 หรือ MSE=0.00044 ค่า Prediction Error= 0.00183 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จาก ANFIS, RMSE=0.02640 หรือ MSE=0.00070 ดังแสดงในภาพที่ 4, 5 และ 6



ภาพที่ 4: ITF2HH Training 300 Records, RMSE=0.02258



ภาพที่ 5: ITF2HH Testing 200 Records, RMSE=0.02113



ภาพที่ 6: แสดง Membership function ที่ได้จากการหาค่าที่เหมาะสมของ ITF2HH

ผลที่ได้จากการใช้ ITF2HH สามารถสรุปดังตารางที่ 2 โดยที่จำนวนครั้งของจำนวนรุ่น (Generation) มีผลต่อเวลาในการประมวลผล

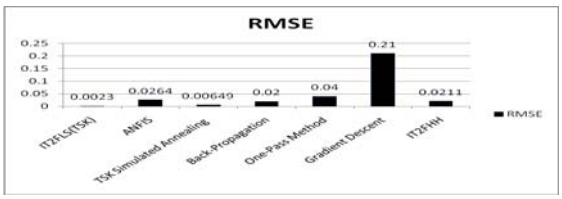
ตารางที่ 2: แสดงค่าที่ได้จากการพยากรณ์ของ IT2FHH

Method	Gen	Num of Rule	RMSE	MSE
IT2FL+PSO	700	5	0.02870	0.000823
IT2FL+PSO+Chaotic	300	5	0.03433	0.001178
IT2FHH+Chaotic	300	5	0.02113	0.000446
ANFIS	-	16	0.02640	0.000700

จากผลการทดลองที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย IT2FHH ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับ วิธีการอื่นๆ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ดีอย่าง ANFIS มีค่า RMSE = 0.02640 แต่ IT2FHH ได้ค่า RMSE= 0.02113 ซึ่งเป็นค่าที่ดีกว่า ดังแสดงรายละเอียดได้ด้วยตารางที่ 3 และกราฟในภาพที่ 7 เมื่อใช้กับข้อมูล Mackey Glass Time Series Data Set

ตารางที่ 3: ผลที่ได้จาก IT2FHH เปรียบเทียบกับวิธีการอื่น

Method	*RMSE*
IT2FLS(TSK) [4]	0.00230
ANFIS [4]	0.02640
TSK Simulated Annealing [4]	0.00649
Back –Propagation [12]	0.02000
One-Pass Method [12]	0.04000
Gradient Descent [12]	0.21000
IT2FHH	0.02113



ภาพที่ 7: กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง IT2HH กับวิธีการอื่น

5. บทสรุป

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกแบบใหม่ ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค โดยใช้การปรับปรุงพันธุกรรมของกลุ่มอนุภาคในขณะที่กลุ่มอนุภาคมีการเคลื่อนตัว ทำให้กลุ่มอนุภาคแต่ละตัวมีความฉลาดมากขึ้น เพื่อเพิ่มความเร็วในการหาอาหาร และมีทิศทางที่ถูกต้อง และเมื่อนำมาทดลองใช้ในการปรับค่าพารามิเตอร์ของตรรกศาสตร์คลุมเครือชนิดที่ 2 เพื่อใช้พยากรณ์ค่าอนุกรมเวลา ค่าพยากรณ์ที่ได้เป็นที่น่าพอใจ แต่ยังสามารถที่จะพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นได้ สำหรับงานที่จะวิจัย ต่อในอนาคต จะเป็นการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสานเชิงสามัญสำนึกแบบใหม่ ด้วยการเพิ่มความเร็วและทิศทางในการปฏิบัติการทางพันธุกรรมเพื่อให้ได้ประชากรใหม่ที่ดีในจำนวนรุ่นที่เร็วขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] A Prasad, “Forecasting and Model Selection,” *REACH Symposium*, Kanpur, India, March 15-18, 2008.

[2] Y. H. Yu and L. X. Song, “On fuzzy time series Method,” *Knowledge Acquistionand Modeling (KAM)*, pp. 297-300, 2010.

[3] D. Bernardo, H. Hagras, and E. Tsang, “An Interval Type-2 Fuzzy Logic Based System for Model Generation and Summarization of Arbitrage Opportunities in Stock Markets,” *Computational Intelligence*, pp. 1-7, 2012.

[4] M. Almaraash, R. Jhon, S. Coupland, and A. Hopgood, “ Time Series Forcasting using TSK Fuzzy System tuned with Simulated Annealing,” *IEEE International Conference on Digital Objaect Identifier*, pp. 1-6, 2010.

[5] M. H. F. Zarandi and R. Gamasaee, “Type-2 fuzzy rule base system with parameter optimization for forecasting of tardiness,” *Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS)*, pp. 1-6, 2012

[6] A. Sangsongfa and P. Meesad, “Optimizing of Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Using Hybrid Heuristic Algorithm Evaluated by Classification,” *Proceedings of IC2IT 2012*, pp. 36-41, 2012.

[7] J. M. Mendel, “Why we need type-2 fuzzy logic system?” May 2001, http://www.informit.com/article.asp.

[8] H. Ishibuchi, T.Nakashima, and T. Murata, “Three objective genetic based machine learning for linguistic rule extraction,” *Information Sciences*, vol. 136, pp. 109-133, 2001.

[9] J. Zeng and L. Wang, "A generalized model of particle swarm optimization," *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, vol. 18, pp. 685-688, 2005.

[10] Oscar Castillo, "Comparison of Hybrid Intelligent Systems, Neural Networks and Interval Type-2 Fuzzy Logic for TimeSeries Prediction," *Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks*, 2007.

[11] M. Almaraashi, R. Jhon, S. Coupland, A.Hopgood, " Time series forecasting using a TSK fuzzy system tuned with simulated annealing," *Fuzzy Systems (FUZZ*), pp. 1-6, 2010.

[12] J. Mendel and R. John, "Type-2 fuzzy sets made simple," IEEE *Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 10, no. 2, pp.117-127, 2002.

[13] X. Wang, H. Zhang, C. Zhang, X. Cai, J. Wang and J. Wang, " Prediction of chaotic time series using Is-svm with automatic parameter selection," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, pp. 962-965, 2005.

ระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

The Severity and Mortality Forecasting System of Pediatric Injuries using Artificial Neural Networks

ณัฐกร เมืองแก้ว (Nattakorn Muangkaew)[1] กาญจนา วิริยะพันธ์ (Kanchana viriyapant)[2]
ศักดา อาจองค์ วัลลิภากร (Sakda Arj-ong Vallipakorn)[3] และพิมพ์ภา เตชะกมลสุข (Pimpa Techakamolsuk)[4]
[1,2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3]หน่วยระบาดวิทยาคลินิกและชีวสถิติ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
[4]กลุ่มงานระบาดวิทยาไม่ติดต่อ สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข
[1]okey.kp@gmail.com, [2]kanchana.viriyapant@gmail.com, [3]sakda.arj@mahidol.ac.th, [4]t.pimpa@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเมื่อเกิดอุบัติเหตุกับเด็กขึ้น ผลการรักษานั้นจะแปรผันตามความรุนแรงของการบาดเจ็บและความสามารถในการวินิจฉัยของผู้รักษา ซึ่งทำให้ผลรักษาไม่แน่นอน เพื่อลดช่องว่างดังกล่าวจึงได้คิดค้นพัฒนางานวิจัยชิ้นนี้เพื่อพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Neural Networks Multi-Layer Perceptrons) โดยใช้การเรียนรู้แบบ Back Propagation เพื่อช่วยในการตัดสินใจและช่วยลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการวินิจฉัยและการรักษาของบุคลากรทางการแพทย์ต่ออาการบาดเจ็บที่เด็กได้รับ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้มาจากฐานข้อมูลการเฝ้าระวังการบาดเจ็บ (National Registry of Pediatric Injury ; Rama PedISS) โดยเครือข่ายเฝ้าระวังการบาดเจ็บในเด็กแห่งประเทศไทย (Thai Injury Task Force of Pediatric Injury, Thailand; TTFPI) โดยความร่วมมือของคณะแพทยศาสตร์ รพ.รามาธิบดี, โรงพยาบาลระดับต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยทั้งหมด 34 แห่ง และสำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข โดยนำข้อมูลจากเว็บไซต์ http://www.pts.mahidol.ac.th โดยผลลัพธ์ที่ต้องการจะถูกแบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้ โอกาสเสียชีวิตต่ำ โอกาสเสียชีวิตต่ำถึงปานกลาง โอกาสเสียชีวิตปานกลางถึงสูง โอกาสเสียชีวิตสูง โดย และผลการทดสอบความแม่นยำของข้อมูล จากข้อมูลทั้งหมด 42,144 ชุดข้อมูล พบว่าโมเดลที่ใช้มีความแม่นยำสูงถึง 99.26%

คำสำคัญ: พยากรณ์ ความรุนแรง ชีวิตเด็ก อุบัติเหตุ โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

This research was conducted to categorize the Severity and Mortality Forecasting System of Pediatric Injury by Artificial Neural Networks Multi-Layer Perceptions learning by Back Propagation algorithm . To help in decision-making and reducing the errors due to severity discrimination skill in the treatment of injuries of medical personnel to cope and manage to injured children. The training data set was used to learn from the National Registry of Pediatric Injury (Rama PedISS), Collaborated among Thai Injury Task Force of Pediatric Injury (TTFPI), which collaborate among Ramathibodi Hospital Medical Scholl, 34 Provincial Hospitals across Country, and Bureau of Epidemiology, Ministry of Public Health (MOPH). The data source was retrieved from http://www.pts.mahidol.ac.th. The interested results are divided into four levels by risk of severity and fatality, as low, low to moderate, moderate to high, and high mortality level. The RapidMiner Version 5 Software shows results of the tests and the accuracy of the model

with the set of data yield a high accuracy performance to 99.26%.

Keyword: Pediatric Injury, Artificial Neural Networks, Multi-Layer Perceptrons

1. บทนำ

อุบัติการณ์การบาดเจ็บในเด็กมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้นทุกปี เมื่อเกิดการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุในเด็ก การรักษาพยาบาล ที่มีความรวดเร็ว คัดกรองและการวินิจฉัยที่แม่นยำ การจำแนกการบาดเจ็บอย่างถูกต้อง ตลอดจนถึงความพร้อมของสถานบริการและบุคลากรเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้เด็กที่ได้รับบาดเจ็บรอดพ้นจากอันตรายและเกิดภาวะแทรกซ้อน ทุพลภาพให้น้อยที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ พบว่าในบางครั้งปัญหาหลายประการส่งผลกระทบกับการดูแลผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บ เช่น การวินิจฉัยอาการบาดเจ็บอาจไม่แม่นยำเท่าที่ควร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความรู้และชำนาญของผู้วินิจฉัย ปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับอุบัติเหตุ เช่นกลไกการบาดเจ็บ เชิงกลและฟิสิกส์ รวมถึงอาการหรือสัญญาณชีพต่าง ๆ ที่สำคัญและจำเป็นและควรต้องประเมินหรือขาดไม่ได้ จึงอาจทำให้การวินิจฉัยเกิดผิดพลาดมีสูงและแน่นอนย่อมส่งผลต่อการรักษาและผลลัพธ์ที่ตามมา จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็ก ซึ่งคาดหวังว่าผลลัพธ์และประโยชน์ที่ได้จะช่วยลดโอกาสการเสียชีวิตในเด็กให้มีปริมาณน้อยลงจากเดิมและนำไปสู่แนวคิดขั้นสูงในเชิงการแพทย์ฉุกเฉินต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

เป็นรูปแบบประเภทหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างเป็นแบบหลายๆชั้น เหมาะสำหรับงานที่มีความซับซ้อนได้ผลเป็นอย่างดี ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervise) และใช้ขั้นตอนการส่งค่าย้อนกลับ (Back Propagation) สำหรับการฝึกฝนกระบวนการส่งค่าย้อนกลับ โดยการคำนวณหาค่าผลลัพธ์(Output) พร้อมกับปรับปรุงค่า Weight และ Bias [1],[2]

2.2 ตัวแปรทางการแพทย์

เป็นกลุ่มของตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่ใช้ในการพยากรณ์โอกาสในการเสียชีวิตในเด็กไทยจากการศึกษาเรื่องการสร้างระบบคะแนนประเมินการบาดเจ็บ [3] โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวแปรกลุ่มหลักได้ 4 ประเภทคือ ข้อมูลทั่วไป อวัยวะที่ได้รับการบาดเจ็บ สัญญาชีพ และกลไกการบาดเจ็บ ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้อง ซึ่งรวมเป็นตัวแปรดังตารางที่ 1 โดยให้ผลตรงกับประชากรเด็กประเทศไทยมากที่สุด โดยอาจครอบคลุมไปถึงแถบเอเชียเนื่องจากมีวัฒนธรรม ประเภทการบาดเจ็บ และระดับความเจริญของประเทศคล้ายคลึงกัน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทบทวนและปริทัศน์งานวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ทั้งเรื่องการใช้โครงข่ายประสาทเทียมและด้านการแพทย์ฉุกเฉิน กุมารเวชศาสตร์ฉุกเฉินด้านการบาดเจ็บและอุบัติเหตุ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังต่อไปนี้

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นอัลกอริทึมที่มีความสามารถหลากหลายมาก ทั้งการพยากรณ์ การจัดกลุ่ม การแบ่งกลุ่ม ฯลฯ และเป็นอัลกอริทึมที่มีความสามารถเรียนรู้ได้เอง รองรับความผิดพลาดได้สูง โดยโครงข่ายประสาทเทียมนี้นิยมใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโรคหรือภาวะต่าง ๆ เช่น ในหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ เช่น การใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นจำแนกประเภทของมะเร็งเม็ดเลือดขาว แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจและอัลกอริทึมเนอีฟเบย์ ผลที่ได้คือ การจำแนกประเภทของมะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น พบให้ความถูกต้องมากที่สุด ผลรองลงมาคือเนอีฟเบย์ [4] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในเรื่องระบบการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเช่นกัน ผลการทดสอบพบว่าได้ผลที่ยอมรับได้จากการทดสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญและได้รับความพึงพอใจในระดับดีจากผู้ใช้งานจริง [5] มีการนำแนวคิดไปพัฒนาเป็นระบบวิเคราะห์โรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธีเรเดียลเบซิสฟังก์ชันเน็ตเวิร์คซึ่งเป็นวิธีหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียม ผลที่ได้มีค่าความถูกต้องมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ [6] การศึกษานำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้แยกผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจากผู้ป่วย

โรคที่มีลักษณะการสั่นใกล้เคียง ซึ่งจากการวิจัยพบว่าให้ความถูกต้อง 88.89 เปอร์เซ็นต์ [7] และเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการนำระบบการพยากรณ์โครงข่ายประสาทเทียมไปใช้กับผู้ป่วยโรคหัวใจก็สามารถใช้ได้ผลดีเช่นกัน โดยผลการทดสอบอยู่ในระดับดี [8] ในซีกโลกตะวันตกได้มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้กับเกณฑ์การคำนวณอาการบาดเจ็บเช่นเดียวกัน แต่เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว [9]

ในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนจากอาการบาดเจ็บในเด็กนั้น หลาย ๆ องค์กรด้านการแพทย์ต่างให้ความสำคัญ ได้มีการตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Trauma-Injury Infection & Critical เรื่อง The Pediatric Trauma Score as a Predictor of Injury Severity: An Objective Assessment โดยทำการศึกษาจากเด็กจำนวน 615 คน เพื่อสร้างระบบการให้คะแนนอย่างคร่าวเพื่อช่วยในการดูแลบริหารจัดการผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ [10] นอกจากนี้ในประเทศไทยก็มีได้ผู้จัดทำเกณฑ์ลักษณะเดียวกันขึ้นแต่ใช้ สารสนเทศมาจัดการเพิ่มความคล่องตัวและแม่นยำมากขึ้น ในงานวิจัยชื่อว่า Computerized Database and Decision Support Model for Pediatric Injury in Thailand ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนาต้นแบบการเก็บตัวแปรการบาดเจ็บในเด็กที่ห้องฉุกเฉิน [11] และรายงานเรื่อง Computerized-Database Model for Pediatric Injury โดยนำเกณฑ์หลายอย่างเหล่านี้ มาใช้ในการพัฒนาต้นแบบในการเก็บปัจจัยและตัวแปรที่สำคัญของการบาดเจ็บในห้องฉุกเฉิน เพื่อทำรายงานมาตรฐานรายงานโรค 19 หมวด สำหรับกระทรวงสาธารณสุข และสนับสนุนเชิงป้องกันสำหรับผลิตภัณฑ์หรือวัตถุที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุ และปัจจัยอื่น ๆ อย่างเป็นมิติ ตามแนวหลักการของ NOMESCO Classification External Cause of Injuries [12] และในต่อมาได้มีผู้คิดเกณฑ์การวัดระดับการบาดเจ็บสำหรับเด็กเพื่อใช้สำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะโดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวแปรกลุ่มหลักได้ 4 ตัวแปรและอาจประยุกต์ใช้ครอบคลุมกว้างไปถึงแถบเอเชียเนื่องจากมีวัฒนธรรม ประเภทการบาดเจ็บ และระดับความเจริญของประเทศคล้ายคลึงกัน [3]

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจึงได้มีแนวคิดต่อยอด ในการนำแนวคิดโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น มาเป็นโมเดลในการพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ และใช้ตัวแปรทางการแพทย์ที่ได้มีการแบ่งเป็นกลุ่มตัวแปรเป็น 4 กลุ่มที่ใช้สำหรับประเทศไทยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับผู้บาดเจ็บในประเทศไทย

3. ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้น ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาปัญหาการรักษาจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอุบัติเหตุและฉุกเฉินในเด็ก พบว่า การรักษาเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุแต่ละครั้งนั้นมีผลการรักษาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการวินิจฉัย ประเมินความรุนแรงของการบาดเจ็บ ความพร้อมของทรัพยากร เครื่องมือและประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่ทำการรักษาทำให้ผลการรักษาแตกต่างกัน จึงได้ขอความร่วมมือจากคณะทำงานในการเก็บข้อมูลการบาดเจ็บระดับชาติ Thai Injury Task Force of Pediatric Injury แห่งประเทศไทย โดยนำข้อมูลจริงจากระบบบันทึกและเฝ้าระวังการบาดเจ็บในเด็กกว่า 42144 ชุดข้อมูล จากระบบ National Registry of Pediatric Injury ; Rama PedISS จากเว็บไซต์ http://www.pts.mahidol.ac.th ซึ่งเป็นเว็บไซต์ท่า (Web portal) สำหรับรวบรวมและทำการจัดเก็บข้อมูลของเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุในประเทศไทย ของคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดลได้จัดทำขึ้นร่วมกับสำนักโรคไม่ติดต่อกระทรวงสาธารณสุข (IS, MOPH) และศูนย์เฝ้าระวังและวิจัยการบาดเจ็บในเด็กแห่งประเทศไทย (CSIP) โดยนำข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปยังเว็บไซต์นี้ มาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบในครั้งนี้

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้น ได้นำกลุ่มตัวแปรหลัก 4 ประเภทคือ ข้อมูลทั่วไป อวัยวะที่ได้รับการบาดเจ็บ สัญญาชีพ และกลไกการบาดเจ็บ มาทำการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ต่างๆ [3] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : แสดงถ่วงค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์

ตัวแปร	คำตอบ	ค่าถ่วงน้ำหนัก
1) Age (Years)	< 5 6-12 >12	0 1 2
2) Airway	No Manipulation Adjuncts Intubation	0 1 2
3) Physic Mechanism	None Pure Velocity Pure Gravity Both	0 1 2 3
4) Headneck	None Injured	0 1
5) Thorax	None Injured	0 1
6) Abd-Pelvis	None Injured	0 1
7) Glasgow Coma Score	< 9 > 9	1 2
8) Systolic Blood Pressure	Normal Abnormal	0 1
9) Pulse Rate	Normal Tachycardia Bradycardia	0 1 2
10) Respiratory Rate	Normal Abnormal	0 1

โดยค่าถ่วงน้ำหนัก ได้จากการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปร และนำมาถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสมและง่ายต่อการให้คะแนนอย่างถูกต้องยุติธรรม [3]

ซึ่งจะนำค่าน้ำหนักที่ได้เข้าประมวลผลในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น โดยค่า Input ทั้งหมดจะนำเข้ามาคำนวณ [1] ตามสูตร (1)

$$A = (x * w) + b \quad (1)$$

เมื่อ A คือ ผลการคำนวณ x คือ ค่า Input ที่เข้ามา w คือ ค่าน้ำหนักและ b คือ ค่าไบเอส จากนั้น ก็นำค่าที่ได้เข้าสู่ ฟังก์ชั่นกระตุ้น (Transfer Function) แบบ Log Sigmoid [1]โดยคำนวณได้จากสูตร (2)

$$1.0 / (1.0 + \exp(-1.0 * A)) \quad (2)$$

โดยผลคำตอบของระบบจะแบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้ โอกาสเสียชีวิตต่ำ โอกาสเสียชีวิตต่ำถึงปานกลาง โอกาสเสียชีวิตปานกลางถึงสูง โอกาสเสียชีวิตสูง ซึ่งผลที่ได้จะช่วยในการตัดสินใจการรักษาของบุคลากรทางการแพทย์ต่อไป

3.3 สร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ได้ใช้วิธี 10 Fold-Cross Validation ในการแบ่งข้อมูลจำนวน 42,144 ชุดข้อมูล สำหรับเป็นชุดการเรียนรู้ และชุดทดสอบ แล้วนำเข้าโปรแกรม RapidMiner Version 5 เพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุด โดยจำนวนรอบการเรียนรู้ (Training cycles) จะเริ่มตั้งแต่ 100 และเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ พร้อมทั้งปรับค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) และค่าโมเมนตัม (Momentum) ด้วย

3.4 พัฒนาระบบ

ทำการพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้นด้วยภาษา PHP version 5.2.9 ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL version 5.0.51a

3.5 การทดสอบระบบ

ด้านการทดสอบความถูกต้องของระบบ โดยทำการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ข้อมูล จากค่าความแม่นยำ (Accuracy) [3] ซึ่งคำนวณได้จากสูตร (3)

$$\text{Accuracy} = (TP + TN)/(TP + FP + FN + TN) \quad (3)$$

True Positive (TP) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าจริง และระบบทำนายว่าจริง

True Negative (TN) คือ สิ่งที่ระบบทำนายว่าไม่จริง และระบบทำนายว่าไม่จริง

False Positive (FP) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าไม่จริง แต่ระบบทำนายว่าจริง

False Negative (FN) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าจริง แต่ระบบทำนายว่าไม่จริง

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง

จากผลการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น และใช้ใช้วิธี 10 Fold-Cross Validation ในการแบ่งข้อมูลจำนวน 42,144 ชุดข้อมูล แล้วนำเข้าโปรแกรม RapidMiner ผลที่ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : แสดงผลการทดสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง

จำนวนชั้น	รอบการเรียนรู้	ค่าความแม่นยำ
1	100	93.7
1	200	93.76
1	300	93.78
2	100	99.13
2	200	99.26
2	300	99.25
3	100	98.98
3	200	97.17
3	300	95.52

จากผลการทดสอบพบว่าแบบจำลองที่มีชั้นซ่อน 2 ชั้น ขนาด 8 , 8 ค่า จำนวนรอบการเรียนรู้ 200 รอบ ค่า อัตราการเรียนรู้ 0.3 และค่าโมเมนตัม 0.2 ให้ค่าความแม่นยำ สูงที่สุด คือ 99.26%

4.2 ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ทำการออกแบบหน้าจอหลักดังภาพที่ 1 และผลที่ได้จากการพยากรณ์จากระบบดังภาพที่ 2

ภาพที่ 1 : หน้าจอหลัก

จากหน้าจอจะแสดงหน้าจอสำหรับป้อนข้อมูลที่จำเป็นในการพยากรณ์โดยผู้ใช้ระบบจะต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกหัวข้อ

ภาพที่ 2 : ผลที่ได้จากการพยากรณ์จากระบบ

จากหน้าจอจะแสดงผลการพยากรณ์ โดยจะแสดงเป็นระดับของความรุนแรงพร้อมแถบสีบอกสถานะเพื่อช่วยในการแยกประเภทความรุนแรงได้อย่างรวดเร็ว

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาระบบพยากรณ์ความรุนแรงและโอกาสเสียชีวิตในเด็กที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ค่าความแม่นยำมากสุดถึง 99.26% ซึ่งเป็นความถูกต้องที่สูงมาก จึงทำให้การพยากรณ์โอกาสเสียชีวิตมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งระบบนี้จะถูกนำไปใช้ในระบบการแพทย์ฉุกเฉินในเด็ก เพื่อเป็นเครื่องมือในช่วยเหลือเด็กที่ได้รับบาดเจ็บต่อไป เพื่อเพิ่มโอกาสรอดชีวิตให้สูงมากขึ้น โดยทั้งนี้ตัวแปรทางด้านการแพทย์นั้น ในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เพื่อให้เกิดความเหมาะสม เที่ยงตรง จึงควรมีการปรับปรุงเพื่อให้เกิดความทันสมัยและเหมาะสมมากขึ้นใน Phase ถัดไป หรืออาจต่อยอดระบบด้วยอัลกอริทึม IFLN เพื่อให้สามารถเพิ่มหรือลด ตัวแปรทั้งแกนตั้ง (ชนิดของตัวแปรและค่าสัมประสิทธิ์หรือการถ่วงคะแนนโดยน้ำหนักความสำคัญ) และแกนนอน (ตัวแปรร่วม อื่น เช่น ระดับความน่าจะเป็นต่อการเสียชีวิตหรือรอดชีวิตจกตัวแปรด้านศักยภาพของบุคลากรหรือสถานพยาบาล) ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] พยุง มีสัจ, *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม* ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[2] ซูฟีย์ ดายะ, “Neural Network”, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.

[3] Vallipakorn SA, Thakkinstian A,Plitponkarnpim A,Suriyawongpaisal P, Techakamonsuk P. “Pediatric

trauma and injury severity score," *Ann Emerg Med* 2013(inpress)

[4] นรินทร์ พนาวาส และนิเวศ จิระวิชิตชัย, "การจำแนกมะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น," สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี, ม.ป.ป..

[5] สุนทร ม่วงทรัพย์สม, "ระบบการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวาน," สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[6] สวนัฐ แก้วคำ, "ระบบการวิเคราะห์โรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธีเรเดียลเบซิสฟังก์ชั่นเน็ตเวิร์ค," สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[7] ญารัชนี ชาวงษ์, "การออกแบบรูปแบบข้อมูลนำเข้าของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อแยกผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจากผู้ป่วยโรคที่มีลักษณะการสั่นใกล้เคียง," การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

[8] เพชรนรินทร์ แก้วหล้า และจีระศักดิ์ นำประดิษฐ์, "ระบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม," ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[9] S. Arj-Ong, P. Suesaowaluk, "Prediction of Pediatric Injury by Bayesian Approach: A Proposed Framework for Pre-diagnosis by Automate System," *IEEE IRI 2011*, August 3-5, 2011.

[10] J.J Tepas, M.L. Ramenofsky, D.L Mollitt, B.M Gans, C. DiScala, "The Pediatric Trauma Score as a predictor of injury severity: an objective assessment," *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical*, vol. 28, no. 4, pp 425-429 April 1988.

[11] S. Arj-Ong, P. Suesaowaluk, U. Pandee, A. Plitponkarnpim, S. Chittayasothorn and S. Bunchua, "Computerized Database and Decision Support Model for Pediatric Injury in Thailand," *Ann Emerg Med*, vol. 51, no. 4, pp.496-497, April 2008. [Online]. Available: http://www.annemergmed.com.[Accessed Dec. 10, 2008].

[12] S. Arj-ong, U. Pandee, S. Deejam and A. Plitponkarnpim, "Computerized-Database Model for Pediatric Injury," *in Third Asian Congress of Pediatric Research Conference*, pp.32-33 ,2007.

การทำนายขนาดพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (พื้นที่กรณีศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี)

Flood Area Size Prediction Using Artificial Neural Network: A Case Study of Suphanburi Province

ศิริพงศ์ วีระอนันตวัฒน์1(Siripong Weranantawat)[1] และ บันลือ เอมะรุจิ2 (Bunlur Emaruchi)[2]

[1]เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[2]เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Siripong_wera@hotmail.com, egbem@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลในการทำนายหาขนาดพื้นที่น้ำท่วมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเพื่อประเมินความเสียหายและแนวโน้มของภัยน้ำท่วม ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำและข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมซึ่งได้รับมาจาก Shape fileที่ได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านGIS นำมาสร้างเป็นชุดข้อมูลในการพัฒนาโมเดล Artificial neural network นอกจากนี้วิธีการCorrelation coefficient ได้ถูกนำมาใช้สำหรับในการเลือกตัวแปรนำเข้า อีกทั้งเราได้พิสูจน์ประสิทธิภาพของ Artificial neural network ที่ได้พัฒนา ซึ่งได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าโมเดลอย่างง่ายเช่น Linear regression model

คำสำคัญ: น้ำท่วม การทำนาย โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

This paper presented the development of an artificial neural network for flood area size prediction to evaluate damages and tendency of flooding. We used water level and flood area size that obtained flood shape files. In model development, the flood shape files were analyzed through GIS method to find the size of flood area as quantitative output. The features, which are the water level data from each gauge station and floodgate, were used as input. In addition, the correlation coefficient was used for the input selection. Moreover, we have proven that the artificial neural network outperforms the conventional model.

Keyword: Flood, Prediction, Artificial neural network

1. บทนำ

ภัยน้ำท่วมได้สร้างความเสียหายในหลายๆพื้นที่ของประเทศไทยทุกๆปี โดยเฉพาะในปีพ.ศ. 2554 ประเทศไทยได้ประสบภัยน้ำท่วมครั้งใหญ่ซึ่งได้แผ่ขยายเป็นวงกว้างโดยเฉพาะในแถบภาคกลางของประเทศ ถึงแม้ว่าการบรรเทาทุกข์ผู้ที่ได้รับประสบภัยน้ำท่วมจะได้รับการช่วยเหลือทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมได้มีบทบาทที่สำคัญในการให้ข้อมูลข่าวสารไม่ว่าจะเป็นการแจ้งเตือนอพยพหรือแม้กระทั่งการกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ซึ่งทางสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศหรือ GISTDA ได้ให้บริการข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาจากภาพถ่ายดาวเทียม เช่น ดินโคลนถล่ม น้ำท่วมขัง ตลอดจนภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประเมินความเสียหายต่างๆที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมมาใช้ในการคาดการณ์ โดยการใช้โมเดลทางด้านอุทกศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ ทางด้านระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ(GIS) แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ในการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมนั้นมีข้อผิดพลาดได้สูง เมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำขนาดใหญ่ เนื่องจากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour line) มีความละเอียดที่ไม่เพียงพอในการแสดงเป็นขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมรวมทั้งลักษณะการเดินทางของน้ำที่มี

ลักษณะแผ่ขยายเป็นวงกว้างที่ไม่แน่นอน ในปีค.ศ.1980 ได้มีการประยุกต์ใช้ Artificial Neural Network (ANN) มาใช้ในการคาดการณ์กันอย่างมาก โดยเฉพาะได้มีการนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับทางด้านชลศาสตร์กันอย่างมากขึ้นสำหรับในการจัดการน้ำท่วม โดยอาศัยชุดข้อมูลนำเข้าไปฝึกสอนให้เกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ได้ให้ผลลัพธ์ในการทำนายที่ดีมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลทางด้านอุทกศาสตร์ จึงทำให้โมเดลANNเป็นที่นิยมกันอย่างมากสำหรับงานวิจัย

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลในการทำนายหาขนาดพื้นที่น้ำท่วมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยการนำข้อดีของการประยุกต์ใช้โมเดลANN ด้วยการใช้ข้อมูลระดับน้ำแต่ละสถานีวัดและประตูระบายน้ำตามจุดต่างๆมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วม เพื่อที่จะทำนายเป็นผลลัพธ์ออกมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณการว่าจะเกิดพื้นที่น้ำท่วมขนาดเท่าไหร่

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Artificial Neural Network (ANN)

ANN ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการทำนายทางด้านอุทกศาสตร์กันอย่างมากขึ้น โดยที่ ANN ได้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของ Black box model ซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องเข้าใจทางกระบวนการทางด้านชลศาสตร์ก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำได้ โดยอาศัยความสัมพันธ์และจำนวนตัวอย่างของข้อมูลที่มากๆนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งข้อดีของการประยุกต์ใช้ANN คือมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาของผลลัพธ์โดยที่ไม่จำเป็นต้องนิยามปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนในการสร้างสมการสำหรับการทำนาย โดยที่โครงสร้างANN จะพยายามเรียนรู้ความสัมพันธ์แบบNonlinear ของข้อมูลที่จะนำเข้าและคำตอบที่ต้องการนำไปสู่ผลลัพธ์ของการทำนายที่ถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้โครงสร้าง Multilayer perceptron เป็นโครงสร้างที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างมาก ซึ่งประกอบไปด้วยโครงข่ายแบบFeed forward โดยที่Neuronแต่ละตัวจะจัดกลุ่มอยู่ในแต่ละlayerและได้ถูกเชื่อมกันกันด้วยหลายๆLinkที่ได้ถ่วงค่าน้ำหนักแล้ว หลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการคำนวณของโครงสร้าง Neural networkไปแล้วหนึ่งรอบ ค่าน้ำหนักจะถูกปรับและทำการคำนวณซ้ำอีกรอบจนกว่าจะได้ค่าError อยู่ในเกณฑ์เป็นที่พอใจหรือครบกำหนดของรอบการคำนวณ ซึ่งโมเดลการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แสดงดังสมการที่1

$$o_j = f_j \sum_k (w_{jk}\, x_k) \qquad (1)$$

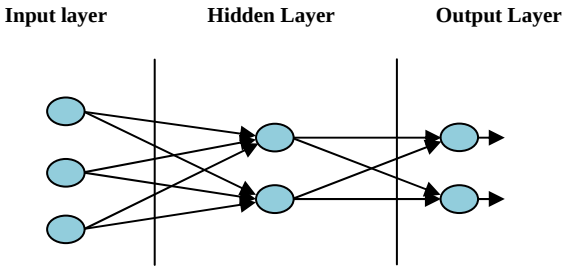
โดยที่ o_j is the output of a neuron.

f_j is a transfer function or activation function.

w_{jk} is an adjustable weight.

x_k is the input of a neuron.

ซึ่ง Input layer, Hidden layer และ Output layerได้ถูกแสดงดังในภาพที่1



ภาพที่ 1: โครงสร้าง Multi-layer Percepton อย่างง่าย

2.2 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการทำนายน้ำท่วม

จากการศึกษาการงานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้ANNสำหรับการทำนายน้ำท่วมพบว่าได้ให้ผลลัพธ์การทำนายที่มีประสิทธิภาพที่ดี [1-6] ซึ่งได้แสดงดังในตารางที่1 โดยที่การศึกษาเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นการทำนายระดับน้ำในแต่ละสถานีวัดในลุ่มแม่น้ำต่างๆเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแจ้งเตือนล่วงหน้าหรือการจัดการน้ำท่วม แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ได้แจ้งเตือนว่าจะเกิดน้ำท่วมคิดเป็นขนาดพื้นน้ำท่วมเท่าไหร่ นอกจากนี้ตัวแปรที่นิยมถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการทำนายมากที่สุดคือข้อมูลระดับน้ำ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำของแต่ละสถานีวัดเป็นหลักเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าไปในการพัฒนาโมเดลANN สำหรับการทำนายขนาดพื้นที่น้ำท่วมล่วงหน้า

ตารางที่ 1: การประยุกต์ใช้ANNสำหรับการทำนายน้ำท่วม

Author	Study area	Variables	Result
Mandal et al. (2005)	India	Temperature, humidity, water level, precipitation, and wind speed	Accuracy of prediction is 97.33%.
Adnan et al. (2012)	Sungai Batu Pahat basin	Water level	Accuracy between 0-6 hours is nearly.
Campolo et al. (1999)	Tagliamento basin	Rainfall and water level data	1-hour forecasting are accurate
Leahy et al. (2008)	Munster Blackwater catchment	Water level and sea level pressure	5h ahead are accurate
Cruz et al. (2011)	Pantanal State of Mato Grosso,Brazil	Water level	prediction error not greater than 9 cm in 95% of occurrences
Sulaiman et al. (2011)	Kota Tinggi, Johor, Malaysia.	Water level	forecast with a lead-time of up to 3 h, and with satisfactory performance at 6 h.
Bustami et al. (2006)	Sungai Bedup catchment	rainfall and water level data	satisfactory results with R=0.96
Shongsak (2003)	Lam Phachi basin	runoff and rainfall	The ANN outperforms the MIKE 11.

นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำนายแสดงเป็นขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการใช้โมเดลทางด้านอุทกศาสตร์ร่วมกับโปรแกรมทางด้านGIS [7-10] ซึ่งได้แสดงดังในตารางที่2 จากการศึกษางานวิจัยเหล่านี้พบว่าได้ให้ผลลัพธ์ในการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมได้อย่างถูกต้องแม่นยำเนื่องจากพื้นที่ศึกษาโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เชิงหุบเขา แต่ผลลัพธ์กลับแย่ลงเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ เนื่องจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงมีความละเอียดไม่พอเพียงที่จะแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมได้ถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นในงานวิจัยนี้เราจึงพยายามศึกษาพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำในการทำนายหาขนาดพื้นที่น้ำท่วมโดยการนำข้อดีของการประยุกต์ใช้ANNสำหรับการพัฒนาโมเดล

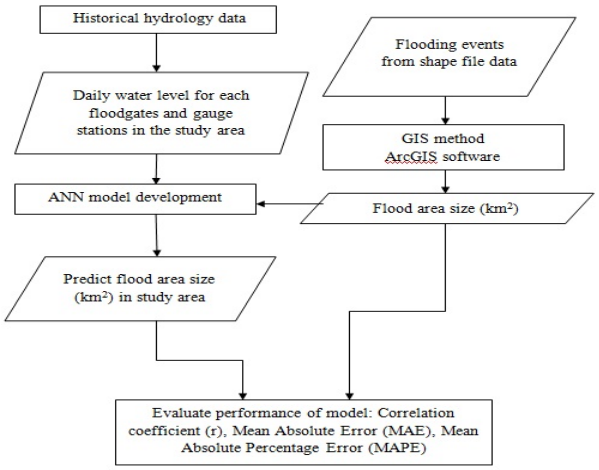
ตารางที่ 2: งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

Author	Study Area	Method	Result
Rangsimapirat (2005)	The lower Mae Klong river basin.	Mathematical model with GIS.	Accuracy 98.65%
Sansena (2004)	The upper Mae Klong river.	HEC-RAS model with GIS.	Accuracy 70.4%
Mangsilp (2007)	The Mae Taeng Watershed, Chiang Mai province.	Potential surface analysis and HEC-RAS with GIS.	Accuracy 90.75% for Potential surface analysis and 96.51% for HEC-RAS model.
Arayawongwarn (2001)	The Yom basin, Phare province	MIKE11 model with GIS	Limitation of contour line for creating flood map.
Wongwitaya (2001)	The Yom basin, Phare and Sukhothai Province	MIKE11 model with GIS	The result of model was similar to actual flood map but the result depends on the scale of the contour line.

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำเพียงอย่างเดียวสำหรับปัจจัยในการทำนายขนาดพื้นที่น้ำท่วม เนื่องจากพื้นที่กรณีศึกษาเป็นพื้นที่บริเวณราบลุ่มแม่น้ำขนาดใหญ่ ซึ่งลักษณะการเกิดน้ำท่วมจะขยายแผ่เป็นบริเวณกว้างโดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ปัจจัยอื่นอย่างเช่นข้อมูลปริมาณน้ำฝนหรือข้อมูลน้ำท่าซึ่งได้เกี่ยวข้องกับระดับน้ำโดยตรง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำของแต่ละสถานีวัดระดับน้ำและประตูระบายน้ำมาเป็น Inputในการทำนายหาขนาดพื้นที่น้ำท่วม

จากภาพที่2 ได้แสดงขั้นตอนการพัฒนาโมเดลสำหรับในงานวิจัยนี้



ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนการพัฒนาโมเดล

3.1 การเก็บข้อมูล

ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่ได้รับมาจากกรมชลประทานของแต่ละสถานีวัดและประตูระบายน้ำต่างๆในเขตจังหวัดสุพรรบุรี ซึ่งช่วงข้อมูลที่ได้รับมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545-2555 ส่วนข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมได้รับข้อมูลshape file มาจากหน่วยงานGISTDA ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านGIS เพื่อหาเป็นขนาดพื้นที่น้ำท่วมของแต่ละเหตุการณ์ในแต่ละวันออกมา ซึ่งช่วงข้อมูลที่ได้รับมาตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคมของปีพ.ศ.2549-2554

3.2 ชุดข้อมูล

ในการสร้างชุดข้อมูล เราได้ข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมของวันปัจจุบันเทียบกับข้อมูลระดับน้ำ1-2วันก่อน โดยที่ข้อมูลระดับน้ำของแต่ละสถานีวัดระดับน้ำและประตูระบายน้ำประกอบไปด้วย 31 Inputใช้เป็นตัวทำนาย ส่วนข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมใช้เป็นผลลัพธ์ของการทำนาย

3.3 การพัฒนาโมเดล

ในการศึกษานี้ได้ใช้โปรแกรมMATLABในการพัฒนาโมเดลANN ซึ่งชุดข้อมูลได้ถูกแบ่งเป็น10-Fold cross

validation โดยที่โครงสร้างANNเป็นแบบMultilayer perceptron นอกจากนี้ได้ใช้Bayesian regularization training functionสำหรับการเรียนรู้ ส่วนActivation functionได้ใช้ Hyperbolic tangent sigmoid functionในชั้นซ่อนและLinear functionในชั้นเอาต์พุตและได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนHidden neurons และจำนวนรอบในการTrainingเพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาโมเดลและได้ทำการวัดประสิทธิภาพของโมเดลซึ่งได้แก่ Mean Absolute Error (MAE), Correlation coefficient(r) และMean Absolute Percentage Error (MAPE)

4. ผลลัพธ์และการอภิปรายผล

ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบชุดข้อมูลการทำนาย1วันล่วงหน้าและ2วันล่วงหน้าเพื่อหาชุดข้อมูลที่เหมาะสมในการพัฒนาโมเดล

ตารางที่ 3: ผลลัพธ์การพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลการทำนาย1วันล่วงหน้า

Structure	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
31-4-1	160.47	0.90	36.67
31-5-1	192.78	0.87	39.83
31-6-1	164.02	0.90	36.33
31-7-1	**155.99**	**0.90**	**34.88**
31-8-1	179.21	0.88	42.87
31-9-1	166.37	0.91	36.73
31-10-1	179.92	0.86	43.56

จากตารางที่3 ได้พบว่าโครงสร้างANNที่เหมาะสมที่สุดคือโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 7 นิวรอนในชั้นซ่อน ซึ่งได้ให้ค่าผลลัพธ์ประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งได้ให้ค่า MAE เป็น 155.99 km^2, Correlation coefficient เป็น 0.9 และ MAPE เป็น 34.88%

ตารางที่ 4: ผลลัพธ์การพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลการทำนาย2วันล่วงหน้า

Structure	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
31-17-1	163.07	0.91	34.33
31-18-1	159.23	0.91	31.02
31-19-1	156.09	0.92	36.62
31-20-1	**151.74**	**0.92**	**32.46**
31-21-1	162.01	0.91	37.13
31-22-1	186.43	0.89	43.13
31-23-1	208.14	0.87	51.06
31-24-1	165.30	0.91	36.18

จากตารางที่4 ได้พบว่าโครงสร้างANNที่เหมาะสมที่สุดคือโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 20 นิวรอนในชั้นซ่อน ซึ่งได้ให้ค่าผลลัพธ์ประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งได้ให้ค่า MAE เป็น151.74 km^2, Correlation coefficient เป็น 0.92 และ MAPE เป็น 32.46%

อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ของการพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลการทำนาย1วันและ2วันล่วงหน้าได้ให้ค่าErrorที่ยังสูงอยู่ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องตัดInputที่ไม่จำเป็นออก ซึ่งในการศึกษานี้เราได้ใช้Correlation coefficient เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำของแต่ละสถานีวัดและประตูระบายน้ำกับข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมของแต่ละเหตุการณ์ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกInputได้ใช้ค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่0.85ขึ้นไปหลังจากที่ได้ทำการทดลองตัดInputด้วยค่าความสัมพันธ์อื่นๆ จากนั้น10Inputของข้อมูลระดับน้ำในแต่ละสถานีวัดระดับน้ำและประตูระบายน้ำได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรนำเข้าทั้งชุดข้อมูลการทำนาย1วันและ2วันล่วงหน้า

ตารางที่ 5: ผลลัพธ์การพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลการทำนาย1วันล่วงหน้า (ผ่านการเลือกInput)

Structure	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
10-9-1	163.53	0.89	34.73
10-10-1	161.71	0.89	30.58
10-11-1	154.36	0.91	30.06
10-12-1	**139.55**	**0.92**	**23.13**
10-13-1	149.43	0.91	27.45
10-14-1	170.68	0.88	33.13
10-15-1	150.87	0.90	26.96

จากตารางที่5 ได้พบว่าโครงสร้างANNที่เหมาะสมที่สุดคือโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 12 นิวรอนในชั้นซ่อน ซึ่งได้ให้ค่าผลลัพธ์ประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งได้ให้ค่า MAE เป็น139.55 km^2, Correlation coefficient เป็น 0.92 และ MAPE เป็น 23.13%

จากตารางที่6 ได้พบว่าโครงสร้างANNที่เหมาะสมที่สุดคือโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 32 นิวรอนในชั้นซ่อน ซึ่งได้ให้ค่าผลลัพธ์ประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งได้ให้ค่า MAE เป็น147.63 km^2, Correlation coefficient เป็น 0.92 และ MAPE เป็น 31.26%

ตารางที่ 6: ผลลัพธ์การพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลการทำนาย2วันล่วงหน้า (ผ่านการเลือกInput)

Structure	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
10-29-1	166.65	0.90	33.02
10-30-1	162.88	0.90	34.89
10-31-1	154.11	0.92	31.39
10-32-1	**147.63**	**0.92**	**31.26**
10-33-1	155.96	0.91	34.68
10-34-1	160.29	0.90	36.95
10-35-1	168.85	0.90	35.96

จากการศึกษานี้พบว่าชุดข้อมูลที่ได้ผ่านการเลือกInputแล้วได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าชุดข้อมูลที่ไม่ได้เลือกInputเนื่องจากเป็นไปได้สูงที่เกิดการOverfittingในการTrainingข้อมูล ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องตัดInputที่ไม่จำเป็นออกเพื่อลดความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและลดระยะเวลาในการTrainingข้อมูล อีกทั้งยังได้พบว่าชุดข้อมูลการทำนาย1วันล่วงหน้าที่ได้ผ่านการเลือกInputได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษานี้ซึ่งได้แสดงตารางสรุปผลลัพธ์ในการพัฒนาโมเดลด้วยชุดข้อมูลต่างๆดังในตารางที่7 นอกจากนี้เราได้ทำการพิสูจน์ว่าโมเดลที่ได้พัฒนาให้ผลลัพธ์ดีกว่าโมเดลRegressionหรือไม่ซึ่งผลลัพธ์แสดงดังในตารางที่8 จากผลลัพธ์ได้พิสูจน์ที่ว่าANNที่ได้พัฒนาให้ผลลัพธ์ดีกว่าโมเดลอย่างง่าย เนื่องจากANNได้มีการคำนวณปรับค่าParameterหลายๆรอบของแต่ละตัวแปรผ่านวิธีการBack propagation ส่วนLinear regressionมีการคำนวณค่าParameterเพียงครั้งเดียว ผลลัพธ์ของANNจึงดีกว่า

ตารางที่ 7: สรุปชุดข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนาย

Dataset	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
1 day in advance	155.99	0.90	34.88
2 day in advance	151.74	0.92	32.46
1 day in advance (selected input)	**139.54**	**0.92**	**23.13**
2 day in advance (selected input)	147.63	0.92	31.26

ตารางที่ 8: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลระหว่างANNและLR

Model	MAE(km^2)	Correlation coefficient(r)	MAPE (%)
Linear regression	198.48	0.89	45.10
Neural Network	**139.55**	**0.92**	**23.13**

5. สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลANNในการทำนายขนาดพื้นที่น้ำท่วมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเพื่อเป็นประโยชน์ในการแจ้งเตือนหรือประเมินความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ANNได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะเกิดขนาดพื้นที่น้ำท่วมเท่าไหร่ นอกจากนี้ในงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมแต่ได้มีข้อจำกัดเรื่องข้อมูลเส้นชั้นความสูงในการประยุกต์ใช้บริเวณพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำซึ่งมีความละเอียดที่ไม่เพียงพอในการแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำนายหาขนาดพื้นที่น้ำท่วมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยการนำข้อดีของการประยุกต์ใช้โมเดลANN ด้วยการใช้ข้อมูลระดับน้ำแต่ละสถานีวัดและประตูระบายน้ำตามจุดต่างๆมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วม เพื่อที่จะทำนายเป็นผลลัพธ์ออกมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณการว่าจะเกิดพื้นที่น้ำท่วมขนาดเท่าไหร่ จากการทดลองผลลัพธ์ในการพัฒนาโมเดลพบว่าชุดข้อมูลการทำนาย1วันล่วงหน้าที่ได้เลือกInputแล้วได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด นอกจากนี้เราได้พิสูจน์ที่ว่าโมเดลที่ได้พัฒนาได้ให้ผลที่ดีกว่าโมเดลอย่างง่าย แม้ว่าในการศึกษานี้จะได้รับข้อมูลตัวอย่างที่น้อยซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ยังมีค่าErrorค่อนข้างสูงอยู่ ดังนั้นเราจึงควรรับตัวอย่างข้อมูลที่มากขึ้นและควรศึกษาโมเดลที่มี

ประสิทธิภาพมากกว่าเดิมเช่นวิธีการของSupport vector machine เพื่อผลลัพธ์ในการทำนายที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในการพัฒนาระบบการทำนายแบบReal timeได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Mandal, S., Saha, D., & Banerjee, T, "A Neural Network Based Prediction Model for Flood in a Disater Management System with Sensor Networks,"*Proceedings of ICSIP 2005*, 4-7 Jan, pp.78-82.

[2] Adnan, R., Ruslan, F.A., Samad, A.M., & Zain, Z.M, " Flood Water Level Modelling and Prediction Using Artificial Neural Network: Case Study of Sungai Batu Pahat in Johor," *IEEE Control and System Graduate Research Colloquium*, 16-17 July, pp. 22-25.

[3] Leahy, P., Kiely, G., & Corcoran, G,"Structural optimization and input selection of an artificial neural network for river level prediction," *Journal of Hydrology*, 335, pp.192-201.

[4] Cruz, I.F., Pedrollo, O., Castro, N.M.R., Girard, P., Zeilhofer, P., & Hamilton, S.K,"Historical reconstruction of floodplain inundation in the Pantanal (Brazil) using neural networks," *Journal of Hydrology*, 399, pp.376-384.

[5] Bustami, R.A., Bessaih, N., & Muhamud, M.S,"Artificial Neural Network for Daily Water Level Estimation," *Engineering e-Transaction, University of Malaya*, 1, 1 March , pp.7-12.

[6] Songsak Pattrawutichai,"Flood forecasting in Lam Phachi River Basin by MIKE11 Model and Artificial Neural Networks,"*M.Eng.Thesis in Irrigation Engineering. Bangkok: faculty of Engineering, Kasetsart University.*

[7] Waleerat Rangsimapirat,"A Mathematical Model for Locating Flooding Area in the Lower Maeklong River Basin," *M.Sc. Thesis in Technology of Information system Management. Bangkok: Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.*

[8] Ruthairat Mangsilp," GIS and Hydrological Model for Flood Risk Area Assessment in Maetaeng Watershed, Chiang Mai Province," *M.Sc. Thesis in Information Management on Environment and Resources. Bangkok: Faculty of Graduate Studies,Mahidol University.*

[9] Panvadee Arayawongwarn,"Mike 11 and geographic information system for estimating the flood area in the Yom Basin, Phare province,"*M.Sc.Thesis in Information Management on Environment and Resources,Bangkok: Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.*

[10] Chutima Wongwitaya,"A New View of an Old Foe: Using GIS and Hydrology Software to Produce 3D Animation of Potential Flooding Events"*M.Sc.Thesis in Technology of Information system Management., Mahidol University.*

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์ช่วงปริมาณการใช้กระดาษภายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสาร

An Efficiency Comparison between Decision Tree and Artificial Neural Networks for Range of Paper Usage Predication within Airlines Passenger Services Department

สุภโชค เรืองศรี (Supachok Ruangsri)
supachokruangsri@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมในการคาดการณ์ช่วงปริมาณการใช้กระดาษภายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสาร โดยใช้ข้อมูลหน่วยงานขององค์กรสายการบิน มีข้อมูล 2 ชุด คือ 1.ข้อมูลดิบ มีจำนวนตัวแปร 40 ตัวแปร 2.ชุดข้อมูลที่ผ่านวิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน(Regression Analysis) ได้ 5 ตัวแปร จากนั้นนำข้อมูลทั้ง 2 ชุดไปให้ต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมทำการเรียนรู้แล้วทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากกว่าต้นไม้ตัดสินใจที่ 96.09% ต่อ 88.28% ในชุดข้อมูลที่คัดกรองจากการวัดค่าด้วยวิธีวิเคราะห์รีเกรสชัน แต่โมเดลที่เหมาะแก่การนำไปพัฒนาต่อ คือชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์การวัดค่าด้วยวิธีวิเคราะห์รีเกรสชันมี 5 ตัวแปร คือ จำนวนผู้โดยสารปรกติขาออกชั้นธุรกิจ ขนาดของระบบฝึกอบรม จำนวนวันที่ทำการบิน พนักงานที่เข้าฝึกอบรมระบบรายละเอียดรถเข็นและกระเป๋า เป็นโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 2 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Tansig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 5-2 ตามลำดับให้ความแม่นยำที่ 95.70% เพราะมีขนาดโครงสร้างที่เล็กทั้งขนาดของจำนวนโหนดในแต่ละชั้นใช้จำนวนตัวแปรน้อย ซึ่งเวลาใช้งานจะให้ผลลัพธ์รวดเร็วกว่า

คำสำคัญ: ต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม การแพร่กระจายย้อนกลับ

Abstract

This research aims to compare efficiency between Decision Tree and Artificial Neural Networks for range of paper usage prediction in passenger services department airline organization by two data sets that included raw data with 40 attributes and filtered data with 5 attributes derived from regression analysis method. Then brought the Neural Network multi-layer perceptrons and Decision Tree to learn both data sets result for comparison. The experimentation on the filtered data by Regression Analysis method indicates that result of Neural Networks is more accurate than decision tree. The Neural Networks is 96.09% and Decision Tree is 88.28%. The proper model for further development is the data set filtered by regression analysis attribute selection method. The data set filtered by regression analysis attribute selection method is consists of five attributes i.e. Number of Passengers in Business Class, measure of training system, number of flight operated date, Number of Staff during the train program, Number of serviced wheelchair case and Baggage List Details. The neural network model Tansig-Purelin consists the layer of 5-2 provides the accuracy which equal to 95.70% due the small structure in each layer, less variables these make the faster speed performance.

Keyword: Decision Tree, Neural Networks, Back-propagation

1. บทนำ

กระดาษเป็นทรัพยากรที่ต้องใช้ในทุกหน่วยงานและองค์กร แม้ปัจจุบันมีการสร้างซอฟต์แวร์ขึ้นมาทดแทนและลดการใช้กระดาษแต่เป็นเพียงแค่ลดการใช้งานได้บางส่วนเท่านั้นแต่ยังคงมีความต้องการใช้กระดาษสูงเช่นเดิม เช่นเดียวกับการใช้กระดาษในองค์กรสายการบินนั้นมีความต้องการสูง เพราะระบบในแต่ละสายการบินมีความต่างกัน ซึ่งระบบของแผนกฝ่ายการผู้โดยสารนั้นต้องมีมาตรฐานที่เหมือนกันทุกสถานีของแต่ละสายการบินทั่วโลกโดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสิ่งแรกทั้งของผู้โดยสารและประเทศที่เครื่องบินได้ทำการบินผ่านน่านฟ้าทำให้ต้องมีการฝึกอบรมการใช้งานเพื่อให้พนักงานเข้าใจและสามารถใช้ระบบในปัจจุบันได้ถูกต้องรวมถึงการอบรมทบทวนการทำงานและการใช้งานของระบบต่างๆฝ่ายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสารอื่นๆเป็นประจำ ซึ่งปัญหาของการใช้กระดาษในการฝึกอบรมและทบทวนการทำงานของระบบหากเป็นระบบใหญ่ปริมาณกระดาษจะเพิ่มขึ้นสูง ทำให้ยากต่อการพยากรณ์หรือคาดการณ์จึงต้องสั่งกระดาษมาสำรองจำนวนมากเพื่อป้องกันการคลาดแคลนและทำการสั่งกระดาษสำรองเช่นนี้ทุกๆเดือน ก่อเกิดการสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดซื้อและหากปริมาณสำรองจำนวนมากและปริมาณการใช้น้อยก่อให้เกิดปัญหาของคุณภาพกระดาษที่ลดลง เช่น กระดาษเปลี่ยนสี เปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บและรักษาซึ่งอาจต้องทำการเช่าพื้นที่เก็บเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีนักวิจัยท่านอื่นๆได้นำเทคนิคนี้ในงานด้านการประมาณค่าและการจำแนกประเภท ในด้านต่างๆอาทิ เช่น การจำแนกประเภทของคำตอบ พยากรณ์หุ้น การประมาณค่า เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยทำการศึกษาและนำวิธีต้นไม้ตัดสินใจกับโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้งานนี้ เพื่อคาดการณ์ช่วงปริมาณการใช้กระดาษให้สามารถทราบได้ว่าควรสั่งซื้อกระดาษมาสำรองไว้เพียงไร ทำให้ลดการใช้งบประมาณภายในองค์กรและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีทั้งสิ้น 40 ตัวแปรอินพุตได้แก่ จำนวนเที่ยวบินที่ทำการบินในเดือนนั้น จำนวนวันที่มีการทำการ จำนวนวันที่มีเครื่องบินทำงานล้าช้า ข้อมูลสัมภาระของผู้โดยสาร จำนวนพนักงานที่เข้ารับการฝึกอบรมระบบ เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นการคัดกรองตัวแปรโดยใช้วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชันเพื่อลดขนาดมิติของตัวแปรเพื่อที่จะนำไปใช้ในส่วนที่สองซึ่งเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างต้นไม้ตัดสินใจกับโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการคาดการณ์ช่วงการใช้กระดาษ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้คอมพิวเตอร์ฉลาดสามารถเรียนรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาต่างๆ เกิดจากการที่มีตัวแปรอินพุต แต่ละโหนดตัวแปรอินพุตจะมีเส้นเชื่อมต่อแต่ละเส้นมาที่นิวรอลโดยในแต่ละเส้นที่เชื่อมต่อจะมีค่าน้ำหนักของในแต่ละเส้น ซึ่งนิวรอลจะประมวลผลแล้วนำไปผ่านฟังก์ชันกระตุ้นเพื่อคำนวณหาค่าผลลัพธ์และทำการเรียนรู้เมื่อคำตอบยังมีความผิดพลาดโดยทำการเรียนรู้เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนให้มีค่าเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ มีสมการดังนี้[4,9]

$$n = WX+b \quad (1)$$

$$a = f(n) \quad (2)$$

$$e = t-a \quad (3)$$

$$\Delta w_{ij}(n+1) = \eta\delta(n)y_j(n) + \alpha\Delta w_{ij}(n) \quad (4)$$

โดยเมื่อ W=ค่าถ่วงน้ำหนัก, X=ค่าจากตัวแปร, b=ค่าลาดเอียงความรู้, n=ผลรวมความรู้, f(n)=ฟังก์ชันกระตุ้นของโครงข่ายประสาทเทียม, a=คำตอบของโครงข่ายประสาทเทียม, t=ค่าเป้าหมายที่ต้องการ, e=ค่าคำตอบที่คลาดเคลื่อน, Δw=ค่าปรับแก้, α=ค่าโมเมนตั้ม, η=ค่าอัตราการเรียนรู้, δ=ค่าผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการคำนวณ

2. 2 วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน(Regression Analysis)

เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป โดยตัวแปรตาม 1 ตัวและตัวแปรอิสระอย่างน้อย 2 ตัว ค่า R-Square (R^2) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงตัวแปรตามโดยเป็นตัวชี้ความสำคัญ X ที่มีต่อ Y ว่ามีอิทธิพลมากน้อยเพียงใด

2. 3 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ[12,10]มีการทำงานแบบการเรียนรู้ที่ต้องมีการสอน(Supervise Learning) เป็นอัลกอริธึมแบบละโมบ (Greedy Algorithm) โดยจะสร้างต้นไม้จากบนลงล่างแบบวนซ้ำ ด้วยวิธีแก้ปัญหาแบบแบกแยกและเอาชนะ(Divide-and-Conquer) โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดลองต้องมีประเภทของข้อมูลระบุไว้ ต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วย รากซึ่งเป็นโหนดแรกสุดของต้นไม้ แล้วแตกออกไปเป็นโหนดลูก ส่วนโหนดสุดท้ายที่ไม่มีโหนดใดต่อท้ายเรียกว่าโหนดใบ ซึ่งในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจนั้น[1,10] อาศัยค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน(Gain Ratio) เพื่อเลือกโหนดที่มีค่าสูงสุดมาเป็นตัวเริ่มต้นและค่าอัตราส่วนเกนที่น้อยลงมาเป็นตัวถัดไปตามลำดับ โดยหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{Info}(D) = -\sum_{i=1}^{m} p_i \log_2(p_i) \quad (5)$$

$$\text{Info}_A(D) = -\sum_{j=1}^{v} \frac{|D_j|}{|D|} \text{xI}(D_j) \quad (6)$$

$$\text{Gain}(A) = \text{Info}(D) - \text{Info}_A(D) \quad (7)$$

$$\text{Gain}(A) = \text{Gain}(A)/\text{SplitInfo}(A) \quad (8)$$

$$\text{SplitInfo}_A(D) = -\sum_{j=1}^{v} \frac{|D_j|}{|D|} * \log_2\left(\frac{|D_j|}{|D|}\right) \quad (9)$$

โดยเมื่อ D = ข้อมูลที่ต้องการทราบ, A = แอตทริบิวต์ที่สนใจ, Info(D) = ค่า Entropy ที่ต้องใช้ในการจำแนกเรคคอร์ดใน D โดยค่า p_i = ความน่าจะเป็นที่เรคคอร์ดใน D ของคลาส C_i, $\text{Info}_A(D)$ = ค่าสารสนเทศที่ต้องการเพื่อจำแนก D, $\text{Splitinfo}_A(D)$ คือ ใช้ปรับค่าความเอนเอียงของค่าเกน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รมิดา ธนกุลภารัชต์และเสาวลักษณ์ วรรธนาภาทำการจำแนกประเภทดนตรีไทยเดิมตามอารมณ์หลักโดยใช้โครงข่ายประสาทแบบหลายชั้นมีชั้นอินพุต 6 ตัว ชั้นซ่อนมี 3 และชั้นเอาท์พุตมี 3 โดยให้ค่าความถูกต้อง 89.58% ผู้วิจัยได้พูดถึงขั้นต่อไปของการทำวิจัย คือ การหาคุณลักษณะสำคัญอื่นเพิ่มเติมซึ่งอาจช่วยให้ผลการจำแนกถูกต้องมากขึ้น[5] สุภโชค เรืองศรีและธวัชชัย งามสันติวงศ์ ทำการประมาณค่าการใช้กระดาษฝ่ายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสารด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีลักษณะคำตอบเป็นค่าต่อเนื่องซึ่งต่างจากงานนี้ที่มีลักษณะคำตอบเป็นช่วงปริมาณการใช้ คือ ช่วงที่1 2 3 และ 4 ซึ่งพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้นมีความแม่นยำในการประมาณค่ามากแต่เมื่อขนาดชั้นเพิ่มขึ้นกลับให้ค่าความแม่นยำลดลง อาจเกิดจากชุดข้อมูลความเหมาะสมกับโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3ชั้น แต่มีจำนวนตัวแปรมากทำให้ไม่เหมาะแก่การนำไปพัฒนาเป็นระบบ[6] เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัตและพยุง มีสัจทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณ Pm10 โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ใช้ข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลาและเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม วิธีเรียนรู้แบบแพร่กระจายกลับ มี 12 อินพุต ลักษณะแบบ tansig- tansig-purelin ขนาด 24-12-1 ให้ค่า mse ที่ต่ำที่สุด มีการเตรียมข้อมูลโดยทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วง [-1,1] เพื่อให้ค่าไม่เกิดค่าต่างของค่าที่มากเกินไป ผู้วิจัยได้ทดลองโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม 17 แบบ ที่แตกต่างกันเพื่อหาโมเดลที่ให้ผลลัพธ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยโคร่งข่ายประสาทเทียม 3 ชั้นแบบ Tansig- Tansig-Purelin ขนาด 24-12-1 ให้ค่า mse ที่ต่ำที่สุด ใช้ฟังก์ชั่นในการฝึกแบบ Trainlm เพราะทำให้สามารถลู่เข้าหาเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว มีความเร็วในการประมวลผลสูงแต่มีข้อเสียคือเปลืองพื้นที่หน่วยความจำหลัก หากมีข้อมูลเข้าจำนวนมากอาจทำให้หน่วยความจำไม่พอ[8] จิตรลดา เจิมจิตรและรัชฎา คงคะจันทร์ทำการจัดระดับความสำคัญหัวเรื่องอัตโนมัติด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเพื่อปรับปรุงโปรแกรมอ่านหน้าจอโดยต้นไม้ตัดสินใจสามารถจัดระดับความสำคัญหัวเรื่องได้แม่นยำในระดับสูงที่ 92%[2]

ผลการวิเคราะห์วรรณกรรมให้ผลสรุปดังนี้ 1.โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการทำงานได้หลายประเภท เช่น พยากรณ์[6,9,13] จำแนกประเภท[3,5,7] เป็นต้น 2. โครงข่ายประสาทเทียมสามารถปรับค่าเพื่อลดความผิดพลาดของผลลัพธ์ได้ทำให้สามารถให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าต้นไม้ตัดสินใจในหลายๆงาน[3,7] 3.ต้นไม้ตัดสินใจแม้จะให้ผลลัพธ์ที่แย่กว่าโครงข่ายประสาทเทียมแต่มีความสามารถในการให้เหตุและผลและเข้าใจได้ง่ายกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่เป็นการทำงานลักษณะแบบกล่องดำ โดยในงานวิจัยนี้ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบได้อ้างอิงจากงานวิจัย[5,6] เพราะมีลักษณะข้อมูลและผลลัพธ์ที่คล้ายกัน

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลช่วงปริมาณการใช้กระดาษมีลักษณะเป็นช่วงการใช้กระดาษ(มีหน่วยนับเป็นรีม)ต่อเดือนของแผนกฝ่ายการผู้โดยสาร 7 สายการบิน ข้อมูลอยู่ในช่วงเดือน มกราคม ปี พ.ศ.2553 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ.2555

ตารางที่ 1: ตัวอย่างตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย	หน่วยนับ
เดือนที่ทำการบิน	เดือน
จำนวนวันที่มีการทำการ	วัน
จำนวนวันที่ไม่มีการทำการ	วัน
ข้อมูลเที่ยวบินขาเข้า	หน้า
ข้อมูลเที่ยวบินที่จะทำการบิน	หน้า

ตารางที่ 2: รายละเอียดของช่วงปริมาณการใช้กระดาษ

ช่วงการใช้กระดาษ	ปริมาณการใช้กระดาษในช่วง
1	<5 หรือ 0-5
2	6-11
3	12-17
4	>18 หรือ18-23

3.1 เตรียมข้อมูล

ทำการปรับและทำความสะอาดข้อมูลให้มีความเหมาะสมและพร้อมทำงานในขั้นตอนถัดไปโดยเมื่อเตรียมข้อมูลเสร็จ มีตัวแปรทั้งหมด 40 ตัวแปรอินพุต ขนาดข้อมูล 256 เรคคอร์ด โดยชุดข้อมูลที่นำไปให้ต้นไม้ตัดสินใจเรียนรู้นั้นมีตัวแปรเอาท์พุตเพียง 1 ตัว แต่ในส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น มีตัวแปรเอาท์พุต 2 ตัว เพราะโครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการให้คำตอบที่ระยะ 0 -1 ทำให้ไม่เพียงพอกับการรับรองของจำนวนผลลัพธ์ที่ มีอยู่ 4 ช่วง ทำให้ต้องมีตัวแปรเอาท์พุต 2 ตัวเพื่อใช้ในการตอบที่เป็นลักษณะของเลขฐาน 2 แล้วจึงนำกลับมาแปลงเป็นผลลัพธ์ในเลขฐาน 10 ปรกติ

3.1.1 นำข้อมูลไปวัดค่าและทำการคัดกรอง

โดยวิธี Regression Analysis ใช้การวัดค่าด้วยใช้ซอฟต์แวร์ SPSS ชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชันได้ 5 ตัวแปรอินพุต คือ จำนวนผู้โดยสารปรกติขาออกชั้นธุรกิจ ขนาดของระบบฝึกอบรม จำนวนวันที่ทำการบิน พนักงานที่เข้าฝึกอบรมระบบ รายละเอียดรถเข็นและกระเป๋า

ตารางที่ 3: ชุดข้อมูลที่คัดกรองจากวิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย	หน่วยนับ
จำนวนผู้โดยสารปรกติขาออกชั้นธุรกิจ	คน
ขนาดระบบของการฝึกอบรม	ระดับ
พนักงานที่เข้าฝึกอบรมระบบ	คน
จำนวนวันที่ทำการบิน	วัน
รายละเอียดรถเข็นและกระเป๋า	หน้า

3.1.2 การแบ่งข้อมูลสำหรับเรียนรู้และทดสอบ

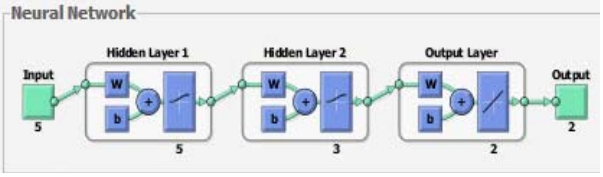
การแบ่งข้อมูลใช้วิธีแบ่งแบบบล็อก ใช้ตำแหน่งกำหนดประเภทข้อมูล โดยกำหนดตำแหน่งของข้อมูลใช้บล็อกละ 4 เรคคอร์ด ตำแหน่งที่ 1 2 และ 4 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเรียนรู้และตำแหน่งที่ 3 เป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบแล้วทำการเลื่อนตำแหน่งของเรคคอร์ดไปเรื่อยๆทีละ 4 เรคคอร์ดจนถึงเรคคอร์ดตำแหน่งสุดท้าย

3.2 การสร้างแบบจำลอง

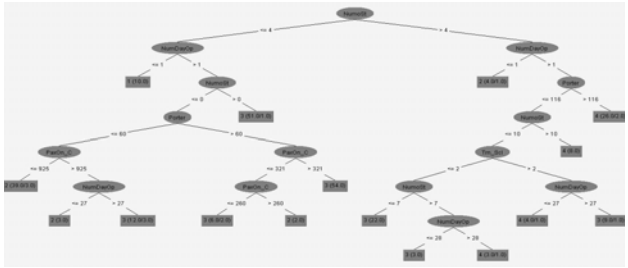
3.2.1 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ฟังก์ชันในการฝึก(Training Function) ใช้การฝึกแบบ trianlm (Levenberg Marquardt Algorithm) เพราะสามารถลู่เข้าหาเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว แม้ต้องใช้พื้นที่เยอะแต่มีความเร็วสูงในการประมวลผล ข้อเสีย หากมีข้อมูลเข้าจำนวนมากจะทำให้หน่วยความจำไม่พอ จำนวนชั้นในโครงข่ายประสาทเทียมใช้จำนวนชั้นในการทดลอง 1-2 ชั้นในการคำนวณและ 1 ชั้นในการคำนวณเอาท์พุต จากการศึกษางานวิจัยต่างๆพบว่าไม่มีกฎเกณฑ์ในการกำหนดโครงสร้างที่แน่นอนโดยในการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้จึงได้มีการทดลองกำหนดชั้นและขนาดของชั้นซ่อนในแต่ละชั้นให้มีความแตกต่างกันซึ่งเป็นวิธีการทดลองที่สามารถเปรียบเทียบผลต่างๆได้อย่างชัดเจน รวมถึงค่า Weight ที่ใช้เป็นค่าน้ำหนักของความรู้ แม้จะมีการศึกษาแต่พบว่านักวิจัยท่านอื่นนิยมสุ่มค่า Weight มากกว่าการกำหนดค่า Weight ตั้งแต่ต้นแล้วจึงใช้กระบวนการเรียนรู้ปรับค่า Weight เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่โครงข่ายประสาทเทียมคำนวณใกล้เคียงผลลัพธ์ที่ต้องการ เพราะไม่มีวิธีที่ชัดเจนว่าการกำหนดค่าน้ำหนักแบบเริ่มแรกให้

ผลลัพธ์และโอกาสในการที่ได้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงค่าที่ต้องการมากกว่าการที่สุ่มค่า weight ทำให้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการ สุ่มค่า weight ให้กับโครงข่ายประสาทเทียม



ภาพที่ 1: ตัวอย่างแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียม



ภาพที่ 2: ตัวอย่างแบบจำลองของต้นไม้ตัดสินใจ

3.3. การพัฒนาแบบจำลอง

ในงานวิจัยได้พัฒนาแบบจำลองของทั้งโครงข่ายประสาทเทียมและต้นไม้ตัดสินใจนั้น โดยอ้างอิงจาก[1,6,8] เพราะลักษณะข้อมูลมีความคล้ายกับลักษณะข้อมูลของงานวิจัยนี้ ใช้ซอฟต์แวร์ Matlab สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมและใช้ซอฟต์แวร์ Weka สำหรับต้นไม้ตัดสินใจ

3.4. การทดสอบและประเมินระบบ

การวัดประสิทธิภาพงานวิจัยใช้ค่าจากตาราง Confusion Matrix ตามตารางที่ 4 เพื่อนำมาหา ค่าความถูกต้อง(Accuracy) ค่าความแม่นยำ(Precision) ค่าความระลึก(Recall) ค่าความถ่วงดุล(F-Measure) ได้จากสมการดังนี้[7,11,12]

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (10)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (11)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (12)$$

$$\text{F - Measure} = \frac{2 \text{ x (Recall x Precision)}}{\text{Recall} + \text{Precision}} \quad (13)$$

โดยเมื่อ TP = ข้อมูลเป็นจริงและผลการทำนายบอกว่าจริง
TN = ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริงและผลการทำนายบอกว่าไม่จริง
FP = ข้อมูลเป็นจริงแต่ผลการทำนายบอกว่าไม่จริง
FN = ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริงแต่ผลการทำนายบอกว่าจริง

ตารางที่ 4: Confusion Matrix

	Predicted Class	
Actual Class	Class=Yes	Class=No
Class=Yes	TP	FN
Class=No	FP	TN

4. ผลการดำเนินงาน

เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 3 ได้ข้อมูลมา 2 ชุด คือ 1.ชุดข้อมูลดิบ 2. ชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน ทำการแบ่งข้อมูลในแต่ละชุดออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 ใช้ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียมกับใช้สร้างต้นไม้ตัดสินใจ และส่วนที่ 2 คือส่วนข้อมูลที่ใช้ทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมกับทดสอบต้นไม้ตัดสินใจ สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมทดลองโมเดลละ 5 รอบ มีทั้งสิ้น 20 โมเดล ซึ่งในตารางที่ 6-7 จะแสดงผลรอบที่ความแม่นยำสูงสุดใน 5 รอบ โดยใช้อักษรย่อในตาราง ที่ 5 ถึง 7 ดังนี้ Accuracy=A, Precision=P, Recall=R, F-Measure=F, Tree Size=TS โดยผลการดำเนินงานมีดังนี้

ตารางที่ 5: ผลการทดลองของวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

Type Data	TS	A	P	R	F
Raw Data	35	85.54	0.853	0.855	0.854
Regression Analysis Data	23	88.28*	0.885	0.883	0.883

ตารางที่ 6: ผลการทดลองของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Select Attribute = Raw Data Number of Attribute = 40					
model	Transfer Function	A	P	R	F
5-2	logsig-purelin	90.63	0.937	0.946	0.942
7-2	logsig-purelin	92.58	0.957	0.952	0.954
9-2	logsig-purelin	92.19	0.971	0.935	0.953
11-2	logsig-purelin	92.97	0.971	0.944	0.957
13-2	logsig-purelin	94.14	0.971	0.957	0.964
5-2	tansig-purelin	93.36	0.981	0.940	0.960

7-2	tansig-purelin	93.36	0.961	0.957	0.959
9-2	tansig-purelin	92.97	0.976	0.940	0.957
11-2	tansig-purelin	93.36	0.976	0.944	0.960
13-2	tansig-purelin	94.14	0.986	0.944	0.965
5-3-2	logsig-logsig-purelin	92.58	0.957	0.952	0.954
7-5-2	logsig-logsig-purelin	92.97	0.995	0.924	0.958
5-3-2	logsig-tansig-purelin	93.75	0.981	0.944	0.962
7-5-2	logsig-tansig-purelin	93.36	0.986	0.936	0.960
9-4-2	logsig-tansig-purelin	95.31*	0.981	0.962	0.971
5-3-2	tansig-logsig-purelin	94.92	0.986	0.953	0.969
7-5-2	tansig-logsig-purelin	91.80	0.981	0.923	0.951
9-4-2	tansig-logsig-purelin	92.97	0.986	0.932	0.958
5-3-2	tansig-tansig-purelin	92.97	0.966	0.948	0.957
7-5-2	tansig-tansig-purelin	93.75	0.986	0.940	0.962

ตารางที่ 7: ผลการทดลองของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Select Attribute = Regression Analysis Number of Attribute =5					
model	Transfer Function	A	P	R	F
5-2	logsig-purelin	95.31	0.966	0.976	0.971
7-2	logsig-purelin	95.31	0.966	0.976	0.971
9-2	logsig-purelin	95.31	0.986	0.958	0.971

ตารางที่ 7: ผลการทดลองของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม(ต่อ)

Select Attribute = Regression Analysis Number of Attribute =5					
model	Transfer Function	A	P	R	F
11-2	logsig-purelin	94.92	0.986	0.953	0.969
13-2	logsig-purelin	95.31	0.971	0.971	0.971
5-2	tansig-purelin	95.70	0.981	0.967	0.974
7-2	tansig-purelin	95.31	0.981	0.962	0.971
9-2	tansig-purelin	94.53	0.981	0.953	0.967
11-2	tansig-purelin	95.31	0.986	0.958	0.971
13-2	tansig-purelin	94.53	0.981	0.953	0.967
5-3-2	logsig-logsig-purelin	94.53	0.971	0.962	0.966
7-5-2	logsig-logsig-purelin	94.92	0.976	0.962	0.969
5-3-2	logsig-tansig-purelin	95.31	0.966	0.976	0.971
7-5-2	logsig-tansig-purelin	96.09*	0.976	0.976	0.976
9-4-2	logsig-tansig-purelin	95.70	0.986	0.962	0.974
5-3-2	tansig-logsig-purelin	95.31	0.976	0.967	0.971
7-5-2	tansig-logsig-purelin	96.09*	0.971	0.980	0.976
9-4-2	tansig-logsig-purelin	95.70	0.981	0.967	0.974
5-3-2	tansig-tansig-purelin	94.14	0.961	0.966	0.964
7-5-2	tansig-tansig-purelin	95.70	0.971	0.976	0.973

หมายเหตุ: * คือ model ที่ให้ค่า Accuracy มากที่สุด

ผลการทดลองได้แสดงดังตามตารางที่ 5-7 พบว่าในวิธีต้นไม้ตัดสินใจนั้น ในชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชันให้ผลลัพธ์ความแม่นยำ 88.28% ซึ่งดีกว่าชุดข้อมูลดิบที่ให้ความแม่นยำ 85.54% ในแง่ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจชุดข้อมูลดิบมีขนาดต้นไม้ 35 โหนด มีโหนดใบ 18 โหนดและชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชัน มีขนาดต้นไม้ 23 โหนด มีโหนดใบ 12โหนด ในส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมที่เรียนรู้ชุดข้อมูลดิบมี 40 ตัวแปรอินพุต และ 2 ตัวแปรเอาท์พุต โมเดลที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Logsig-Tansig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 9-4-2 ตามลำดับให้ความแม่นยำ 95.31% ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมที่เรียนรู้ชุดข้อมูลที่คัดกรองจากผลลัพธ์วิธีการวิเคราะห์รีเกรสชันมี 5 ตัวแปรอินพุต และ 2 ตัวแปรเอาท์พุต โมเดลที่ให้ความแม่นยำสูงสุดมี 2 โมเดลเท่ากันคือ โครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Logsig-Tansig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 7-5-2 ตามลำดับและโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Tansig-Logsig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้นตาม 7-5-2 ลำดับและให้ความแม่นยำที่ 96.09%

5. บทสรุป

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์ช่วงการใช้กระดาษภายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสาร โดยวิธีที่ให้ค่าความแม่นยำสูงสุดคือ โครงข่ายประสาทเทียมที่คัดกรองตัวแปรจากผลลัพธ์การวิเคราะห์รีเกรสชันมีตัวแปร 5 ตัวแปร ให้ความแม่นยำสูงสุดคือ 96.09% เท่ากัน 2 โมเดลเป็นโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Tansig-Logsig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 7-5-2 ตามลำดับและโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 3 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Logsig-Tansig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 7-5-2 ตามลำดับ แต่โมเดลที่เหมาะสมไปพัฒนาเป็นระบบควรเป็นชุดข้อมูลที่ผลลัพธ์การวิเคราะห์รีเกรสชัน มีตัวแปร 5 ตัวแปร โดยเป็นโครงข่ายประสาทเทียมขนาด 2 ชั้น ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Tansig-Purelin มีขนาดในแต่ละชั้น 5-2 ตามลำดับ ให้ความแม่นยำที่ 95.70% แม้ว่าจะมีค่าความแม่นยำน้อยกว่าแบบที่ให้ค่าความแม่นยำสูงสุดแต่เพราะค่า

ความแม่นยำที่ห่างกันไม่ถึง 1% รวมถึงโมเดลที่เลือกมานี้มีขนาดเล็กกว่าทุกโมเดล ใช้จำนวนตัวแปรที่น้อย ทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลเพื่อหาคำตอบน้อยกว่าแบบจำนวน 3 ชั้น แม้ว่าต้นไม้ตัดสินใจจะมีความสามารถในการที่จะให้เหตุและผลในคำตอบมากกว่ารวมถึงขั้นตอนในการพัฒนากับติดตั้งง่าย และประมวลผลได้รวดเร็วมากกว่าโครงข่ายประสาทเทียมแต่ด้วยค่าความแม่นยำที่น้อยกว่าโครงข่ายประสาทเทียมถึง 6-10% ทำให้ผู้วิจัยเลือกโครงข่ายประสาทเทียมเหมาะแก่การนำไปพัฒนาระบบต่อไป

6. การต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

ในการต่อยอดงานวิจัยมี 3 ส่วนคือ 1.การนำเทคนิคในการคัดกรองตัวแปรอื่น เพื่อที่จะได้นำตัวแปรที่มีความเหมาะสมและมีผลกระทบต่อค่าของผลลัพธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.นำเทคนิคอื่นมาใช้เพื่อเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ เช่น โครงข่ายประสาทเทียมแบบฐานรัศมี(Radial basis function: RBF) ซัพพอร์ทเว็คเตอร์แมชชีน(Support Vector Machine: SVM) ตรรกะครุมเครือ(Fuzzy Logic) หรือ เบย์เชี่ยนเน็ตเวิร์ค (Bayesian Network) เป็นต้น

3.การนำเทคนิคอื่นเสริมข้อด้อยของโครงข่ายประสาทเทียม เช่น ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithm), วิธีกลุ่มอนุภาค(Particle swarm) หรือ ตรรกะคลุมเครือ(Fuzzy Logic) มาใช้ อาจทำให้มีความถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤตยา ทองผาสุข, "การเปรียบเทียบเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ กฎนาอีฟเบย์ และ เคเนียรเรสเนเบอร์ เพื่อการจำแนกข้อมูล", *The 7th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2011)* Vol.1,pp30-35,2554

[2] จิตรลดา เจิมจิตรและรัชฎา คงคะจันทร์, "การจัดระดับความสำคัญหัวเรื่องอัตโนมัติด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเพื่อปรับปรุงโปรแกรมอ่านหน้าจอ", *The 7th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2011)* Vol.1,pp157-162,2554

[3] เฉลิมพล ตาดำ, ศุภมงคล อุ่นเป็งและสุรเดช บุญลือ, "การตีความสำนวนคดีตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม", *The 6th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2010)* Vol.1,pp128-133,2553

[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุง มีสัจ, *ระบบฟัซซีและเครือข่ายประสาทเทียม*, ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ: กรุงเทพฯ, 2555.

[5] รมิดา ธนกุลภารัชต์และเสาวลักษณ์ วรรธนาภา, "การจำแนกประเภทดนตรีไทยเดิมตามอารมณ์หลักโดยใช้เครือข่ายใยประสาทแบบหลายชั้น", *The 6th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2010)*, Vol. 1,pp134-139,2553

[6] สุภโชค เรืองศรีและธวัชชัย งามสันติวงศ์, "การประมาณการใช้กระดาษภายในแผนกฝ่ายการผู้โดยสารด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม", *SPUCON2012 Research and Innovation for Sustainable Development*, Vol.1 pp.118-127,2555

[7] สุรยุทธ ปัญจวีนินและนพพร โชติกกำธรม, "การพัฒนาระบบการรู้จำแบบพิมพ์พระเครื่องโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแพร่กลับ" , *The 7th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2011)* Vol.1,pp157-162,2554

[8] เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัตและพยุง มีสัจ, "การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณ Pm10 ในเขตกรุงเทพมหานครโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม", *The 6th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2010)* Vol.1,pp104-109,2553

[9] F. M.Ham and I. Kostanic, *Principle of Neurocomputing for Science &Engineering*, McGrawHill: Internationnal Edition, 2001.

[10] Ian H. Witten and Eibe Frank, *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementation,* Morgan Kaufmann Publisher: San Diego, 2000

[11] P. Saengsiri, S. N. Wichian and P. Meedad, "A New Feature Selection Method for Gene Expression Data", *The 6th National Conference On Computing And Information Technology(NCCIT2010*), Vol.1, pp20-25, 2010

[12] P. Tan, M. Steinbanch, V. Kumar, *Introduction to Data Mining*, Pearson, 2005

[13] R. G. Ahangar, M. Yahyazadehfar, H. Pournaghshband, "The Comparison of Methods Artificial Neural Networks with Linear Regression Using Specific Variables for Prediction Stock Price in Tehran Stock Exchange", *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol.7 No.2, PP 38-46,2010.

การจำแนกบุคลิกภาพจากข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คของผู้ใช้
Classifying Personality from User's Facebook Usage

ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร(Nutthanon Hongwaritthorn)[1] สุทธิชา ชุ่มแก้ว (Sudthicha Chumkeaw)[2]
และวัชรี เณรศิริ (Watcharee Nensiri)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[1]chcstu@gmail.com, [2]jarwhatbb@gmail.com, [3]pikwatcharee@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันสังคมออนไลน์มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น วิธีการเข้าถึงสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในขณะนี้ คือเฟซบุ๊ค ผู้ใช้บริการเฟซบุ๊คสามารถแสดงออกถึงบุคลิกภาพตัวตน และทัศนคติของตนเองได้ บทความนี้ศึกษาเกี่ยวกับการจำแนก 2 บุคลิกภาพ ได้แก่ บุคลิกภาพแบบแสดงตัวและบุคลิกภาพแบบประนีประนอมจากพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊ค มีผู้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลส่วนตัวจำนวน 116 คน แต่ข้อมูลของบุคคลที่มีคะแนนบุคลิกภาพในระดับสูงและระดับต่ำเท่านั้นที่นำมาใช้ โดยเลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอนเป็นเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่าสามารถจำแนกบุคลิกภาพแบบแสดงตัวได้ถูกต้อง 60% และบุคลิกภาพแบบประนีประนอมได้ 61.11%

คำสำคัญ: เฟซบุ๊ค บุคลิกภาพ มัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน

Abstract

Social network has become more important in daily life. The most popular one is Facebook that allow users to express their own personalities and attitudes. This paper studied on the Facebook usages of people in two personalities including agreeableness and extraversion. There were 116 people who were willing to their Facebook personal data. The data from those participants could be used for only participants whose scores from the personality test were scaled in high or low levels. A multilayer Perceptron neuron network was used for machine learning to classify user's personality according to their Facebook uses. The result indicted that the Facebook could be used to classify user's personalities correctly 60% for extraversion dimension and 61.11% for agreeableness dimension.

Keyword: Facebook Personality Multilayer Perceptron

1. บทนำ

เฟซบุ๊ค (Facebook) เป็นเว็บไซต์สังคมออนไลน์ซึ่งพบว่ามีคนไทยใช้บริการมากเป็นจำนวน 16,837,140 คน [1] การใช้บริการส่วนใหญ่จะใช้เพื่อการติดต่อสื่อสารหรือการใช้งานแอพพลิเคชัน ทำให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มคน โดยผู้ใช้บริการสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำกิจกรรมร่วมกันได้เสมือนในสังคมจริง การใช้บริการเฟซบุ๊คจึงสามารถแสดงออกถึงพฤติกรรม ความเป็นตัวตน และทัศนคติของผู้ใช้ ได้ แต่การที่ผู้ใช้งานมีการติดต่อสื่อสารหรือปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในเฟซบุ๊คซึ่งเป็นบุคคลที่ผู้ใช้ไม่เคยรู้จักมาก่อน บางครั้งอาจเกิดการปฏิสัมพันธ์ที่ไม่เหมาะสม อันเป็นสาเหตุให้มีความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน ทำให้เกิดการทะเลาะเบาะแว้งซึ่งอาจเกิดผลเสียตามมาได้ ดังนั้นถ้าผู้ใช้สามารถรับรู้บุคลิกภาพของบุคคลอื่นจากข้อมูลพฤติกรรมการใช้เฟซบุ๊คได้นั้น อาจช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนใหม่ในเฟซบุ๊ค หรือการสื่อสารระหว่างบุคคลเป็นไปได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น ได้มีงานวิจัยของ Clifford Nass และ Kwan Min Lee [2] ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการสื่อสารกับบุคลิกภาพ โดยระบุว่าบุคคลชอบที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่มีบุคลิกภาพเดียวกันมากกว่าบุคลิกภาพตรงกันข้าม เช่น คนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวจะชอบมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวเหมือนกัน เป็นต้น

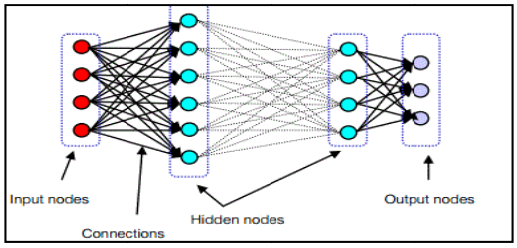
บุคลิกภาพ คือ ผลของพฤติกรรมทั้งหมดของบุคคลทั้งที่เปิดเผยและซ่อนเร้นอันได้แก่ลักษณะท่าทีการแสดงออก รูปร่าง

หน้าตา ความรู้สึกนึกคิด ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกนั้นจะต้องมีลักษณะเฉพาะในแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นเหตุให้แต่ละบุคคลมีบุคลิกภาพแตกต่างกัน[3] ดังนั้นลักษณะพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊คอาจจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ทำนายบุคลิกภาพของผู้ใช้ได้ ยกตัวอย่างเช่น บุคลิกภาพแบบแสดงตัว (Extraversion) จะมีลักษณะการใช้งานที่ชอบโพสต์รูปประจำตัวและรูปภาพ เป็นต้น[4] ได้มีงานวิจัยในต่างประเทศหลายชิ้นที่ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊คกับบุคลิกภาพของผู้ใช้ [4] แต่ยังมิได้มีการศึกษาลักษณะเดียวกันกับคนไทย จึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาว่างานวิจัยจะให้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมาหรือแตกต่างกัน การศึกษานี้จึงได้นำเอาข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คมาใช้ในการจำแนกบุคลิกภาพของผู้ใช้ โดยเลือกบุคลิกภาพทางด้านการสื่อสาร คือบุคลิกภาพแสดงตัวและบุคลิกภาพประนีประนอม [5] ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่องจักร มัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน (Multilayer Perceptron Neural Network:MLP)

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

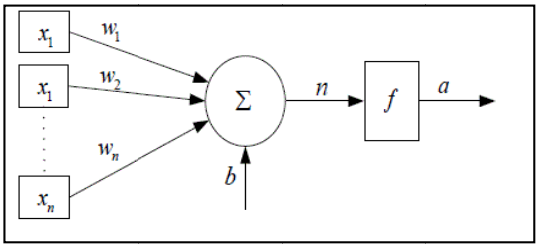
2.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดในการเรียนรู้เหมือนกับมนุษย์ สามารถฝึกฝน และนำทักษะความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่กว้างกว่าได้[6] หลักการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมจะอาศัยการเลียนแบบโครงข่ายสมองของมนุษย์ คือมีส่วนของปลายประสาทรับรู้สัญญาณไฟฟ้า (Dendrite) เทียบได้กับการรับข้อมูลเข้ามา (Input) นำไปรวบรวมข้อมูลจากประสาทรับรู้สัญญาณไฟฟ้า (Cell body) คือการนำข้อมูลมารวบรวมค่าน้ำหนัก เพื่อส่งข้อมูลไปยังประสาทรับรู้สัญญาณไฟฟ้าตัวอื่นๆ (Axon) เปรียบได้กับการได้รับผลลัพธ์ (Output)[7] องค์ประกอบพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลอินพุตที่รับเข้ามาเป็นจำนวนมากจะผ่านการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ภายในข้อมูลเหล่านั้น แล้วจะได้ผลลัพธ์ของความสัมพันธ์ออกมาเป็นเอาท์พุต โครงข่ายประสาทเทียมสามารถเทียบได้กับเซลล์สมองของมนุษย์ โดยทำการรับข้อมูลที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์ซึ่งเป็นตัวเลขเข้ามาคำนวณโดยใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์



ภาพที่ 2: องค์ประกอบซิกมอยด์ [6]

$$n = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i + b \qquad (1)$$

การคำนวณผลรวมขององค์ประกอบชั้นซ่อน

$$a = \sigma(n) = \frac{1}{1 + e^{-n}} \qquad (2)$$

ฟังก์ชันตัวกระตุ้น ในซิกมอยด์

ตัวแปร n คือ ผลรวมที่ได้จากฟังก์ชันผลรวม

ตัวแปร x_i คือ ค่าข้อมูลเข้าตัวที่ i

ตัวแปร w_i คือ ค่าน้ำหนักของนิวรอนตัวที่ i

ตัวแปร z คือ จำนวนนิวรอนชั้นข้อมูลเข้า

ตัวแปร b คือ ค่าความโน้มเอียง

ตัวแปร i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง z

ตัวแปร a,σ เป็นฟังก์ชันซิกมอยด์ให้ค่าเอาต์พุตระหว่าง 0 ถึง 1

คำนวณจากการหาผลคูณของเวกเตอร์ของเวกเตอร์อินพุต (x_1 ,x_2,…,x_n) กับค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมระหว่างอินพุตนิวรอนกับนิวรอนชั้นถัดไป (w_1 ,w_2,…,w_n) จากนั้นนำผลที่ได้ผ่านตัวกรอง)threshold(เป็นตัวกำหนดว่าน้ำหนักรวมของอินพุตต้องมากขนาดไหนจึงจะสามารถส่งผลลัพธ์ไปยังนิวรอนตัวอื่นได้ เมื่อนำนิวรอนแต่ละหน่วยมาต่อกันให้ทำงานร่วมกัน

การทำงานนี้ในทางตรรกะแล้วก็จะเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง[7]

2.2 บุคลิกภาพห้าองค์ประกอบ (The Five-Factor Model of Personality)

บุคลิกภาพห้าองค์ประกอบของคอสตา และแมคเครา]8[ได้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย โดยองค์ประกอบในแต่ละด้านจะมีลักษณะเป็นกลุ่มของคุณลักษณะประจำตัวของมนุษย์ที่มักจะเกิดร่วมกัน บุคลิกภาพทั้งห้าด้านมีดังนี้ คือ

1.แบบหวั่นไหว (Neuroticism) หมายถึง ลักษณะการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของตัวบุคคล ที่ดึงเอาอารมณ์ด้านลบออกมา

2. แบบแสดงตัว (Extraversion) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีสัมพันธภาพต่อบุคคลคนอื่น

3. แบบเปิดรับประสบการณ์ (Openness To Experience) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความสนใจในสิ่งที่อยู่รอบตัว

4. แบบประนีประนอม (Agreeableness) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีพฤติกรรมที่เหมาะสม

5. แบบมีจิตสำนึก (Conscientiousness) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความมุ่งมั่นไปยังเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sumner, C., A. Byers, and M. Shearing [4] ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊คกับบุคลิกภาพของชาวอเมริกันและชาวอังกฤษ โดยใช้แบบสอบถามวัดบุคลิกภาพ ดำเนินการผ่านเฟซบุ๊คแอพพลิเคชัน โดยเลือกวิเคราะห์อายุ ความยาวของประวัติส่วนตัว ความยาวคำคม จำนวนเพื่อน จำนวนรายชื่อเพื่อน จำนวนกิจกรรม จำนวนหนังสือ จำนวนกลุ่ม จำนวนเพศที่สนใจ จำนวนภาพยนตร์ จำนวนเพลง จำนวนอัลบัมภาพ จำนวนภาพ และจำนวนภาพประจำตัว พบว่า บุคลิกภาพแบบแสดงตัวมีความสัมพันธ์กับจำนวนเพื่อน จำนวนอัลบั้มภาพ จำนวนรูปโปรไฟล์ จำนวนรูปและจำนวนการโพสต์คอมเมนต์ บุคลิกภาพแบบประนีประนอมมีความสัมพันธ์กับอายุ จำนวนเพื่อน จำนวนอัลบั้มภาพ จำนวนรูปโปรไฟล์ และจำนวนการโพสต์คอมเมนต์

ธีรพงษ์ พุ่มพฤกษ์[5] ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับการใช้ภาษาไทยในสังคมออนไลน์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้นาอีฟเบย์ ต้นไม้ตัดสินใจและซัพพอร์ทเวคเตอร์แมชชีนทำการศึกษาการจำแนกสองบุคลิกภาพได้แก่บุคลิกภาพแบบประนีประนอมและบุคลิกภาพแบบแสดงตัวโดยใช้ความถี่ของคำแต่ละประเภท เช่น คำสุภาพ คำแสลง คำบวก คำลบ พบว่าบุคลิกภาพแบบแสดงตัวสูงจะใช้คำแสลงและคำบวกมาก บุคลิกภาพแบบแสดงตัวต่ำจะใช้คำแสลงน้อย บุคลิกภาพแบบประนีประนอมสูงจะใช้คำบวกมากและบุคลิกภาพแบบประนีประนอมต่ำจะใช้คำไม่สุภาพมาก

แต่งานวิจัยที่ผ่านมายังไม่ได้มีการนำข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คมาใช้ศึกษาวิจัยการจำแนกบุคลิกภาพของผู้ใช้คนไทย ซึ่งพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊คและบุคลิกภาพของคนไทยอาจจะต่างจากชาวอเมริกา งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรกที่นำเอาข้อมูลการใช้งานต่างๆ บนเฟซบุ๊ค เช่นความถี่ในการโพสต์ข้อความสถานะ และความถี่ในการโพสต์รูปภาพ มาใช้ในการจำแนกบุคลิกภาพแบบแสดงตัวและประนีประนอมของผู้ใช้ไทย ด้วยเทคนิควิธีการเรียนรู้ด้วยเครื่องจักร โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดมัลติเลเยอร์เพอเซปตรอน

3.วิธีการดำเนินงาน

3.1 ข้อมูล

เนื่องจากข้อจำกัดในการได้รับข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลส่วนตัวจึงเริ่มจากผู้ใช้ที่เป็นนักศึกษาที่ผู้วิจัยรู้จักและกระจายการขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลและเข้าร่วมในงานวิจัยนี้ต่อเนื่องออกไป กลุ่มตัวอย่างที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 116 คนในเวลา 90 วัน ซึ่งส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-24 ปี โดยการเก็บข้อมูลประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

1) ข้อมูลแบบทดสอบบุคลิกภาพโดยใช้แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพแบบ The Five-Factor Model of Personality แปลเป็นภาษาไทยโดยกฤติกหล่อวัฒนวงศ์[9] โดยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะแบ่งบุคลิกภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลางและต่ำ บุคลลที่มีระดับกลางจะเป็นบุคคลที่มีบุคลิกทีไม่ชัดเจนหรือเป็นแบบผสม จึงจำเป็นต้องตัดทิ้ง ในงานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมูลของบุคคลที่มีคะแนนสูงและระดับต่ำเพื่อให้ผลการวิจัยสามารถแยกแยะบุคลิกภาพได้ถูกต้อง

2) ข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คของผู้ทำแบบทดสอบเป็นระยะเวลาสามเดือน จากงานวิจัยของ Sumner, C., Byers, A., & Shearing, M. (2011) [4] ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้กับคนไทย เนื่องจากชาวต่างชาติและคนไทยอาจมีลักษณะพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊คที่แตกต่างกัน จึงเลือกเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊ค เพื่อใช้ในการจำแนกบุคลิกภาพแบบแสดงตัวและประนีประนอม ดังภาพที่ 3

No.	Name
1	tagFriendByUser
2	status
3	allStatus
4	interests
5	album
6	movies
7	photo
8	Biography
9	meetingSex
10	friendList
11	music
12	friendCount
13	quotes
14	likeCount
15	books
16	tv
17	tagUserByFriend
18	picProfile
19	activities
20	group
21	likesPage
22	Personality

ภาพที่ 3: พฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊ค

3.2 เครื่องมือ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ได้ใช้โปรแกรม WEKA 3.6.7 มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ของเครื่องจักรซึ่งเป็นเครื่องที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้รับการยอมรับจากนักวิจัยว่ามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ [10]

3.3 การเตรียมข้อมูล

นำข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คทั้งหมดมาทำนอร์มอลไลซ์ให้ช่วงค่าข้อมูลอยู่ในช่วง 0-100 เพื่อให้อยู่ในสเกลหรือรูปแบบเดียวกัน ดังสมการ

$$L_{new} = \frac{L_{old} - L_{min}}{L_{max-L_{min}}} * 100 \qquad (3)$$

หลังจากนั้นทำการเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นอินพุตเข้าสู่โปรแกรม Weka โดยจัดเตรียมข้อมูล 2 ชุดสำหรับบุคลิกภาพแบบแสดงตัวและแบบประนีประนอม และตัดชุดข้อมูลที่มีบุคลิกภาพแบบปานกลางออก เนื่องจากเป็นบุคลิกภาพแบบผสม ซึ่งจะทำให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกลดลง โดยข้อมูลแต่ละชุดจะประกอบด้วยข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊ค 20 แอตริบิวต์ และข้อมูลบุคลิกภาพ 1 แอตริบิวต์โดยทำเป็นไฟล์ .arff และแบ่งข้อมูลเป็นสองส่วน สำหรับทำการเรียนรู้และทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่ใช้เรียนรู้และทดสอบ

บุคลิกภาพ / ประเภทข้อมูล	ประนีประนอม	แสดงตัว
ใช้ในการเรียนรู้	55	45
ใช้ในการทดสอบ	18	15

tag_friend_by_	status	all status	interests	album	movies	photo	Biography	meeting_sex	friend_list	music
0	0	0	0	0	38	0	0	0	13	171
0	6	66.833	56	2	342	8	47	2	8	852
4	22	61.36	0	1	0	23	0	2	6	329
3	0	0	0	0	43	0	3	0	4	13
0	0	0	0	2	0	0	0	0	8	261
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	12	36	0	0	4	93
7	0	0	0	0	70	0	248	0	8	213
2	0	0	0	0	0	7	0	0	18	297
3	0	0	8	1	17	0	0	0	6	0
0	9	60	110	0	384	7	0	0	8	663
0	19	67.053	0	3	67	42	27	0	11	170
5	4	100.8	12	2	748	12	27	2	21	340
3	25	69.36	0	3	40	30	51	0	7	70
2	11	42	0	5	0	46	0	0	10	27
0	23	90.61	0	1	48	26	0	0	7	42
0	3	231	0	0	0	1	2	0	10	4
0	9	32.89	0	0	50	0	0	1	6	618

ภาพที่ 4: ตัวอย่างข้อมูลอินพุทที่นอร์มอไลซ์แล้ว

3.4 การคัดกรองแอตริบิวต์

นำข้อมูลไฟล์ .arff ที่เตรียมไว้เข้าสู่โปรแกรม Weka โดยใช้ขั้นตอนวิธีมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอนนิวรอนเน็ตเวิร์คเพื่อหาแอตริบิวต์ที่ส่งผลดีต่อการพยากรณ์ โดยเลือกแบบ Cross-Validation 10 fold ซึ่งจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ชุด แล้วนำมาหาค่าความผิดพลาด ทำซ้ำ 10 รอบ โดยแต่ละรอบของการคำนวณ ข้อมูล 1 ชุดจะถูกเลือกเป็นข้อมูลทดสอบ และข้อมูลอีก 9 ชุดที่เหลือจะถูกใช้เป็นข้อมูลในการเรียนรู้ ทำให้ข้อมูลทุกชุดที่ถูกแบ่ง ได้รับการทดสอบอย่างน้อย 1 ครั้ง โดยทดลองเพิ่มแอตริบิวต์ทีละรายการแล้วดูผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการพยากรณ์แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ ทำการคัดแอตริบิวต์ที่ทำให้ผลลัพธ์การพยากรณ์แย่ลงออกไป เพราะไม่มีความจำเป็นต่อการวิเคราะห์และทำให้เสียเวลา ในที่สุดจะเหลือแอตริบิวต์ที่จำเป็นได้แก่ บุคลิกภาพแบบแสดงตัว มี 8 แอตริบิวต์ตามภาพที่5 และบุคลิกภาพแบบประนีประนอม มี 6 แอตริบิวต์ตามภาพที่ 6

No.	Name
1	tagFriendByUser
2	status
3	allStatus
4	interests
5	photo
6	friendCount
7	quotes
8	tagUserByFriend
9	Personality

ภาพที่ 5: แอตริบิวต์ของบุคลิกภาพแบบแสดงตัว

No.	Name
1	tagFriendByUser
2	interests
3	movies
4	friendList
5	music
6	quotes
7	Personality

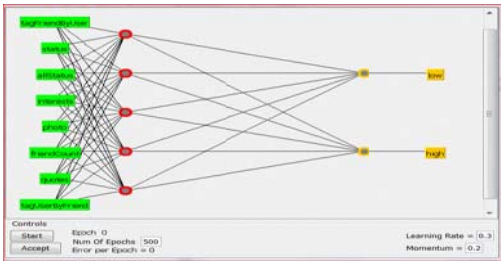
ภาพที่ 6: แอตริบิวต์ของบุคลิกภาพแบบประนีประนอม

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

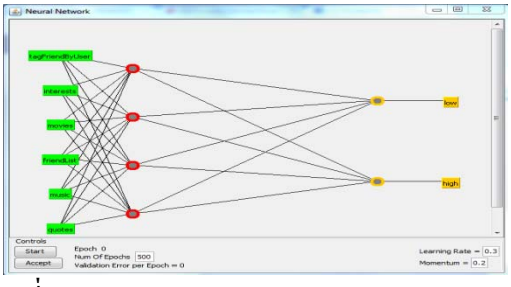
ทำการจำแนกบุคลิกภาพจากพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊ค โดยใช้ขั้นตอนวิธีแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอนนิวรอนเน็ตเวิร์กโดยทำการการปรับค่าต่างๆในโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์กเพื่อได้ค่าความถูกต้องมากที่สุดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การปรับค่าต่างๆในโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

บุคลิกภาพ / ค่าที่เกี่ยวข้อง	ประนีประนอม	แสดงตัว
จำนวนข้อมูลนำเข้า	6	8
จำนวนโนดในชั้นซ่อน	5	4
อัตราการเรียนรู้	0.3	0.3
โมเมนตัม	0.2	0.2
จำนวนรอบที่ใช้ในการเรียนรู้	500	500
จำนวนผลลัพธ์	2	2



ภาพที่ 7: โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมของบุคลิกภาพแบบแสดงตัว



ภาพที่ 8: โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมของบุคลิกภาพแบบประนีประนอม

ผลที่ได้จากการปรับค่าต่างในโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลจากการปรับค่าต่างๆ

บุคลิกภาพ / ค่าที่เกี่ยวข้อง	ประนีประนอม	แสดงตัว
ความถูกต้องของการพยากรณ์	69.09 %	80 %
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง	0.49	0.44

เมื่อนำข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบมาทำการทดสอบได้ผลดังรายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลที่ได้จากข้อมูลทดสอบ

บุคลิกภาพ		สูง	ต่ำ	ข้อมูลทดสอบ	จำแนกถูก
แสดงตัว	สูง	2	4	6	2
	ต่ำ	2	7	9	7
สรุป				15	9
บุคลิกภาพ		**สูง**	**ต่ำ**	**ข้อมูลทดสอบ**	**จำแนกถูก**
ประนีประนอม	สูง	6	1	7	6
	ต่ำ	6	5	11	5
สรุป				18	11

จากตารางที่ 4 พบว่า สามารถทำนายบุคลิกภาพแบบแสดงตัวสูงได้ถูกต้อง 2 คนและต่ำ 7 คน รวมเป็น 9 คน ใน คิด 15 เป็น 60% และบุคลิกภาพแบบประนีประนอมสูงได้ถูกต้อง 6 คนและต่ำ 5 คนได้ 11 คน ใน 61.11 คิดเป็น 18%

5.สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการจำแนกบุคลิกภาพจากพฤติกรรมการใช้งานเฟซบุ๊ค โดยใช้ขั้นตอนวิธีมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน นิวรอลเน็ตเวิร์ค เพื่อจำแนก 2 บุคลิกภาพ ได้แก่

บุคลิกภาพแบบแสดงตัวและบุคลิกภาพแบบประนีประนอม พบว่า บุคลิกภาพแบบแสดงตัวมีความสัมพันธ์กับ จำนวนแท็กทั้งหมดที่ผู้ใช้แท็กเพื่อน จำนวนสถานะที่ผู้ใช้ทำการโพสต์ จำนวนสถานะที่ผู้ใช้ทำการโพสต์ทั้งหมด จำนวนสิ่งที่สนใจที่ระบุไว้บนโปรไฟล์ของผู้ใช้ จำนวนรูปภาพทั้งหมดของผู้ใช้ จำนวนเพื่อนของผู้ใช้ ความยาวของคำคมบนหน้าโปรไฟล์ของผู้ใช้ และจำนวนแท็กทั้งหมดที่ผู้ใช้ถูกแท็กโดยเพื่อน โดยสามารถจำแนกได้ถูกต้องคิดเป็น 60% และบุคลิกภาพแบบประนีประนอมมีความสัมพันธ์กับ จำนวนแท็กทั้งหมดที่ผู้ใช้แท็กเพื่อน จำนวนสิ่งที่สนใจที่ระบุไว้บนโปรไฟล์ของผู้ใช้ จำนวนภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ระบุไว้บนหน้าโปรไฟล์ของผู้ใช้ รายการเพื่อนที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา เพลงที่ผู้ใช้ระบุไว้บนหน้าโปรไฟล์ของผู้ใช้ และความยาวของคำคมบนหน้าโปรไฟล์ของผู้ใช้โดยสามารถจำแนกได้ถูกต้องคิดเป็น 61.11%

ผลของงานวิจัยอาจจะประมาณได้ว่าข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คสามารถใช้ในการจำแนกบุคลิกภาพของผู้ใช้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าให้ผลการจำแนกไม่สูงมากนัก คือสามารถจำแนกบุคลิกภาพแบบแสดงตัวได้เพียง 60% และแบบประนีประนอม 61% ทั้งนี้อาจมีเหตุผลอยู่หลายประการที่ทำให้เกิดผลเช่นนี้ ประการแรกที่สำคัญก็คือ จำนวนข้อมูลที่มีจำกัดเพียง 100 กว่าคน และเมื่อต้องนำมาจำแนกเป็นระดับของบุคลิกภาพในด้านเป็นกลุ่มบุคลิกภาพแสดงตัวสูงหรือแสดงตัวต่ำ และกลุ่มบุคลิกภาพประนีประนอมสูงหรือประนีประนอมต่ำ และตัดบุคคลที่มีบุคลิกภาพปานกลางออกเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ทำให้จำนวนข้อมูลที่นำไปใช้ในการเรียนรู้ของเครื่องจักรมีจำนวนน้อย ประการที่สองคือ การจำแนกบุคคลิกภาพของบุคคลเป็นเรื่องยาก เพราะปัจจัยที่จะนำมาใช้ในการจำแนกนั้นมีหลายประการ ข้อมูลการใช้งานเฟซบุ๊คคงไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลส่วนอื่นมาประกอบเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้การจำแนกมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เช่น อาจต้องใช้วิธีการสื่อสาร รูปแบบการใช้ภาษาเป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Facebook Statistics by Country. (2555). ค้นเมื่อ 28 กันยายน 2555, จาก www.checkfacebook.com

[2] Nass, C., & Lee, K. M. (2000). Dose Computer-Generated Speech Manifest Personality? An Experimental Test of Similarity-Attraction CHI Letters, 2(1), 8

[3] วิมลพร พันธุมนตรี) .2534). การสร้างแบบวัดบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบที่สำคัญตามรูปแบบของกอร์ดอนวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ., มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ

[4] Sumner, C.,Byers, A. and Shearing, M. (2011). Determining personality traits & privacy concerns from Facebook activity, in December 14th – December 15th. 2011

[5] ธีรพงษ์ พุ่มพฤกษ์) .2554). การใช้นัยภาษาสำหรับจำแนกบุคลิกภาพในเครือข่ายสังคมออนไลน์ไทยวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ., คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[6] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ) .2552). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มข้อมูลของโรคลมร้อนด้วยวิธีการทางเครือข่ายประสาทเทียมคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ., ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[7] วรวุฒิ ศรีสุขคำ) .2552). การทำนายลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อขามนุษย์โดยนิวรอลเน็ตเวิร์กวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ., คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิยาลัยธรรมศาสตร์

[8] Costa, P.T., & McCrae, R. R. , Personality in adulthood: a five-factor theory perspective. 2003, New York: The Guilford Press

[9] กฤติกา หล่อวัฒนวงศ์) .2547). การศึกษาการเปรียบเทียบบุคลิกภาพตามแนวคิดห้าองค์ประกอบ เชาวน์อารมณ์ตามแนวคิดโกลแมน และความพึงพอใจในลักษณะงานของผู้ปฏิบัติงานฝ่ายขายของโรงแรมในกรุงเทพมหานคร, คณะศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[10] Frank, E. (2553). Machine Learning with WEKA. ค้นเมื่อ 28 กันยายน 2555, จาก http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/WEKA

การจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมและการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

An Inappropriate Web Classification And Comment Analysis Using Neural Network

ก่อเกียรติ แก้วกิ่ง (Korkiat Kaewking)[1] และกาญจนา วิริยะพันธ์ (Kanchana Viriyapant)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]korkiatkaew@gmail.com, [2]kanchana.viriyapant@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการเผยแพร่ข้อมูลที่ไม่เหมาะสมผ่านเว็บเพจเป็นสิ่งผิดกฎหมาย ภาครัฐได้ดำเนินการสกัดกั้นการเข้าถึงเว็บเพจเหล่านี้โดยการรับแจ้งจากประชาชนและค้นหาโดยใช้เจ้าหน้าที่รัฐแต่ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอระบบการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมและการทดลองหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บเพจในเชิงบวกและลบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ผลการทดลองหาแบบจำลองการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ 6-5-5 พบว่าเมื่อทำการทดสอบกับเว็บเพจจำนวน 7,983 หน้า ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ร้อยละ 97.07 ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองดังกล่าวให้ประสิทธิภาพในการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมในระดับดีสำหรับการทดลองหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บเพจ พบว่าเมื่อทำการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ 9-6-3 กับความเห็นจำนวน 1,180 ความเห็น ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ร้อยละ 81.30 ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองดังกล่าวให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเห็นในระดับดี การหาประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาพบว่าเมื่อทำการทดสอบกับเว็บเพจจำนวน 529 หน้าที่มีการกำหนดประเภทไว้แล้ว ระบบสามารถจำแนกเว็บเพจให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ร้อยละ 90.92 แสดงให้เห็นว่าระบบการจำแนกเว็บเพจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมดังกล่าวให้ผลลัพธ์ในระดับดี สามารถนำระบบดังกล่าวไปจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมได้

คำสำคัญ: จำแนกเว็บเพจ โครงข่ายประสาทเทียม วิเคราะห์ความเห็น

Abstract

Nowadays, publishing inappropriate information via website is considered illegal. The government is trying to prevent those illegal acts by providing a portal for people to report the illegal websites and monitoring websites on the Internet by government officers. However, it is still insufficient. This study presents the system that classifies inappropriate web contents and the model that is used for analyzing the positive and negative comments by using neural network. In this paper, we analyze 7,983 web pages with several neural network models. The neural network model that is provides the highest percent of accuracy is the model 6-5-5, which provides 97.07 percent of accuracy. As a result, the model 6-5-5 is shown effective in term of web page categorization. However, when we examine with the 1,180 comments on web pages, the neural network model that provides the highest percent of accuracy is the model 9-6-3, which provides 81.30 percent of accuracy. As a result, the model 9-6-3 is shown effective in term of comment analysis. In this study, we also implement a system in order to illustrate the use of neural network to classify web pages. Tested with 529 categorized web pages, the system provides 90.92 percent of accuracy. It shows that using neural network to classify websites provides a satisfied result and we could benefit from using this approach to classify inappropriate websites in practical.

Keyword: website classification, neural network, comment analysis

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร การมีช่องทางในการเผยแพร่ข้อมูลได้อย่างง่ายดายและรวดเร็วทำให้มีกลุ่มบุคคลใช้ช่องทางนี้ในการเผยแพร่เว็บเพจไม่เหมาะสมสู่สาธารณะซึ่งอาจผิดกฎหมายหรือไม่เหมาะสมต่อสังคม ถึงแม้จะมีการปิดกั้นแต่ยังทำได้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากเว็บเพจเหล่านี้มีเป็นจำนวนมากและต้องได้รับการรับแจ้งจากประชาชนหรือใช้เจ้าหน้าที่รัฐในการค้นหา ซึ่งใช้เวลานานและไม่ครอบคลุม

ในเว็บเพจนั้นเนื้อหาข้อมูลบนเว็บเพจจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ข้อมูลเนื้อหาที่แสดงบนเว็บเพจและข้อมูลที่เป็นการแสดงความคิดเห็น การแสดงความคิดเห็นเป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาวิเคราะห์ทัศนคติต่อเนื้อหาของเว็บเพจซึ่งสามารถระบุความไม่เหมาะสมของเนื้อหาได้ แต่การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงความคิดเห็นนั้นไม่สามารถทำได้ด้วยการค้นคืนข้อมูลแบบเดิม การวิเคราะห์เว็บเพจที่มีเนื้อหาหรือข้อความแสดงความคิดเห็นเป็นจำนวนมากจะต้องใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อความเข้ามาช่วยในการค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อความที่ซ่อนอยู่ในเนื้อหาเว็บเพจที่ได้จากการค้นคืน โดยอาศัยหลักสถิติ การรู้จำและการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกข้อมูล [1] โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลได้ โดยจำลองการทำงานเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงานของหน่วยย่อยหลาย ๆ หน่วยประกอบกัน [2] โครงข่ายประสาทเทียมจะทำหน้าที่ในการสร้างแบบจำลองของข้อมูลและทำการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทของเว็บเพจได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกประเภทเว็บเพจนั้นมีเทคนิคในการจำแนกประเภทหลายวิธี แต่วิธีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกประเภทเว็บเพจคือการใช้ตัวจำแนกเรียนรู้แบบมีผู้สอน โครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกประเภทเว็บเพจได้ [3] จากการศึกษาการจัดหมวดหมู่เว็บเพจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมพบว่าการเลือกโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น (Multilayer Feed Forward) และใช้ระบบการเรียนรู้แบบแพร่กระจายกลับ (Back Propagation) โดยใช้โครงข่ายแบบ 5-5-3 จากการทดลองจากเว็บไซต์จำนวน 300 เว็บเพจสามารถแบ่งประเภทได้ถูกต้องถึง 212 เว็บเพจ [4] นอกจากนี้ยังมีการนำโครงข่ายประสาทเทียมประเภทเดียวกันมาใช้ในการกรองอีเมลขยะ ซึ่งผลของงานวิจัยดังกล่าวพบว่าโครงข่ายแบบ 8-4-1 ให้ผลลัพธ์ที่ดี โดยมีการใช้ชุดข้อมูลทดสอบเพื่อทดสอบตัวโครงข่ายประสาทเทียมได้ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เท่ากับ 0.059 ค่าความถูกต้องร้อยละ 92.67 ค่าการค้นคืนร้อยละ 95.58 และความแม่นยำร้อยละ 93.37% ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการคัดแยกอีเมล [5]

กระบวนการการจำแนกประเภทเว็บเพจนั้นจะใช้การสกัดคุณลักษณะของเว็บเพจ (Feature Extraction) เพื่อนำคุณลักษณะที่ได้มาใช้ในการจำแนกประเภท โดยใช้การสกัดคุณลักษณะที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจ (On-Page Features) ได้แก่คุณลักษณะจากแท็ก Title, Meta และ Body เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของคุณลักษณะในแต่ละส่วน และแทนค่าความสำคัญนั้นด้วยค่าปัจจัยน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด [6]

นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพของการจำแนกได้ด้วยการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม (Feature Selection) และลดคุณลักษณะที่ไม่จำเป็นลงโดยใช้การตัดคำแบบอิงพจนานุกรม และเพิ่มคำที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ผู้ใช้ต้องการให้ระบบตัดคำลงในพจนานุกรมเพื่อให้ผลจากการตัดคำตรงตามความต้องการ และนำคำสำคัญนั้นมาพิจารณาเพื่อจัดหมวดหมู่เอกสารและนำโครงข่ายประสาทเทียม มาประยุกต์ในการจัดหมวดหมู่โดยพบว่าให้ประสิทธิภาพในการตัดคำในระดับดี [7]

อย่างไรก็ตามในการลดจำนวนคุณลักษณะโดยการคัดเลือกคุณลักษณะนั้นนอกจากการใช้ค่า TF-IDF เป็นตัวแทนเว็บเพจแล้วยังพบว่าสามารถใช้ วิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับคุณลักษณะที่ปรากฏในส่วนต่างๆ ของเว็บเพจที่เรียกว่า “Structure-Oriented Weighting Technique” [8] ได้ โดยพบว่าการคัดเลือกเฉพาะคุณลักษณะที่เหมาะสมด้วยวิธีการนี้ส่งผลต่อความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่เว็บเพจเพิ่มขึ้น [9]

ในการวิเคราะห์ความเห็นนั้นจะแบ่งเป็นการวิเคราะห์ความเห็นทั่วไป (Regular Opinions) ได้แก่ ความเห็นทางตรงและความเห็นทางอ้อมและการวิเคราะห์ความเห็นในเชิงเปรียบเทียบ โดยจากการศึกษางานวิจัยพบว่าในการวิเคราะห์ความเห็นนั้นจะทำการวิเคราะห์การระบุคุณลักษณะของวัตถุ (Identifying Object Features) การกำหนดแนวทางความคิดเห็นว่าความเห็นนั้นเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นกลาง (Determining Opinion Orientations) และการจัดกลุ่มคำพ้องความหมาย (Grouping Synonyms) [13] ส่วนเทคนิคในการวิเคราะห์ความเห็นนั้นสามารถใช้วิธีการจำแนกความเห็นในรูปแบบของการแบ่งประเภทแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Classification) หรือใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) มาวิเคราะห์ความเห็นได้ [11] นอกจากนี้การใช้คำที่ระบุขั้วความคิดเห็น (Polar Word) เป็นดัชนีในการวิเคราะห์ความเห็นนั้นจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการสกัดคุณลักษณะย่อยของคำทั่วไปในเอกสาร [10]

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นจะเห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาใช้ในการจำแนกประเภทเว็บเพจและวิเคราะห์ความเห็นได้ ส่วนการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับทำการประมวลผลซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับการจำแนกประเภทนั้น พบว่าการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับคุณลักษณะที่ปรากฏในส่วนต่าง ๆ ของเว็บเพจสร้างตัวแทนเอกสาร[9] ร่วมกับการใช้ค่า TF-IDF [7] จะทำให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการใช้ค่า TF-IDF โดยตรงเพียงอย่างเดียว ส่วนการวิเคราะห์ความคิดเห็นนั้น การสกัดคุณลักษณะจากการใช้ฐานคำศัพท์ระบุขั้วความคิดเห็นสามารถนำมาวิเคราะห์ทัศนคติของผู้แสดงความคิดเห็นในเว็บเพจได้ดีกว่าการใช้คุณลักษณะทั่วไปในเอกสาร [9] และยังใช้วิธีการจำแนกความเห็นในรูปแบบของการแบ่งประเภทแบบไม่มีผู้สอนหรือใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนมาวิเคราะห์ความเห็นได้ [11]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือเว็บคราวเลอร์ (Web Crawler) ในการเก็บรวบรวมเว็บเพจและความเห็นลงในฐานข้อมูลสำหรับเป็นชุดฝึกสอนโดยเก็บรวบรวมเว็บเพจจำนวน 7,983 URL และความเห็นจากกระทู้และการแสดงความเห็นบนข่าวการเมืองของเว็บไซต์ www.mthai.com จำนวนทั้งสิ้น 10 กระทู้ 1,180 ความเห็น สำหรับการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง

3.2 การแยกส่วนประกอบของเว็บเพจ (HTML Parsing)

ผู้วิจัยได้ใช้ไลบรารี่ Jsoup ในภาษาจาวา ทำการแยกข้อความออกจาแท็กต่างๆ ที่ใช้ครอบเนื้อหาของเอกสารเว็บเพจ เช่น Title , Meta และ Body เป็นต้น

3.3 การประมวลผลคำ (Text Processing)

สำหรับการประมวลผลคำนั้นมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องได้แก่ การตัดคำ (Word Segmentation) ซึ่งใช้วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) ตามพจนานุกรมและทำการเพิ่มคำที่เกี่ยวข้องกับเว็บเพจไม่เหมาะสม รวมถึงคำที่ใช้แสดงความคิดเห็นในเชิงบวกและลบลงในพจนานุกรมเพิ่มเติมด้วย

3.4 การแทนเว็บเพจ (Web Page Representation)

ในการแทนค่าเว็บเพจจะใช้ค่าความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะ (Term Frequency : TF) บนเว็บเพจที่ตรงกับดัชนีที่กำหนด จากนั้นทำการแทนค่าเว็บเพจนั้นด้วยเวกเตอร์ (Vector) ของคุณลักษณะหรือคำ (TF) คู่กับค่าน้ำหนักของคุณลักษณะนั้นๆ โดยคุณลักษณะของเวกเตอร์ที่เป็นตัวแทนเว็บเพจจะถูกให้น้ำหนักด้วยค่า K กับคุณลักษณะที่ปรากฏบนแท็ก Title , Meta และ Body ดังสมการที่ 1 [9]

$$W_{ij}=K_{title}\times TF_{ij}(title)+K_{meta}\times TF_{ij}(meta)+K_{body}\times TF(body) \quad (1)$$

เมื่อ W_{ij} คือค่าน้ำหนักของคุณลักษณะที่ j บนเว็บเพจที่ i , $TF_{ij}(title)$ คือความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะที่ j ในแท็ก Title บนเว็บเพจที่ i , $TF_{ij}(meta)$ คือความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะที่ j ในแท็ก Meta บนเว็บเพจที่ i , $TF_{ij}(body)$ คือความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะที่ j ในแท็ก Body บนเว็บเพจที่ i , K คือค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับคุณลักษณะที่ปรากฏในส่วนต่างๆ ของเว็บเพจ

จากนั้นกำหนดค่าความสำคัญให้กับคำในการแทนเอกสารเป็นแบบจำลองเวกเตอร์โดยนำค่าน้ำหนักที่ได้ในสมการที่ 1 คูณกับค่า IDF เช่นเดียวกับการหาค่า TF-IDF แทนการคูณด้วยค่า TF ปกติ แต่ค่า IDF ดังกล่าวคำนวณได้จากค่า TF ปกติที่ยังไม่มีการใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก K ร่วมด้วย โดยสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2

$$TF\text{-}IDF = W \times IDF \quad (2)$$

3.4 การสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและการวัดประสิทธิภาพโครงข่าย

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Rapid Miner เวอร์ชัน 5.2.008 ในการหาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสม และทำการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการแบบ 10-fold Cross Validation โดยทำการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็บตรอนหลายชั้นเพื่อหาจำนวนชั้นซ่อนและฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Function) ที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมและวิเคราะห์ความเห็น โดยทำการกำหนดรอบในการเรียนรู้จำนวน 100 รอบ กำหนดโมเมนตัมในการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 และกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) เท่ากับ 0.3 สำหรับการจำแนกเว็บเพจมีจำนวนชั้นอินพุตจำนวน 160 โหนด และกำหนดจำนวนชั้นเอาท์พุตจำนวน 4 โหนด คือ 0 แทนประเภทลามก/อนาจาร 1 แทนประเภทการพนัน 2 แทนประเภทไม่เหมาะสม และ 3 แทนประเภททั่วไป ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ความเห็นนั้นกำหนดจำนวนชั้นอินพุตจำนวน 758 โหนด และกำหนดชั้นเอาท์พุตจำนวน 2 โหนด คือ 0 แทนความเห็นเชิงบวก และ 1 แทนความเห็นเชิงลบ ตามลำดับ ส่วนชั้นซ่อนนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนในการทดลองเท่ากับ 3 ชั้น และทำการปรับจำนวนโหนดในแต่ละชั้นซ่อนเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 โหนดในแต่ละชั้นซ่อนเพื่อหาโครงข่ายที่เหมาะสมที่สุด

3.5 การพัฒนาระบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมโดยใช้ภาษาจาวาในการพัฒนาในลักษณะเว็บแอพพลิเคชัน ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL โดยใช้ไลบรารี่เล็กซ์โตในการตัดคำ และใช้ไลบรารี่ crawler4j ในการพัฒนาส่วนการเก็บข้อมูลเว็บเพจ สำหรับการแยกส่วนประกอบภาษาเอชทีเอ็มแอล ผู้วิจัยได้เลือกใช้ไลบรารี Jsoup ในการพัฒนา

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสม

ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคุณลักษณะในแท็ก Title , Meta และ Body ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยกำหนดเว็บเพจที่ใช้ในการทดสอบจำนวนทั้งสิ้น 529 หน้าที่มีการกำหนดประเภทไว้ โดยแบ่งเป็น 4 หมวดหมู่ผลการทดสอบสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่า F_1-Measure ของน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคุณลักษณะจากแท็ก Title, Meta, Body

ค่าน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย		
	Title	Meta	Body
0.1	79.36	79.36	79.36
0.2	78.82	78.85	79.91
0.3	78.66	78.36	79.85
0.4	78.19	77.50	79.81
0.5	77.68	76.65	79.98
0.6	77.29	76.49	80.20
0.7	76.92	75.97	80.20
0.8	76.76	75.95	79.98
0.9	76.39	75.42	79.79
1.0	76.21	75.24	80.37

เมื่อพิจารณาค่า ค่าเฉลี่ย F_1-Measure แล้วพบว่า ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแท็ก Title คือ 0.1 ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแท็ก Meta คือ 0.1 และค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแท็ก Body คือ 1.0

4.2 ผลประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสม

ผลการประเมินแบบจำลองพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น ที่มีจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 1 เท่ากับ 6 จำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 2 เท่ากับ 5 และจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 3 เท่ากับ 5 (6-5-5) โดยทุกชั้นซ่อนจะใช้ฟังก์ชันการกระตุ้นแบบล็อกซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Log-Sigmoid Function) ให้ผลการประเมินที่ดีที่สุด สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 6-5-5

การแบ่งประเภท	อนาจาร	การพนัน	ไม่เหมาะสม	ทั่วไป	ความถูกต้อง
อนาจาร	1,615	0	3	6	99.45%
การพนัน	23	2,299	0	17	98.29%
ไม่เหมาะสม	2	2	963	72	92.69%
ทั่วไป	14	31	64	2872	96.34%
การค้นค้น	97.64%	98.58%	93.50%	96.80%	

ผลการประเมินแบบจำลองพบว่า แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 6-5-5 ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ร้อยละ 97.07 ค่าความแม่นยำ (Precision) ร้อยละ 96.72 ค่าการค้นคืน (Recall) ร้อยละ 96.63 และมีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 0.164 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมดังกล่าวให้ประสิทธิภาพในการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมในระดับดี

4.2 ผลประเมินประสิทธิภาพประสิทธิภาพแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการวิเคราะห์ความเห็น

ผลการประเมินแบบจำลองพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็บตรอนหลายชั้น ที่มีจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 1 เท่ากับ 9 จำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 2 เท่ากับ 6 และจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 3 เท่ากับ 3 (9-6-3) โดยทุกชั้นซ่อนจะใช้ฟังก์ชันการกระตุ้นแบบล็อกซิกมอยด์ฟังก์ชันให้ผลการประเมินที่ดีที่สุด สำหรับผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 9-6-3

การแบ่งประเภท	ความเห็นเชิงลบ	ความเห็นเชิงบวก	ความถูกต้อง
ความเห็นเชิงลบ	785	190	80.51%
ความเห็นเชิงบวก	106	502	82.57%
ค่าการค้นคืน	88.10%	72.54%	

ผลการประเมินแบบจำลองพบว่า แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 9-6-3 ให้ค่าความถูกต้อง ร้อยละ 81.30 ค่าความแม่นยำร้อยละ 81.72 ค่าการค้นคืนร้อยละ 80.33 และมีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.408 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมดังกล่าวให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บในระดับดี

4.3 ผลการพัฒนาระบบการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสม

สำหรับระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะประกอบไปด้วยหน้าจอในการตั้งค่าเพื่อการค้นหาและแบ่งประเภทเนื้อหาเว็บเพจที่ไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1: หน้าจอการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสม

หน้าจอดังกล่าวเป็นส่วนของการกำหนดค่าพื้นฐานในการค้นหาและจำแนกเว็บเพจได้แก่ กำหนด URL เริ่มต้นสำหรับการค้นหาเว็บเพจ กำหนดความลึกของ Link กำหนดประเภทเว็บเพจที่ต้องการวิเคราะห์ และการกำหนดค่าน้ำหนักของเนื้อหา เมื่อนำเว็บเพจจำนวน 529 หน้า ที่มีการกำหนดประเภทไว้แล้วมาทดสอบปรากฏว่าระบบที่พัฒนาให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 90.92 และค่าความแม่นยำร้อยละ 81.18

5. สรุปผล

จากการวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาใช้ในการจำแนกเว็บเพจไม่เหมาะสมได้ โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 1 เท่ากับ 6 จำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 2 เท่ากับ 5 และจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 3 เท่ากับ 5 (6-5-5) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการจำแนกเว็บเพจ เมื่อนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาระบบการจำแนกเว็บเพจพบว่าให้ค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 90.92 ค่าความแม่นยำเท่ากับร้อยละ 81.18 แสดงว่าระบบที่พัฒนาให้ประสิทธิภาพของจำแนกเว็บเพจในระดับดี และพบว่าเมื่อให้ค่าน้ำหนักที่สำหรับคุณลักษณะในแท็ก Title มีค่าเท่ากับ 0.1 แท็ก Meta มีค่า 0.1 และแท็ก Body มีค่าเท่ากับ 1.0 จะทำให้ประสิทธิภาพของการแบ่งประเภทดีที่สุด

สำหรับการทดลองหาแบบจำลองการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บนั้นผู้วิจัยเน้นหารูปแบบโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความเห็นที่ใช้คำในเชิงบวกและลบโดยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 1 เท่ากับ 9 จำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 2 เท่ากับ 6 และจำนวนชั้นซ่อนชั้นที่ 3 เท่ากับ 3

(9-6-3) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเห็นบนเว็บ โดยให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดคือร้อยละ 81.30 อย่างไรก็ตามพบว่า ยังมีข้อผิดพลาดของวิเคราะห์อยู่อันเนื่องมาจากคำสำคัญของคุณลักษณะหรือคำระบุขั้วความเห็นที่ใช้ในการแสดงความคิดเห็นภาษาไทยนั้นมักเป็นคำที่ไม่ตรงกับพจนานุกรมแต่เป็นการใช้คำเลียนแบบเสียงพูด และคำบางคำนั้นอาจสื่อความหมายได้ทั้งบวกและลบหรือเป็นการแสดงความเห็นในเชิงประชดประชันขึ้นอยู่กับประโยค ดังนั้นเพื่อให้การวิเคราะห์ความเห็นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นอาจศึกษาการให้ความสำคัญกับรูปแบบประโยคหรือวลีเพิ่มเข้าไปในการเรียนรู้ และศึกษาเรื่องนิพจน์ระบุนาม เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤตยา ทองผาสุข. “การเปรียบเทียบเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ กฎนาอีฟเบย์และเคเนียร์เรสเนเบอร์ เพื่อการจำแนกข้อมูล.” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 7*. 30-34. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[2] พยุง มีสัจ. *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[3] ถิรนันท์ ดำรงสอน และพีรวัฒน์ วัฒนพงศ์. “การสกัดวลีสำคัญแบบอัตโนมัติโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.” *การประชุมทางวิชาการ สาขาวิศวกรรมศาสตร์*. 39-43. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

[4] Kamruzzaman,S. M. “Web Page Categorization Using Artificial Neural Networks.” *4th International Conference on Electrical Engineering*, Dhaka : The Institution of Engineers, pp. 96-99, 2006.

[5] ธนทัศน์ ไทยธนวัฒน์ และพยุง มีสัจ. “ระบบกรองอีเมลขยะด้วยโครงข่ายประสาทเทียม.” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5*. 1079-1084. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[6] นิยม ฤทธิ์คำรพ, *การจัดหมวดหมู่เว็บเพจภาษาไทยโดยใช้คุณลักษณะที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจ*. สารนิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[7] จิเรขา ไทยสังคม, *การพัฒนาระบบจัดหมวดหมู่เอกสารบนระบบเครือข่ายโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม*. สารนิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[8] Riboni, D., "Feature selection for web page classification." *EURASIA-ICT 2002 Proceedings of the Workshop*, pp. 473-477, 2002.

[9] กมลาสน์ อุดมล้ำเลิศ และอานนท์ รุ่งสว่าง. “การคัดแยกหมวดหมู่เว็บเพจภาษาไทยอัตโนมัติด้วยนาอีฟเบย์.” *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48*. 310-317. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553.

[10] Kongthon, A., Haruechaiyasak, C., Sangkeettrakarn, C., Palingoon, P. and Wunnasri, W. “HotelOpinion: An opinion mining system on hotel reviews in Thailand.” *Technology Management in the Energy Smart World (PICMET), 2011 Proceedings of PICMET '11*. Portland : Portland State University, pp. 1-6, 2011.

[11] Liu, B., *Sentiment Analysis and Opinion Mining*. California: Morgan & Claypool Publishers, 2012.

[12] Salton, G., Wong, A., and Yang, C. S., “A vector space model for automatic indexing.” *Communications of the ACM, 18(11)*, pp. 613-620, 1975.

[13] Liu, B., *Opinion Mining*. Chicago: University of Illinois at Chicago, 2004.

การประยุกต์ใช้ ANFIS ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาล
Application of ANFIS in estimating construction cost of hospital buildings

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ (Thoedtida Thipparat1)[1] และหัสสธรณ์ สินธวาลัย (Hatsatorn Sinthawalai)[2]
สาขาบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
[1]thiprat.t@gmail.com, [2]sintha555@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎี ANFIS ที่ดัดแปลงมาจากทฤษฎีตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งประยุกต์ใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมมาช่วยสร้างกฎเกณฑ์ฟัซซี จากกลุ่มข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตสำหรับการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาล การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลราคาของอาคารโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียงจำนวน 56 โครงการ จากการสร้างแบบจำลอง และทดสอบแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างรวมได้ดี ประกอบด้วยตัวแปรอิสระสำหรับนำเข้าแบบจำลอง 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความสูงของอาคารทั้งหมด 2) จำนวนเตียง 3) จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน 4) จำนวนชั้นใต้ดิน 5) เส้นรอบรูปเฉลี่ย 6) พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร 7) ความสูงเฉลี่ยของชั้น พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 5.69 % ดังนั้นแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลเพื่อจัดตั้งงบประมาณในเบื้องต้นและการตรวจสอบกับการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีอื่น นอกจากนี้วิธีให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและประหยัดกว่าวิธีการอื่น

คำสำคัญ: ราคา1 อาคาร2 โรงพยาบาล3

Abstract

The objective of this study is to apply Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems (ANFIS) which is a theory modified from Fuzzy Logic by applying Neural Network to assist in building fuzzy rules from input-output data. Data associated with standard prices and bid prices of hospital buildings were obtained from 56 hospitals in charge of the Ministry of Public Health. These hospital buildings are located in Bangkok and its environs. The results showed that good total cost estimation prediction was composed of 7 independent variables: 1) total height of the building 2) the number of beds 3) the number of floors above ground 4) the number of underground levels 5) the building body line 6) the overall building area and 7) the average height of floor. The result presented root mean squared error of 5.69% for the testing data. In conclusion, the data model from this research can be applied to cost estimation of hospital buildings, especially in preliminary stage. The budgets which have been estimated by using other method can be verified by using the proposed method. In addition, this model uses less time and cost than other methods.

Keyword: cost1, building 2, hospital 3

1. บทนำ

การประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นขั้นตอนสำคัญลำดับแรกที่จะต้องดำเนินการก่อนที่จะเริ่มการก่อสร้าง วัตถุประสงค์ของการประมาณราคามีหลายลักษณะ เช่น การประมาณราคาค่าก่อสร้างเพื่อการตั้งงบประมาณโครงการ การประมาณราคาเพื่อตั้งราคากลางและการประมาณราคาเพื่อประมูลการก่อสร้าง เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการประมาณราคาแตกต่างกันวิธีการในการประมาณค่าก่อสร้างจึงสามารถทำได้หลายวิธี ทั่วไปวิธีการประมาณราคาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ การประมาณราคาอย่างคร่าวและการประมาณราคาอย่างละเอียด สำหรับการประมาณราคาอย่างคร่าว ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับการประมาณค่าก่อสร้างในขั้นตอนการตั้งงบประมาณสำหรับโครงการใหม่ ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถประมาณราคาได้อย่าง

รวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง ค่าความถูกต้องเที่ยงตรงอยู่ที่ระหว่าง -25% กับ +75% นั่นหมายความว่า ต้นทุนที่แท้จริงของโครงการก่อสร้างอาจมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณการไว้ 25% หรือสูงกว่าที่ประมาณการไว้ 75% จึงจะสามารถนำไปประกอบการพิจารณาได้ แบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการประมาณราคาอย่างคร่าว พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารที่มีระดับความสูง 1-3 ชั้นเท่ากับ 58.15 เปอร์เซ็นต์ นับว่าวิธีวิเคราะห์การถดถอยสามารถสร้างแบบจำลองที่มีความเหมาะสมมากในการนำไปประมาณราคาค่าก่อสร้าง [1] ส่วนการประมาณราคาอีกวิธีหนึ่งคือ การประมาณราคาอย่างละเอียด เป็นการประมาณการต้นทุนโครงการที่เที่ยงตรงแม่นยำมากที่สุด วิธีนี้ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านงานก่อสร้าง และต้องใช้เวลานานในการหาปริมาณงาน ความถูกต้องเที่ยงตรงของการประมาณการช่วงสุดท้ายนี้โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง -5% กับ +10% [2]

ปัจจุบันมีการนำทฤษฎี วิธีการ และเครื่องมือหลายอย่างเข้ามาช่วยในการประมาณราคาเพื่อให้การประมาณราคามีความถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เช่น แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม วิธีมอนติคาร์โล และวิธีการวิเคราะห์การถดถอย โดยแบบจำลองทฤษฎีเครือข่ายประสาทเทียมถูกใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างทั้งโครงการก่อสร้างอาคารสูง พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียมและถนน [3-5]

ในการก่อสร้างอาคาร โรงพยาบาลมีเนื้องานซับซ้อนมากกว่าอาคารที่ใช้งานในลักษณะอื่นการวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองที่ช่วยในการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี ANFIS โดยทฤษฎี ANFIS พัฒนามาจากฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งดัดแปลงมาจากทฤษฎีตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยทฤษฎี ANFIS จะถูกใช้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลนำเข้าและส่งออก เนื่องจากการศึกษาของสุทธิศักดิ์ [1] ได้นำวิธีการวิเคราะห์การถดถอยมาใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาล ซึ่งในการศึกษาดังกล่าวได้แบ่งประเภทต้นทุนออกเป็น 8 ประเภท คือ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล งานระบบปรับอากาศ งานระบบป้องกันอัคคีภัย งานระบบเซ็นทรัลไปป์ไลน์ และ งานระบบลิฟต์ การวิจัยครั้งนี้จึงแบ่งต้นทุนการก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลออกเป็น 8 ประเภทเช่นเดียวกัน โดยข้อมูลส่งออกเป็นจำนวนต้นทุนของงานแต่ละประเภทและต้นทุนรวม เนื่องจาก ANFIS ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ โดยเลียนแบบการตัดสินใจของมนุษย์ ด้วยการประมาณค่าจากปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ ที่มีความไม่แน่นอน เพื่อใช้สรุปหาเหตุผล จึงทำให้การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินซึ่งมักจะมีความไม่แน่นอนสูง [6] ความไม่แน่นอนประเภทนี้มักพบในกรณีที่ผู้ประเมินใช้ความรู้สึกที่มีต่อค่าโอกาส และค่าผลกระทบของความเสี่ยงโดยแสดงในรูปคำอธิบายทางภาษา การจัดการกับความไม่แน่นอนประเภทนี้ทั่วไปจะใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตในการจำลองตัวแปรทางภาษาที่คลุมเครือเหล่านี้เพื่อสามารถอธิบายกระบวนการตัดสินใจและสร้างความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น [7]

2. วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้างของงานโรงพยาบาล โดยแบ่งแบบจำลองออกเป็นต้นทุนรวมและต้นทุนงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล งานระบบปรับอากาศ งานระบบป้องกันอัคคีภัย งานระบบเซ็นทรัลไปป์ไลน์ และงานระบบลิฟต์ สำหรับอาคารของโรงพยาบาลทั่วไปกับโรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลศูนย์กับโรงพยาบาลส่วนกลาง

3. ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของสุทธิศักดิ์ [1] โดยข้อมูลดังกล่าวเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการที่ก่อสร้างไปแล้วในอดีตบริเวณกรุงเทพฯและจังหวัดใกล้เคียงเท่านั้น นอกจากนี้ข้อมูลนี้เป็นราคากลางและราคาประมูลของโครงการ การวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะอาคารที่ปฏิบัติภารกิจเกี่ยวกับการวินิจฉัยและรักษาและอาจจะรวมถึงส่วนพักผู้ป่วยในเข้าไปด้วยในกรณีที่ทั้งสองส่วนอยู่ในอาคารเดียวกัน ในการวิเคราะห์ข้อมูลคิดเฉพาะตัวอาคารเท่านั้นซึ่งจะไม่รวมงานบริเวณเช่น งานถนน งานรั้ว หรืองานจัดสวน

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยจูงใจในการนำงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ โดยใช้กรอบแนวคิด ดังภาพที่ 1

5. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล (data mining) คือ การค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (knowledge discovery in databases: KDD) เป็นกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลที่มีจำนวนมาก เพื่อค้นหารูปแบบแนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยอาศัยหลักสถิติการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) การจดจำรูปแบบ (pattern recognition) และหลักคณิตศาสตร์สำหรับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งในที่นี้เปรียบเทียบว่าเป็นเหมืองข้อมูลนั้น จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยประมวลและวิเคราะห์ผล เพื่อให้เกิดความสะดวกและมีประสิทธิภาพ โดยรูปแบบของความรู้ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล ประกอบด้วย 1) กฎความสัมพันธ์ (association rules) แสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือวัตถุที่เกิดขึ้นพร้อมกัน หรือทำนายถึงลำดับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น 2) การแบ่งประเภทของข้อมูล (data classification) แสดงกฎเพื่อระบุประเภทของเหตุการณ์หรือวัตถุแบบแจกแจงจากคุณสมบัติของวัตถุ ทำให้สามารถค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบเจาะลึกได้ 3) การแบ่งกลุ่มของข้อมูล (data clustering) แสดงข้อมูลที่มีความคล้ายกันออกเป็นกลุ่มๆ โดยอัตโนมัติ 4) ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ (factor correlation) แสดงน้ำหนักของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ว่ามีผลต่อกันมากน้อยเพียงใด และยังสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ผลลัพธ์ในอนาคตได้อีกด้วย 5) รายงานข้อมูลในรูปของกราฟฟิก (data visualization) นำเสนอข้อมูลที่มีอยู่มากมายออกมาในรูปแบบของภาพแทนการใช้ข้อความ ซึ่งง่ายต่อการดู การเปรียบเทียบข้อมูลและช่วยให้เข้าใจข้อมูลได้มากขึ้น [8,9]

5.2 ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียม (Fuzzy Logic and Artificial Neural Networks)

ฟัซซีลอจิก (fuzzy logic) และโครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) เป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่ปัจจุบันเข้ามามีบทบาทอย่างสูงในวงการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการทหาร ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น เนื่องจากสามารถรองรับกับความต้องการระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนระบบได้โดยอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป มีการตัดสินใจแบบชาญฉลาดเยี่ยงมนุษย์ได้มากขึ้น ซึ่งมนุษย์สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ไม่เคยพบได้โดยอาศัยความรู้เก่าที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมเป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล โดยการสร้างคอมพิวเตอร์ที่จำลองเอาวิธีการทำงานของสมองมนุษย์ เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักคิดและจดจำในแนวเดียวกับโครงข่ายประสาทของมนุษย์ เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์ฟังภาษามนุษย์ได้เข้าใจอ่านออกและรู้จำได้ โครงสร้างของฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมใช้หลักการทำงานที่ประกอบด้วยหน่วยข้อมูลนำเข้าและหน่วยข้อมูลส่งออก โดยมีการกำหนดค่าน้ำหนักให้แก่เส้นทางการนำเข้าของตัวแปรนำเข้าแต่ละตัว ในการเรียนรู้ของฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียม ในการเขียน การสร้างการเรียนรู้ได้นำขั้นตอนการส่งค่าย้อนกลับ หรือ Back propagation Algorithm มาใช้ในการสร้างระบบฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียม วิธีการทำให้ระบบให้มีความคิดเสมือนมนุษย์ มี 2 วิธี คือ Supervised Learning การเรียนรู้แบบมีการสอน และ Unsupervised Learning การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน สถาปัตยกรรมโครงข่าย แบ่งเป็น 4 แบบ คือ Feed Forward Network, Feedback Network, Network Layer และ Perceptions โครงข่ายแต่ละประเภทเหมาะกับปัญหาแตกต่างกันเนื่องจากมีโครงข่ายมีความสามารถในการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของระบบที่มีความซับซ้อนจากข้อมูลที่ป้อนให้เพื่อการเรียนรู้แตกต่างกัน เนื่องจากฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมสามารถปรับตัวเองได้ การจัดหมวดหมู่ การจัดกลุ่ม การแบ่งกลุ่ม ได้ดังนั้นปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมในงานหลากหลายประเภท เช่น การพยากรณ์อากาศ การพยากรณ์หุ้น หรือการพยากรณ์ผลลัพธ์ใดๆ ที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ

ซับซ้อนเกินกว่าจะเขียนออกมาเป็นสมการตัวเลขได้ เป็นต้น โดยสรุปประเภทของงานที่สามารถประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมได้คือ งานการจดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอนงานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ งานที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ นอกจากนี้โครงข่ายประสาทเทียมยังสามารถลดค่าความผิดพลาด (Minimize error) โดยใช้การเรียนรู้และการปรับตัวได้อีกด้วย [6-9]

6. วิธีการสร้างแบบจำลองการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

การสร้างแบบจำลองจากชุดทดสอบนั้นได้สร้างตามหมวดงานอันประกอบด้วย งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล งานระบบปรับอากาศ งานระบบป้องอัคคีภัย งานระบบเซ็นทรัลไปป์ไลน์ งานระบบลิฟต์ ของแต่ละกลุ่มโรงพยาบาล โดยในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งกลุ่มอาคารในการวิเคราะห์หาแบบจำลองของราคากลางออกเป็นกลุ่มอาคารโรงพยาบาลทั่วไปและโรงพยาบาลชุมชน โดยแบ่งเป็นระดับชั้น 1-3 ชั้น 4-6 ชั้นและ 7 ชั้นขึ้นไป และกลุ่มอาคารโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลส่วนกลาง โดยแบ่งเป็นระดับชั้น 4-6 ชั้น และ 7-16 ชั้น โดยพิจารณาราคากลางและราคาประมูลและแสดงผลการประมาณราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานต่างๆ ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

6.1 การสร้างแบบจำลอง ANFIS

การสร้างแบบจำลอง ANFIS นี้ใช้โปรแกรม MATLAB® ในการทำงานโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. โหลดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (training data) มาใช้สำหรับสร้างตัวแบบ โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลข้อมูลสำหรับการเรียนรู้จำนวน 28 ชุดข้อมูล และใช้ข้อมูลสำหรับการทดสอบ (testing data) จำนวน 20 ชุดข้อมูล
2. สร้างระบบวินิจฉัยฟัซซีเริ่มต้น โดยกำหนดจำนวนและรูปแบบฟังก์ชันสมาชิก และหากฎฟัซซีเริ่มต้น โดยการวิจัยนี้ได้ใช้ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 2
3. ฝึกให้ตัวแบบเรียนรู้ และปรับรูปแบบฟังก์ชันสมาชิกให้ตัวแบบมีค่าผิดพลาดน้อยลง โดยเป็นการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Hybrid Learning Algorithm) จนครบตามจำนวนรอบที่กำหนด การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ epoch เท่ากับ 30 เมื่อฝึกให้ตัวแบบเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว รูปแบบฟังก์ชันสมาชิกที่มีการปรับรูปเพื่อให้ค่าผิดพลาดน้อยลงแสดงใน ภาพที่ 3

6.2 การตรวจสอบความแม่นยำ

การตรวจสอบใช้ข้อมูลสำหรับวัดผลมาทำนายโดยโปรแกรม แล้ววัดค่าความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ย (Root mean squared error) โดยค่ารากที่สองของค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยคำนวณจากสมการที่ 1

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x_i - f_i)^2}{n}} \quad (1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูล

x_i คือ ค่าที่ได้จากการประมาณ

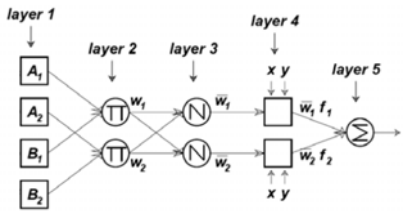
f_i คือ ค่าที่ได้จากข้อมูลจริง

6.3 การเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด

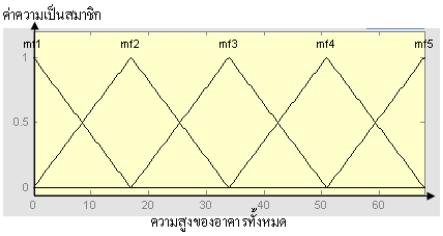
การเลือกตัวแบบที่ดีที่สุด จะเลือกตัวแบบที่มีความแม่นยำที่สุดโดยวัดจากค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ย จากการทดลองสร้างตัวแบบหลายๆ ตัว ที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละตัวแบบจะต่างกันที่จำนวนอินพุตที่ใช้ในการทำนาย รูปแบบของฟังก์ชันสมาชิก และจำนวนฟังก์ชันสมาชิกของแต่ละอินพุต

7. ผลการวิจัย

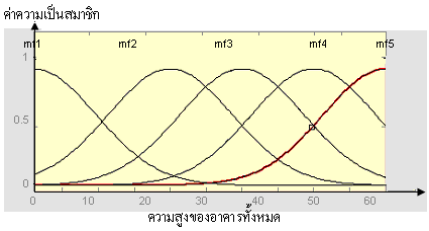
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มจากการเลือกอินพุตและหาตัวแบบที่ดีที่สุด จากการสร้างตัวแบบหลายๆ ตัวแบบที่แตกต่างกันในแง่ของรูปแบบและจำนวนฟังก์ชันสมาชิก ตัวแบบเหล่านั้นถูกนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาตัวแบบที่ดีที่สุดโดยการวัดความแม่นยำ ผลที่ได้พบว่าตัวแบบที่ดีที่สุดส่วนใหญ่ คือ ตัวแบบที่ใช้ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม และใช้อินพุตเจ็ดตัวที่มีความสัมพันธ์กับเอาต์พุตแต่ละตัวมากที่สุด โดยที่แต่ละอินพุตจะมีห้าฟังก์ชันสมาชิกซึ่งเป็นฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 2 โครงสร้างของเอาต์พุตต้นทุนรวมค่าก่อสร้างประกอบด้วยเจ็ดอินพุต คือ 1) ความสูงของอาคารทั้งหมด 2) จำนวนเตียง 3) จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน

ปัจจัยนำเข้า	FIS	ปัจจัยส่งออก
x1) ความสูงของอาคารทั้งหมด		ราคาต้นทุนรวม
x2) จำนวนเตียง		ราคางานย่อย (งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล งานระบบปรับอากาศ งานระบบป้องอัคคีภัย งานระบบเซ็นทรัลไปป์ไลน์ งานระบบลิฟต์)
x3) จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน		
x4) จำนวนชั้นใต้ดิน		
x5) เส้นรอบรูปเฉลี่ย		
x6) พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร		
x7) ความสูงเฉลี่ยของชั้น		

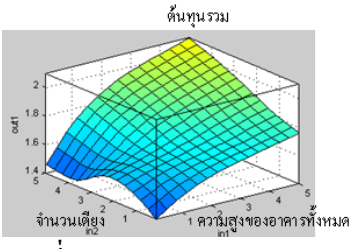
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 ฟังก์ชันสมาชิกเริ่มต้นของความสูงของอาคารทั้งหมด (x1)



ภาพที่ 3 ฟังก์ชันสมาชิกที่เปลี่ยนแปลงไปของความสูงของอาคารทั้งหมด (x1)



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุต

ภาพที่ 5 กฎฟัซซี

4) จำนวนชั้นใต้ดิน 5) เส้นรอบรูปเฉลี่ย 6) พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร และ 7) ความสูงเฉลี่ยของชั้น ภาพที่ 2 แสดงฟังก์ชันสมาชิกเริ่มต้นก่อนเริ่มทำการฝึกตัวแบบ และภาพที่ 3 แสดงฟังก์ชันสมาชิกที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการฝึกตัวแบบเสร็จสิ้น

ตัวแบบที่สร้างขึ้น ไม่ได้นำอินพุตทุกตัวที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลจากการศึกษาของสุทธิศักดิ์ [1] มาใช้ในการทำนายราคาค่าก่อสร้าง แต่การวิจัยนี้ได้ทำการเลือกอินพุตที่เหมาะสม โดยทดลองใช้ข้อมูลที่สามารถสร้างตัวแบบให้มีความแม่นยำและใช้เวลาน้อย ผลการทำนายโดยต้นทุนรวม พบว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ย เท่ากับ 5.69% เมื่อนำแบบจำลองมาทดสอบกับโครงการอื่นอีก 3 โครงการซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างจริง ณ สภาพปัจจุบัน และเป็นโครงการใหม่ที่ไม่ได้นำมาเป็นข้อมูลต้นแบบสำหรับปรับสอนแบบจำลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ย เท่ากับ 67.03%

เนื่องจากสำหรับการประมาณราคาอย่างคร่าว มีค่าความถูกต้องเที่ยงตรงอยู่ที่ระหว่าง -25% กับ +75% [1] ดังนั้นแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลอย่างคร่าวได้ ภาพที่ 4 และ 5 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตในรูปแบบสามมิติและกฎฟัซซี ตามลำดับ

8. สรุป

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลด้วยวิธีวิเคราะห์ด้วยทฤษฎี ANFIS โดยการสร้างแบบจำลองนั้นได้แยกต้นทุนเป็นหมวดงาน ประกอบด้วย หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานระบบสุขาภิบาล หมวดงานระบบไฟฟ้า หมวดงานระบบปรับอากาศ หมวดงานระบบป้องกันอัคคีภัย หมวดงานระบบเซ็นทรัลไปป์ไลน์ หมวดงานระบบลิฟต์ หมวดงานระบบรวมยกเว้นงานลิฟต์ และหมวดงานราคารวม ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อต้นทุนหรือตัวแปรตามที่นำมาสร้างแบบจำลอง มีดังนี้คือ 1) ความสูงของอาคารทั้งหมด 2) จำนวนเตียง 3) จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน 4) จำนวนชั้นใต้ดิน 5) เส้นรอบรูปเฉลี่ย 6) พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร และ 7) ความสูงเฉลี่ยของชั้น การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยพิจารณากลุ่มประเภทของโรงพยาบาล โดยการรวมกลุ่มของอาคารเป็นโรงพยาบาลทั่วไปกับโรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลศูนย์กับโรงพยาบาลส่วนกลาง จากการทดสอบแบบจำลองกับชุดทดสอบในส่วนของราคากลางพบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ย เท่ากับ 5.69 % เมื่อนำแบบจำลองมาทดสอบกับโครงการอื่นอีก 3 โครงการซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างจริง ณ สภาพปัจจุบัน และเป็นโครงการใหม่ที่ไม่ได้นำมาเป็นข้อมูลต้นแบบสำหรับปรับสอนแบบจำลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรากที่สองเฉลี่ยเท่ากับ 67.03 % ดังนั้นแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลอย่างคร่าวได้ โดยใช้สำหรับจัดตั้งงบประมาณในเบื้องต้นและการตรวจสอบกับการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีอื่น นอกจากนี้วิธีให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและประหยัดกว่าวิธีการอื่น อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ยังไม่สะดวกในการนำเอาแบบจำลองไปใช้งานจริง จึงควรมีการพัฒนาแบบจำลองเพิ่มโดยการทำ Graphical user interfaces ติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยสามารถใช้เครื่องมือ GUI ซึ่งมีอยู่แล้วในโปรแกรม MATLAB® มาประยุกต์ใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สุทธิศักดิ์ มงคลจริง, “การประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549

[2] เจษฎา สารสินพิทักษ์, “การประมาณเนื้องานก่อสร้างอาคารด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2543

[3] จารุวัตร์ แสงอ่อน, “การสร้างแบบจำลองการประมาณราคากลางของโครงการก่อสร้างถนนโดยใช้ทฤษฎีเครือข่ายประสาท,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2542

[4] สุเมธ สุรบถโสภณ, “การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับประเมินราคางานอาคาร,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี2536

[5] กมล วิริยโชค, “การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับประเมินราคางานอาคารสำนักงานและอาคารที่พักอาศัย,”*วิทยานิพนธ์ปริญญาโท* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2541

[6] S.C. Chien, T.Y. Wang, and S.L.Liu, “Application of neuro-fuzzy network to forecast innovation performance –The example of Taiwanese manufacturing industry,” *Expert Systems with Applications*, vol.37, no.1, pp.1086–1095, 2010.

[7] T. Takagi, and M. Sugeno, “Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control,”, *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, vol.15, no.1, pp.116–132, 1985.

[8] J.S.R. Jang, “ANFIS: adaptive- network based fuzzy inference system,” *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*,vol.23, no.5, pp.665-685, 1993.

[9] Z. Zhang, D. Ding, L. Rao, and Z. Bi, “An ANFIS based approach for predicting the ultimate bearing capacity of single piles,” *Foundation Analysis and Design : Innovative Methods* (GSP 153) ASCE, 2006.

การสร้างตัวจำแนกชนิดโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้

Artificial Neural Network Classifiers Construction using Variable String Length Artificial Bee Colony (VABC) Algorithm

ทอแสง พิมพ์เบ้าธรรม (Torsang Phimbaotham)[1] สิรภัทร์ เชี่ยวชาญวัฒนา (Siripat Chiewchanwattana)[2]
และคำรณ สุนัติ (Kamron Sunat)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]thosang@kku.ac.th, [2]sunkra@kku.ac.th, [3]khamron sunat@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างตัวจำแนกชนิดโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ โดยการนำขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้มาใช้ในการหาโครงสร้างที่เหมาะสมของโครงข่ายประสาทเทียมกับชุดข้อมูลที่ทำการฝึกสอนและทดสอบ ผลการทดลองพบว่าขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้สามารถนำมาใช้ในการปรับโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมได้ และให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกมากกว่าขั้นตอนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นโดยใช้การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเพิ่มขึ้น 8.22%

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ การจำแนกข้อมูล

Abstract

The objective of this research was to present the construction of Artificial Neural Network Classifiers by using the Variable length Artificial Bee Colony (VABC) Algorithm. Generally, the model of VABC used in order to find the optimized construction of MLP and the comparison between MLP-VABC and MLP-BP. As a result, it was found that the MLP-VABC was more accurate than the MLP-BP by 8.22% in average.

Keyword: Neural Network, Variable Length Artificial Bee Colony Algorithm, Data Classification

1. บทนำ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น Multilayer Perception (MLP) [1] เป็นรูปแบบหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างเป็นแบบชั้น และมีการเรียนรู้เพื่อปรับค่าน้ำหนัก โดยการปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดจะขึ้นกับความแตกต่างระหว่างค่าเอาท์พุตที่หาได้ และค่าเอาท์พุตที่ต้องการ ปัญหาอย่างหนึ่งของ MLP คือการหาตัวแบบที่มีโครงสร้างเหมาะสมกับข้อมูล ซึ่งขึ้นกับจำนวนโหนดที่ชั้นซ่อนของตัวแบบโดยหากเราทำการทดลองด้วยการเพิ่มจำนวนโหนดของชั้นซ่อนทีละ 1 โหนด จนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในการจำแนกคงที่เพื่อหาโครงสร้างของตัวแบบที่เหมาะสมนั้นต้องใช้เวลามาก

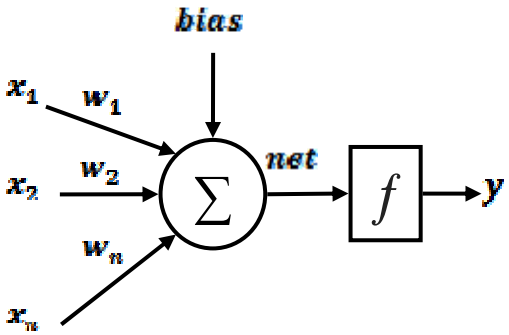
ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ Variable string length Artificial Bee Colony (VABC) [2] นำเสนอครั้งแรกโดย Zhi-gang Su และคณะ (2012) โดยวิธีการคือนำขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม Artificial Bee Colony algorithm (ABC) [3][4] ตัวต้นแบบมาปรับแต่งขั้นตอนวิธีใหม่ให้สามารถปรับความยาวของสายอักขระได้ซึ่งได้ปรับแต่งโครงสร้างสำหรับการผลิตทางเลือกของวิธีแก้ปัญหาและเพิ่มเงื่อนไขในการมิวเตชั่น

จากปัญหาที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนา VABC มาช่วยในการหาตัวแบบที่เหมาะสมของ MLP ทำให้สามารถลดเวลาในการค้นหาตัวแบบ ได้ตัวแบบที่มีโครงสร้างขนาดเล็ก และให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ดี

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) [1] สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดีกับปัญหา Classification โดยมีการเรียนรู้จากการนำข้อมูลเข้าเพื่อทำการฝึกสอนในส่วนที่เรียกว่าเพอร์เซ็ปตรอน ซึ่งเปรียบได้กับเซลล์สมองของมนุษย์ โดยที่เพอร์เซ็ปตรอนทำการรับข้อมูลที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์ซึ่งเป็นตัวเลขเข้ามาคำนวณดังภาพที่ 1 [5]



ภาพที่ 1: โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนฟังก์ชั่นผลรวม (Summary function)

$$net = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i + bias \quad (1)$$

โดย net คือผลรวมที่ได้จากฟังก์ชั่นผลรวม x_i คือค่าข้อมูลนำเข้าที่ i; w_i คือค่าน้ำหนักของข้อมูลนำเข้าตัวที่ i; n คือข้อมูลนำเข้า และ $bias$ คือค่าไบแอสของนิวรอล

2.2 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้

Variable string length Artificial Bee Colony algorithm (VABC) เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เช่นค่าน้อยที่สุดหรือมากที่สุด ซึ่ง Zhi-gang Su และคณะ ได้นำขั้นตอนวิธี VABC มาใช้ในการจัดกลุ่มของฟัซซี่แบบอัติโนมัติ (Automatic fuzzy partitioning approach using Variable string length Artificial Bee Colony (VABC) algorithm) [2]

VABC จะแบ่งผึ้งหาอาหารออกเป็นหมวดหมู่ย่อย 3 กลุ่ม คือ ผึ้งงาน (employed bees) ผึ้งเฝ้าดู (onlooker bees) และผึ้งสอดแนม (scout bees) ลำดับการทำงานของขั้นตอนวิธี VABC สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดมีขั้นตอนหลักดังนี้

1) เริ่มต้นสุ่มสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ให้กับผึ้งงานสมการที่ (2)

$$x_{i,j} = x_{\min,j} + rand[0,1] \times (x_{\max,j} - x_{\min,j}) \quad (2)$$

เวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_i$ ประกอบด้วยสมาชิก $x_{i,j}$ เมื่อ $i = 1,2,...,n$; n คือจำนวนของผึ้งงานซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนของผึ้งเฝ้าดู $x_{\max,j}$ และ $x_{\min,j}$ คือค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของพารามิเตอร์ $x_{i,j}$ ตามลำดับ สัญลักษณ์ $rand[0,1]$ แทนการสุ่มตัวเลขที่มีช่วงระหว่าง $[0,1]$

โดยที่ $j \in \{1,2,...,J_i\}$ คือจำนวนพารามิเตอร์โดยแต่ละเวกเตอร์พารามิเตอร์อาจมีไม่เท่ากัน ซึ่ง J_i คือความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ ith และมีค่าไม่น้อยว่า 2 ดังนั้นทำการกำหนด $d_{\max}$ ให้เป็นค่าสูงสุดของ สำหรับ $J_i\,(i = 1,2,...,n)$ โดยการสุ่มสร้างจาก (3)

$$J_i = round(rand[0,1] \times (d_{\max} - 2)) + 2 \quad (3)$$

ฟังก์ชั่น $round(.)$ คือการปัดตัวเลขทศนิยมให้เป็นจำนวนเต็ม

2) ผึ้งงานทำการคำนวณค่าความเหมาะสมของเวกเตอร์พารามิเตอร์และจดจำเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากที่สุดโดย (4)

$$fitness_i(\vec{\mathbf{x}}_i) = \begin{cases} \dfrac{1}{1 + fit_i(\vec{\mathbf{x}}_i)}, & fit_i(\vec{\mathbf{x}}_i) \geq 0 \\ 1 + \left| fit_i(\vec{\mathbf{x}}_i) \right|, & fit_i(\vec{\mathbf{x}}_i) < 0 \end{cases} \quad (4)$$

3) ผึ้งงานทำการสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์เดิมโดย (5) แล้วเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากกว่าเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2

$$\vec{\mathbf{x}}_{new,j} = \vec{x}_{i,j} + rand[0,1] \times (\vec{\mathbf{x}}_{i,j} - \vec{\mathbf{x}}_{k,q}) \quad (5)$$

เมื่อ $\vec{\mathbf{x}}_k$ คือเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่สุ่มจาก $\vec{\mathbf{x}}$ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์พารามิเตอร์เดียวกันกับ $\vec{\mathbf{x}}_i$; j และ q คือจำนวนที่สุ่มได้จาก j_{th} และ q_{th} ของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_i$ และ $\vec{\mathbf{x}}_k$ ตามลำดับซึ่งกำหนดโดย (6)

$$\begin{cases} q \leftarrow j = round(rand[0,1] \times (J_i - 1)) + 1, & if\ J_k \geq J_i \\ j \leftarrow q = round(rand[0,1] \times (J_k - 1)) + 1, & otherwise \end{cases} \quad (6)$$

สัญลักษณ์ $q \leftarrow j$ คือแทนที่ค่าของ q ด้วย j เนื่องจากความยาวพารามิเตอร์ของ $\vec{\mathbf{x}}_i$ และ $\vec{\mathbf{x}}_k$ อาจไม่เท่ากันโดยถ้าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_i$ น้อยกว่าหรือเท่ากับความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_k$ นั่นคือ $J_k \geq J_i$ ค่า q, j

ที่สุ่มได้จะมีค่าไม่เกินความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_i$ แต่ถ้าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_i$ มากกว่าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_k$ นั่นคือ $J_k < J_i$ ค่า q, j ที่สุ่มได้จะมีค่าไม่เกินความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\vec{\mathbf{x}}_k$

หลังจากนั้นผึ้งงานจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากที่สุดระหว่าง $\vec{\mathbf{x}}_{new}$ และ $\vec{\mathbf{x}}_i$

4) ผึ้งเฝ้าดูเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ซึ่งขึ้นกับค่าความน่าจะเป็นของแต่ละเวกเตอร์พารามิเตอร์ P_i สามารถคำนวณได้จาก (7)

$$P_i = fitness_i / \sum_{l=1}^{n} fitness_l \qquad (7)$$

กระบวนการเลือกผึ้งงานของผึ้งเฝ้าดู จะเริ่มจากผึ้งเฝ้าดูสุ่มค่าระหว่าง 0 ถึง 1 มาหนึ่งค่าและเปรียบเทียบกับค่า P_i ถ้าค่าที่สุ่มได้น้อยกว่า ผึ้งเฝ้าดูจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์นั้น ผึ้งเฝ้าดูจะสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์ของผึ้งงานที่ถูกเลือก พร้อมทั้งคำนวณค่าความเหมาะสม แล้วเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมที่มากกว่าเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 3 และจดจำเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากที่สุดตั้งแต่ขั้นตอนแรกถึงขั้นตอนนี้

5) ผึ้งสำรวจจะค้นหาเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ต้องละทิ้ง เวกเตอร์พารามิเตอร์ใดที่ไม่ถูกปรับค่าติดต่อกันจนถึงจำนวนที่กำหนดไว้จะถูกกำหนดเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่ด้วยสมการ (2)

6) การมิวเตชั่นผึ้งสำรวจจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่จะต้องปรับปรุงโดยพิจารณาค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น P_m ของแต่ละเวกเตอร์พารามิเตอร์จากสมการที่ (8)

$$P_m(\vec{\mathbf{x}}_i) = \begin{cases} k_1 \times \dfrac{fitness_{\max} - fitness}{fitness_{\max} - \overline{fitness}}, & if\ fit > \overline{fit} \\ k_2 & ,otherwise \end{cases} \qquad (8)$$

โดย

$$\overline{fitness} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^{n} fitness_l(\vec{\mathbf{x}}_i) \qquad (9)$$

และค่า k_1, k_2 มีค่าเท่ากันคือ 0.5

เงื่อนไขของการมิวเตชั่นคือการพิจารณาจากค่า $P_m(\vec{\mathbf{x}}_i)$ ที่มีค่ามากกว่า P_0 เท่านั้น โดยค่า P_0 ที่กำหนดต้องไม่เกิน 0.5

ถ้าเวกเตอร์พารามิเตอร์ใดไม่ผ่านเงื่อนไขให้คงค่าเวกเตอร์พารามิเตอร์นั้นไว้เช่นเดิม

ขั้นตอนของการมิวเตชั่นมีดังต่อไปนี้

- ถ้าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ผ่านเงื่อนไขการมิวเตชั่นยาวกว่าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดให้ทำการสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่โดยลดความยาวเวกเตอร์พารามิเตอร์ลง 1

- ถ้าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ผ่านเงื่อนไขการมิวเตชั่นน้อยกว่าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดให้ทำการสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่โดยเพิ่มความยาวเวกเตอร์พารามิเตอร์ขึ้น 1

- ถ้าความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ผ่านเงื่อนไขการมิวเตชั่นเท่ากับความยาวของเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดให้ทำการสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่โดยคงความยาวเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่สร้างใหม่เท่าเดิม

7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-5 จนกระทั่งครบตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำขั้นตอนวิธี VABC มาปรับโครงสร้างของ MLP เพื่อช่วยให้ MLP ที่ได้จากการปรับมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลที่ทำการฝึกสอน มีขนาดของโครงสร้างที่เล็กและให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกมากที่สุดและเรียกวิธีนี้ว่า MLP-VABC วิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 การเตรียมข้อมูลในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทั้งหมด 8 ข้อมูลดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์http://archive.ics.uci.edu/ml โดยข้อมูล 5 ข้อมูลแรกประกอบด้วยข้อมูล Glass, Breast Cancer, Balance, Diabetesและ Iris จะใช้การแบ่งข้อมูลในการสอนและทดสอบโดยการเลือกสุ่มแบบความเที่ยงตรง 10 กลุ่ม (K-Fold Cross Validation) ส่วนข้อมูล 3 ข้อมูลหลังประกอบด้วยข้อมูล Monk1, Monk2 และ Monk3 จะเป็นข้อมูลแบบกำหนดส่วนที่ใช้สอนและทดสอบตายตัว

ตารางที่ 1: แสดงชุดข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

Datasets	#Attributes	#Classes	#Instances
Glass	10	6	214
Cancer	30	2	569
Balance	4	3	625
Diabetes	8	2	768
Iris	4	3	150
Monk1	6	2	124/432
Monk2	6	2	169/432
Monk3	6	2	122/432

3.2 การออกแบบขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ให้สามารถปรับโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น

ทำการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธี VABC ให้สามารถปรับโครงสร้างของ MLP ได้ โดยเรียกว่า MLP-VABC1 ซึ่งจะทำมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สุ่มสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ให้ผึ้งงานตามสมการที่ 1 ซึ่งค่า d นั้นจะขึ้นกับจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่สุ่มได้ตามสมการที่ (10)

$$d = (hidden \times (input + output)) + output \quad (10)$$

เมื่อ $hidden$ คือโหนดชั้นซ่อนที่สุ่มได้ $input, output$ คือจำนวนข้อมูลนำเข้าและจำนวนข้อมูลส่งออกของชุดข้อมูลตามลำดับ

2) ค่า $fit_i(\overline{\mathbf{x}_i})$ คือค่าความผิดพลาดกำลังสอง (Mean square error: MSE) ที่ได้จากการฝึกสอนของโครงข่ายประสาทเทียมและทำการคำนวณฟังก์ชั่นความเหมาะสม $fitness_i(\bar{\mathbf{x}}_i)$ ดังต้นแบบคือสมการที่ (4)

3) การมิวเตชั่นเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 6 ของขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ แต่การเพิ่มหรือลดจำนวนเวกเตอร์พารามิเตอร์นั้นจะ เพิ่มหรือลดทีละ 1 โหนดชั้นซ่อน

ค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้มีการกำหนดดังต่อไปนี้

1) แหล่งอาหารกำหนดเป็น 50 แหล่ง

2) จำนวนรอบของการค้นหามีเท่ากับ 500 รอบ

3) ค่าจำกัดการละทิ้งคำตอบมีค่าเท่ากับ 300 ครั้ง

4) ค่า P_0 มีค่าเท่ากับ 0.3

5) พารามิเตอร์สูงสุดจะขึ้นกับโหนดชั้นซ่อนสูงสุดที่กำหนดคือโหนดชั้นซ่อนสูงสุด 500 โหนด

ส่วนของขั้นตอนวิธีของโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้ฟังก์ชั่นกระตุ้นเป็นฟังก์ชั่นซิกมอยด์ (Sigmoid function) ดังสมการที่ (11)

$$Y(u) = \frac{1}{(1+\exp(-u))} \quad (11)$$

ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองคำนวณจากสมการที่ (12)

$$MSE(\bar{\mathbf{x}}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(T_i - Y_i)^2 \quad (12)$$

โดย Y_i คือคำตอบที่พยากรณ์ได้ และ T_i คือคำตอบเป้าหมายซึ่งค่า $MSE(\bar{\mathbf{x}})$ คือ $fit_i(\overline{\mathbf{x}_i})$

3.3 การออกแบบฟังค์ชั่นความเหมาะสมของขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้

ความเหมาะสมของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมนั้นจะต้องให้ค่าความถูกต้องที่สูงและมีโครงสร้างที่เล็กดังนั้นจึงสร้างฟังก์ชั่นความเหมาะสมใหม่ [6] โดยพิจารณาจำนวนโหนดชั้นซ่อนรวมกับค่าความผิดพลาดด้วยดังสมการ (13) โดยให้ตัวแบบที่ทำการปรับฟังก์ชั่นความเหมาะสมใหม่จากเดิมคือ MLP-VABC2

$$fitness_i(\overline{\mathbf{x}_i}) = \begin{cases} \dfrac{1}{fit_i(\overline{\mathbf{x}_i}) + \left(\dfrac{hidden_i - hidden_{\min}}{hidden_{\max} - hidden_{\min}}\right)}, & fit_i(\overline{\mathbf{x}_i}) \geq 0 \\ 1 + \left| fit_i(\overline{\mathbf{x}_i}) \right|, & fit_i(\overline{\mathbf{x}_i}) < 0 \end{cases} \quad (13)$$

ทำการปรับเปลี่ยนฟังก์ชั่นความเหมาะสมใหม่โดยให้ค่าความผิดพลาดคือ $fit_i(\overline{\mathbf{x}_i})$ รวมกับค่าของจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ทำการปรับให้อยู่ในช่วง [0, 1] ในการพิจารณาด้วยโดยเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\overline{\mathbf{x}_i}$ ใดที่มีจำนวนโหนดชั้นซ่อนน้อยและให้ค่าความผิดพลาดน้อยก็จะได้ค่าความเหมาะสม $fitness_i$ มาก

3.4 ขั้นตอนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นโดยใช้การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ Multilayer Perceptron-backpropagation (MLP-BP)

ทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

1) โหนดชั้นซ่อนที่กำหนด จะกำหนดให้ใกล้เคียงกับโหนดชั้นซ่อนเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของ MLP-VABC2

2) อัตราการเรียนรู้คือ 0.75

3) จำนวนรอบที่ทำการฝึกสอนคือ 500 รอบทำซ้ำ 10 ครั้ง ตามจำนวน k-folds คือ 10 k-folds

4) ฟังก์ชันกระตุ้นใช้สมการที่ (11)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยการประเมินผลด้านต่างๆดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยของความถูกต้อง (Average accuracy) คือ ค่าที่ได้จากการนำค่าเฉลี่ยของความถูกต้องในจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง 10 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยดังสมการ (14)

$$\%\text{Accuracy} = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R}\left(\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} Accuracy_{i,j}\right) \quad (14)$$

R คือ จำนวนรอบที่กำหนดในการวิจัยคือ 10 รอบ และ k คือ จำนวน *K*-fold ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งไว้จำนวน 10 ข้อมูล

2) ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%SD) คือค่าที่ได้จากการนำค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนมาตรฐานในข้อมูล *K*-fold ที่ 1 ถึงข้อมูล *K*-fold ที่ 10 มาหาค่าเฉลี่ยดังสมการต่อไปนี้

$$\%\text{SD} = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} SD_i \quad (15)$$

เมื่อ

$$SD = \left(\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{k}\left(Accuracy_j - \overline{Accuracy}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

และ

$$\overline{Accuracy} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} Accuracy_j \quad (17)$$

3) จำนวนโหนดชั้นซ่อนเฉลี่ย (%Hidden Node) คือ จำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ได้จากการวิจัยที่ให้ค่าความถูกต้องสูงสุดนำมาเฉลี่ยกันในแต่ละรอบดังสมการที่ (18)

$$\%\text{Hidden node} = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R}\left(\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} Hidden\ node_{i,j}\right) \quad (18)$$

4) ค่าความแตกต่าง (Difference: Dif) คือการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแต่ละตัวแบบ

ทำการวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบกันระหว่าง MLP-VABC1 และ MLP-VABC2 ผลของการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งจากตารางที่ 2 เปรียบเทียบความถูกต้องเฉลี่ยเพื่อวัดความแม่นยำในการจำแนกตัวแบบใดให้ค่ามากกว่าถือว่ามีความแม่นยำในการจำแนกมากกว่า โดยขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวมแล้วมากกว่าขั้นตอนวิธี MLP-VABC1 2.31

การเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเพื่อวัดการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลซึ่งตัวแบบได้ให้ค่าน้อยกว่าจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่า จากตารางขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยน้อยว่าขั้นตอนวิธี MLP-VABC1 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยโดยรวมลดลง 0.003

การเปรียบเทียบจำนวนโหนดชั้นซ่อนเฉลี่ยจะบอกถึงตัวแบบที่มีโครงสร้างที่เล็กที่สุดระหว่างสองตัวแบบ จากตารางตัวแบบ MLP-VABC2 ได้จำนวนโหนดเฉลี่ยที่น้อยกว่า MLP-VABC1 ทุกชุดข้อมูลโดยจำนวนโหนดชั้นซ่อนเฉลี่ยลดลง 42.84

ตารางที่ 2: แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง MLP-VABC1 และ MLP-VABC2

Datasets	%Accuracy		%SD		%Hidden node	
	MLP-VABC1	MLP-VABC2	MLP-VABC1	MLP-VABC2	MLP-VABC1	MLP-VABC2
Glass	50.45	58.02	0.125	0.097	60.92	11.26
Cancer	96.12	96.16	0.017	0.017	67.66	12.92
Balance	89.3	90.15	0.033	0.031	60.23	7.49
Diabetes	74.71	75.44	0.056	0.056	22.88	14.68
Iris	95.73	96.47	0.041	0.041	134.89	6.6
Monk1	73.42	79.53	0.040	0.049	38.45	13.25
Monk2	71.69	73.53	0.029	0.025	24.67	14.05
Monk3	84.47	85.08	0.041	0.036	24.86	11.52
sum	79.48	81.79	0.047	0.044	54.32	11.47
Dif	+2.31		-0.003		-42.84	

ทำการวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบกันระหว่าง MLP-BP และ MLP-VABC2 ผลของการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งจากตารางที่ 3 เปรียบเทียบความถูกต้องเฉลี่ยโดยขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวมแล้วมากกว่าขั้นตอนวิธี MLP-BP 8.22

การเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมากกว่าขั้นตอนวิธี MLP-BP โดยรวมเพิ่มขึ้น 0.013

ตารางที่ 3: แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง MLP-BP และ MLP-VABC2

Datasets	%Accuracy		%SD		%Hidden node	
	MLP-BP	MLP-VABC2	MLP-BP	MLP-VABC2	MLP-BP	MLP-VABC2
Glass	46.51	58.02	0.096	0.097	11	11.26
Cancer	81.18	96.16	0.015	0.017	13	12.92
Balance	87.73	90.15	0.029	0.031	7	7.49
Diabetes	71.54	75.44	0.033	0.056	15	14.68
Iris	89.26	96.06	0.007	0.040	21	21.33
Monk1	65.96	79.53	0.025	0.049	13	13.25
Monk2	65.63	73.53	0.028	0.025	14	14.05
Monk3	80.39	85.08	0.014	0.036	12	11.52
sum	73.52	81.74	0.030	0.043	13.25	13.312
Dif	+8.22		+0.013		-0.062	

5. บทสรุป

จากการทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 และ MLP-VABC1 พบว่าเมื่อทำการปรับฟังก์ชันวัตถุประสงค์แล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับแต่งโครงสร้างของ MLP ได้ดีดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และได้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่เล็กลง และเมื่อทำการเปรียบเทียบขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 และขั้นตอนวิธี MLP-BP ในจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ใกล้เคียงกับโหนดชั้นซ่อนเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองของ VABC-MLP2 พบว่าขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยมากกว่าแต่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากแต่ละรอบของขั้นตอนวิธี MLP-VABC2 นั้นจำนวนโหนดชั้นซ่อนจะไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อค่าความถูกต้องและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างตัวจำแนกชนิดโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ MLP-VABC โดยการนำ VABC มาปรับแต่งโครงสร้างของ MLP ให้เหมาะสมกับชุดข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาการหาโครงสร้างที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลของ MLP

การค้นหาตัวโครงสร้างตัวจำแนกที่เหมาะสมของ MLP นั้นมีวิธีการที่นิยมคือการเพิ่มโหนดชั้นซ่อนขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งความถูกต้องของการจำแนกนั้นคงที่

วิธีการที่งานวิจัยนี้นำเสนอจะเป็นการสุ่มโครงสร้างตัวจำแนกขึ้นมาหลายๆโครงสร้างและทำการปรับแต่งโครสร้างการจำแนกด้วยขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้ โดยโครงสร้างที่ปรับนั้นจะมุ่งเข้าหาโครงสร้างที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยทำการลดหรือเพิ่มโครงสร้างของ MLP ทีละ 1 ชั้นซ่อน ซึ่งในระหว่างที่ทำการปรับโครงสร้างเข้าหาตัวแบบที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดนั้นอาจพบโครงสร้างที่ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่าซึ่งวิธีการนี้จะช่วยในการแก้ไขปัญหาการค้นหาคำตอบที่ติดอยู่โลคอลออปติมา (local optima) ทำให้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมแบบปรับความยาวสายอักขระได้สามารถค้นหาโครงสร้างตัวจำแนกที่ให้ค่าความถูกต้องได้ดี และมีขนาดโครงสร้างที่เล็กเนื่องจากทำการปรับแต่งฟังก์ชั่นความเหมาะสม โดยการพิจารณาค่าความผิดพลาดในการเรียนรู้ของตัวแบบ ร่วมกับโดยค่าของจำนวนโหนดชั้นซ่อน เพื่อไม่ให้ตัวแบบยึดติดกับโครงสร้างที่มีค่าความค่าความผิดพลาดน้อยแต่มีโครงสร้างขนาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

[1] Fausett, Laurene, "*Fundamentals of Neural Networks," Prentice-Hall International,* Inc.: U.S.A , pp. 289-302, 1994.

[2] Su, Z.-g., P.-h. Wang, et al. "Automatic fuzzy partitioning approach using Variable string length Artificial Bee Colony (VABC) algorithm," *Applied Soft Computing 12(11),* pp. 3421-3441, 2012.

[3] "Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm Homepage" [Online] Available online at http://mf.erciyes.edu.tr/abc.

[4] สิทธา แก้วเปงจันทร์ และคณะ, "แบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยใช้วิธีผสมของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์และขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม" *in The 6th National Conference on Information Technology.,* pp. 169-174, 2010.

[5] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มข้อมูลของโรคลมร้อนด้วยวิธีการทางเครือข่ายประสาทเทียม" *in The 6th National Conference on Information Technology.,*pp 116-121, 2010.

[6] D. Karaboga and B. Akay, "A modified Artificial Bee Colony (ABC) algorithm for constrained optimization problems", *Applied Soft Computing,* vol. 3, pp. 3021–3031, 2011.

ระบบพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Forecasting System for Limestone in Cement Industry Using Neural Networks

จีรนันท์ วิโรจน์ยิ่งยง (Jeeranun Wirojyingyong)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanin)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]jeeranunzaa@gmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ลักษณะการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 ถึง พ.ศ.2553 ทั้งสิ้น 10 ตัวแปร ได้แก่ เดือน การลงทุนของภาครัฐและภาคเอกชน การก่อสร้างของภาครัฐและเอกชน กำลังการผลิตปูนซีเมนต์ ปริมาณการส่งออก มูลค่าการส่งออก มูลค่าการใช้หินปูน และผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศไทย เป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ จำนวน 3,600 ข้อมูล และข้อมูลปริมาณการใช้หินปูนเป็นข้อมูลทดสอบ จำนวน 360 ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ได้รูปแบบโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ 10-15-7-1 ซึ่งมีจำนวนชั้นรับข้อมูลนำเข้า 10 ตัวแปร จำนวนชั้นซ่อน 3 ชั้น จำนวนชั้นส่งข้อมูลออก 1 ตัวแปร ผลการทดสอบพบว่าการพยากรณ์มีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 8.83×10^{-06} และจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบพยากรณ์ของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.16 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ซึ่งสรุปได้ว่าการพยากรณ์ที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดี และผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานระบบพยากรณ์อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม การพยากรณ์ หินปูน

Abstract

This research aims to forecast the Limestone consumption for cement industry using Artificial Neural Networks (ANN) with Multilayer Perceptron learning and back propagation learning algorithm. The prediction model is based on 3,600 inputs from Department of Primary Industries and Mines, and Office of the National Economic and Social Development Board collected during 2001 to 2010 including month, public and private investment, public and private construction, cement production capacity, export volume, export value, limestone consumption value, and Gross Domestic Product (GDP). 360 records of Limestone consumption data were used as test data. According to the results, ANN structure 10-15-7-1 with 10 inputs, 3 hidden layers and 1 output was selected as an optimal one which gave the best Mean Square Error of 8.83×10^{-06}. The satisfaction in the prediction system of experts has an average of 9.16 and the standard deviation of 0.53 thus leads to a conclusion that the prediction system is in a good level and user satisfaction is in a very high level.

Keyword: Neural Network, Prediction, Limestone

1. บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมของไทยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยเป็นหนึ่งในกลุ่มประเทศ

ที่กำลังพัฒนา ซึ่งจะก้าวไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมใหม่ อีกทั้งรูปแบบการดำเนินชีวิตของมนุษย์ก็เปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากปัจจัยพื้นฐานแล้วมนุษย์ยังต้องการความก้าวหน้า ความสะดวกสบาย ความมั่นคงในชีวิต มนุษย์จึงได้คิดค้นแสวงหาสิ่งใหม่ ๆ โดยการเรียนรู้หยิบฉวยจากทรัพยากรธรรมชาติ แร่และหิน ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานแห่งวัตถุดิบเริ่มต้นของอุตสาหกรรมการผลิต [1] และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ จะเห็นได้ว่าแร่หินปูนมีประโยชน์อย่างมหาศาล แต่ทรัพยากรแร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป และบางชนิดเริ่มขาดแคลน ประกอบกับความต้องการใช้วัตถุดิบหินปูนมีปริมาณสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องมีการวางแนวทาง ในการบริหารจัดการแร่หินปูนที่มีอยู่ในประเทศให้เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งการพยากรณ์เป็นอีกวิธีการหนึ่งของการวางแผนการใช้แร่หินปูนในอนาคต

งานวิจัยนี้ ได้นำเสนอการใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นเทคนิคที่จำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ [2] เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และจดจำรูปแบบเช่นเดียวกับสมองของมนุษย์ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้ชุดข้อมูลได้ โดยการปรับค่าน้ำหนักและไบแอส โดยทำการวัดค่าความถูกต้องจากค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

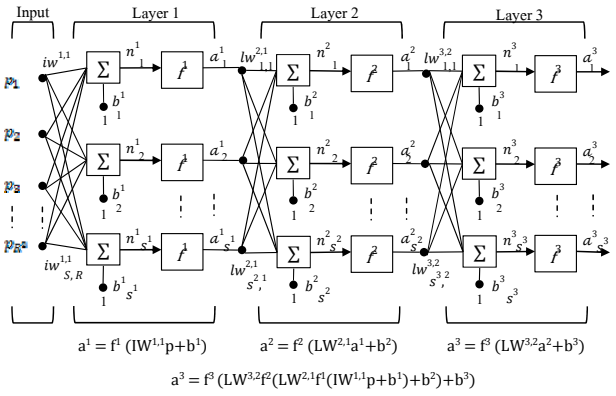
2.1 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่มีความสามารถในการเรียนรู้และจดจำรูปแบบลักษณะต่าง ๆ ได้จากการเรียนรู้ชุดข้อมูลทั้งแบบมีผู้สอน (Supervised Learning) และแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานในหลาย ๆ ด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ [3]

โครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนดจำนวนมากที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งการเชื่อมต่อนั้นสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยเรียกว่าชั้น (layer) ชั้นแรกเรียกว่าชั้นรับข้อมูลนำเข้า (Input Layer) ส่วนชั้นสุดท้ายเรียกว่าชั้นส่งข้อมูลออก (Output Layer) และชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออก เรียกว่าชั้นซ่อน (Hidden Layer) [2] โดยสามารถแบ่งประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมได้ตามความซับซ้อน เช่น โครงข่ายประสาทเทียมแบบง่ายเป็นโครงข่ายที่มีชั้นซ่อนเพียงชั้นเดียว (Single Layer Perceptron) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi Layer Perceptron)

2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น เหมาะสำหรับงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงเส้นและแบบไม่เชิงเส้น [4] โดยมีกระบวนการฝึกฝนเป็นแบบมีผู้สอน ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานแบบหลายชั้นมีหลักการทำงาน คือ เมื่อมีข้อมูลนำเข้าส่งเข้ามายังหน่วยประมวลผลจะคูณกับค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight, W) ซึ่งแทนความสำคัญของข้อมูลนำเข้าแต่ละตัว รวมกับค่าเอนเอียง (Bias, b) ผลรวมของข้อมูลที่ได้ปรับค่าถ่วงน้ำหนักและปรับค่าเอนเอียงแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer function) เพื่อคำนวณค่าผลลัพธ์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

โดยที่ $W^{1,1}$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างชั้นข้อมูลด้านอินพุตและชั้นซ่อนที่ 1

$W^{2,1}$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างชั้นชั้นซ่อนที่ 1 และซ่อนที่ 2

$W^{3,2}$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก ที่เชื่อมระหว่างชั้นชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นข้อมูลด้านเอาต์พุต

b^1 คือ ค่าไบแอส ในชั้นซ่อนที่ 1

b^2 คือ ค่าไบแอส ในชั้นซ่อนที่ 2

b^3 คือ ค่าไบแอส ในชั้นข้อมูลด้านเอาต์พุต

ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนัก (W) และไบแอส (b) สามารถปรับค่าได้ตามกฎการเรียนรู้ และผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันถ่ายโอน ดังสมการที่ (1)

$$N = W_{11} X_1 + W_{12} X_2 + \dots W_{1R} X_R + b \quad (1)$$

เขียนอยู่ในรูปเมตริกซ์ได้ดังสมการที่ (2)

$$n = W_x + b \quad (2)$$

โดยที่เมตริกซ์ W เป็น Row Matrix มีเพียง 1 แถว จะได้ผลลัพธ์ (Y) ตามสมการที่ (3)

$$Y = f\ (W_x + b) \quad (3)$$

ผลรวมของข้อมูลนำเข้าที่ได้ปรับค่าถ่วงน้ำหนัก และได้ปรับค่าเอนเอียงแล้วทุก ๆ ขาของหน่วยประมวลผล จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายเพื่อคำนวณหาค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error, MSE) ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงกับค่าเป้าหมายจะกลับไปเรียนรู้ใหม่เพื่อสอนให้รู้จำรูปแบบเรียกว่า Back Propagation เพื่อปรับค่าถ่วงน้ำหนักและไบแอสใหม่ส่งต่อไปยังฟังก์ชั่นถ่ายโอน จนกระทั่งผลลัพธ์ที่ได้เข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากที่สุด [5]

2.3 ตัวชี้วัดค่าผิดพลาด

การตรวจสอบความผิดพลาด ของโครงข่ายประสาทเทียมใช้ตัวชี้วัดค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย ทำให้บรรลุผลสำเร็จของการเรียนรู้ [6] แสดงได้ดังสมการที่ (4)

$$MSE = \frac{1}{2}\sum(y - t)^2 \quad (4)$$

โดยที่ y คือ ค่าเอาท์พุตที่ได้จากการคำนวณของโครงข่ายประสาทเทียมเปรียบเทียบกับค่าผลลัพธ์เป้าหมาย t ที่ปรับค่าน้ำหนักแล้วได้ค่าผิดพลาดกำลังเฉลี่ยน้อยที่สุด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ส่วนใหญ่ ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งวิธีการนี้มีความยืดหยุ่นสูงกว่าการใช้โครงสร้างทางสถิติและคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีความสามารถในการเรียนรู้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบเชิงเส้น และไม่เป็นแบบเชิงเส้นได้ ซึ่งปัจจุบันมีการนำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจ ระบบพยากรณ์ราคายางพารา ระบบพยากรณ์ราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า และมีอีกหลายงานวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมกับเทคนิควิธีการอื่น ๆ เช่น การเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอย [7] เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [8] และเทคนิคการเพิ่มทั่วไปกับโครงข่ายประสาทเทียม [9] พบว่าการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มีความแม่นยำสูงกว่าการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคอื่น ๆ ข้างต้น อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ใช้เทคนิคอื่น ๆ ในการพยากรณ์ ซึ่งให้ผลแม่นยำกว่าเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม อาทิ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชั่นพหุนามซึ่งสามารถทำงานกับข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูงและตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้นได้ [10] และวิธีจีเนติกอัลกอริทึมให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลเชิงเส้น และเหมาะสมกับปัญหาที่ต้องมีการกำหนดเงื่อนไขหรือจำกัดขอบเขตในการหาคำตอบ [11]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ อาศัยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ มาประยุกต์ใช้สำหรับการพยากรณ์ ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยใช้ข้อมูลของจังหวัดลำปาง สระบุรี และนครศรีธรรมราช ซึ่งรวบรวมข้อมูล จากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553 ทั้งหมด 120 เดือน จำนวน 11 ตัวแปร แบ่งเป็น 2 ชุด ประกอบด้วย ชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ 10 ตัวแปร ได้แก่ เดือน การลงทุนของภาครัฐและภาคเอกชน การก่อสร้างของภาครัฐและภาคเอกชน ผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศไทย กำลังการผลิตปูนซีเมนต์ ปริมาณการส่งออก มูลค่าการส่งออก และมูลค่าการใช้หินปูน จำนวน 3,600 ข้อมูล และข้อมูลทดสอบ 1 ตัวแปร คือ ปริมาณการใช้หินปูน จำนวน 360 ข้อมูล

3.2 การสร้างแบบจำลอง

งานวิจัยนี้ได้เลือกโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 2 ถึง 3 ชั้น และชั้นส่งข้อมูลออก 1 ชั้น ในการสรุปผลลัพธ์โดยอาศัยฟังก์ชั่นการถ่ายโอน 3 ฟังก์ชัน [12] ได้แก่ แทนซิกซ์ฟังก์ชั่น (Tansig Function) ดังสมการที่ (5)

$$f(n) = \frac{1-e^{(-n)}}{1+e^{(-n)}} \quad (5)$$

ลอกซิกซ์ฟังก์ชั่น (Logsig Function) ดังสมการที่ (6)

$$f(n) = \frac{1}{1+e^{(-n)}} \quad (6)$$

และเพียวลิเนียฟังก์ชั่น (Purelin Function) ดังสมการที่ (7)

$$\text{purelin}(n) = n \quad (7)$$

โดยสร้างแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียมจำนวน 12 โครงสร้าง โดยกำหนดรูปแบบฟังก์ชั่น และมีการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อหารูปแบบโครงสร้างที่ดีที่สุดโดยกำหนดการเรียนรู้แบบ (Levenberg - Marquardt Training Function) กำหนดจำนวนรอบในการฝึกสอนเท่ากับ 500 รอบ และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเป้าหมายเท่ากับ 0.00001 ซึ่งแต่ละโครงสร้างทำการรัน 5 ครั้ง

3.3 การพัฒนาระบบ

ระบบพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูน เพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ใช้เทคนิควิธีการของโครงข่ายประสาทเทียม นำเสนอในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชัน โดยภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ Java ประกอบด้วยส่วนที่เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ ด้านฐานข้อมูลใช้ MySQL ในการติดต่อกับฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์ได้ ส่วนการพยากรณ์เขียนโปรแกรมพยากรณ์จากแบบจำลองโครงข่ายที่เหมาะสมมาคำนวณหาผลการพยากรณ์

3.4 การทดสอบและประเมินระบบ

ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบระบบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยแบ่งการทดสอบระบบออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ การทดสอบระบบในขั้นแอลฟา (Alpha Stage) เพื่อทดสอบหาจุดบกพร่องของระบบงานโดยผู้พัฒนาระบบเอง และการทดสอบระบบในขั้นเบต้า (Beta Stage) เพื่อทดสอบคุณภาพและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดสอบแบบจำลอง

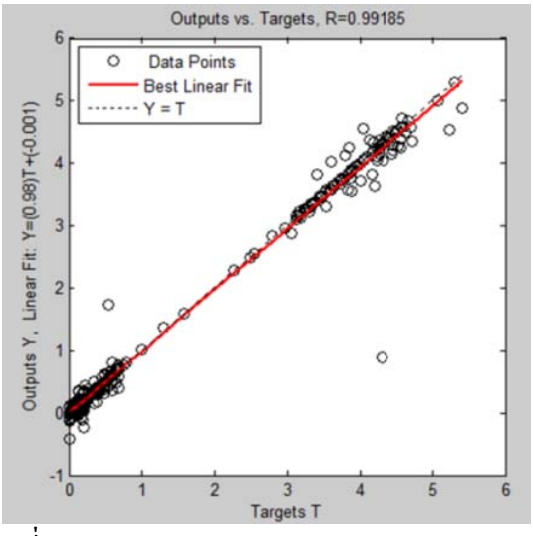
จากการทดลองสร้างรูปแบบโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม 12 โครงสร้าง งานวิจัยนี้อาศัยการวัดค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบจำลอง ซึ่งจากการทดลองได้รูปแบบโครงสร้างที่ดีที่สุด คือ รูปแบบโครงสร้าง 10-15-7-1 กำหนดให้ชั้นข้อมูลเข้าจำนวน 10 โหนด ชั้นซ่อนที่ 1 ใช้ฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบ logsig จำนวน 15 โหนด ชั้นซ่อนที่ 2 ใช้ฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบ tansig จำนวน 7 โหนด และชั้นแสดงผลจำนวน 1 โหนด ใช้ฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบ purelin ให้ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยสำหรับการเรียนรู้และทดสอบ (MSE) เท่ากับ 8.83×10^{-06} ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการทดลองจากการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์

Network Model	Transfer Function	Performance (ค่า MSE)
10-3-1	tansig-purelin	0.000276
10-5-1	logsig-purelin	0.000291
10-7-1	tansig-purelin	0.000149
10-7-1	logsig-purelin	0.000192
10-10-1	logsig-purelin	0.000232
10-15-1	tansig-purelin	4.40e-05
10-5-3-1	tansig-tansig-purelin	5.65e-05
10-5-7-1	tansig-logsig-purelin	4.47e-05
10-7-15-1	tansig-tansig-purelin	2.88e-05
10-10-5-1	logsig-tansig-purelin	1.25e-05
10-15-7-1	logsig-tansig-purelin	**8.83e-06***
10-20-9-1	logsig-logsig-purelin	1.33e-05

หมายเหตุ: * คือ Network Model ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด

ผลจากการทดลอง สามารถแสดงการเปรียบเทียบชุดข้อมูลการเรียนรู้กับชุดข้อมูลจริง โดยแสดงการลู่เข้าหาค่าความคลาดเคลื่อนเป้าหมายที่กำหนดไว้ สำหรับการหยุดการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมได้ค่า Regression (R) = 0.99185 เป็นค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายที่สุด แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลเอาต์พุตกับข้อมูลเป้าหมาย

4.2 ผลการพัฒนาระบบ

ผลจากการพัฒนาระบบพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่พัฒนาขึ้น สามารถดูสถิติปริมาณการใช้หินปูนย้อนหลังได้ตามช่วงเวลาที่ผู้ใช้เลือก แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: แสดงสถิติปริมาณการใช้หินปูนย้อนหลัง

ในส่วนของการพยากรณ์นั้น สามารถแสดงผลการพยากรณ์ได้เป็นรายเดือน ตามที่ผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลเข้ามาเพื่อเป็นปัจจัยที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ ซึ่งผลการประเมินค่าประสิทธิภาพระบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจของการใช้ระบบอยู่ในระดับดีมาก

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยรวบรวมข้อมูลจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553 พบว่า จากการทดลองทั้ง 12 รูปแบบ ได้รูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมที่ดีที่สุดคือ 10-15-7-1 ให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยสำหรับการสอน และทดสอบเท่ากับ 8.83 x 10^{-06} สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ ให้ค่าความถูกต้องในการพยากรณ์อยู่ในระดับดี และผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานของระบบพยากรณ์อยู่ในระดับดีมาก

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่นำเสนอมานี้จะต้องทำการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของโครงข่ายประสาทเทียมทุก ๆ ครั้งที่มีการเรียนรู้กับปัญหาใหม่ ๆ เนื่องจากความซับซ้อนของข้อมูลเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้รูปแบบของโครงข่ายแปรผันตามความซับซ้อนของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทรัพยากรธรณี, *การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดสระบุรี*. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย สแควร์, 2550.

[2] พยุง มีสัจ, *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[3] ธนาวุฒิ ประกอบผล, "โครงข่ายประสาทเทียม" *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ* ปีที่ 12 ฉบับที่ 24 มกราคม-มิถุนายน 2552.

[4] ภัทราวุฒิ แสงศิริ ศจีมาจ ณ วิเชียร และ พยุง มีสัจ, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดตัวแปรข้อมูลเข้าที่เหมาะสม สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมระหว่างเทคนิคการเลือกตัวแปรแบบถอยทีละขั้นและการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อพยากรณ์กลุ่มข้อมูลโรคมะเร็ง" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[5] เพชรนรินทร์ แก้วหล้า และจีระศักดิ์ นำประดิษฐ์, "ระบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*

ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[6] Miguel A. Crreira-Perpinan, "A Review of Dimension Reduction Techniques" *Technical Report CS-96-09*, Dept. of Computer Science, University of Sheffield. January 27, 1997, pp.8-10.

[7] สักการะ จู่ซู่ และธนพล เจนสุทธิเวชกุล, "เปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณการยืมหนังสือห้องสมุดโรงเรียนนาบอนด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยและโครงข่ายประสาทเทียม" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[8] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มข้อมูลของโรคลมร้อนด้วยวิธีการทางเครือข่ายประสาทเทียม" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[9] ชุติมาศ สำแดงฤทธิ์ และสมชาย ปราการเจริญ, การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองการเพิ่มทั่วไปและโครงข่ายประสาทเทียม. *สารนิพนธ์*ระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[10] เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้ว และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์, "การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาปาล์มน้ำมันโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชั่นพหุนามและโครงข่ายประสาทเทียม" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติครั้งที่ 12*. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[11] สิริกัลยา ประมวล กมลชนก พานิชการ และนัทธีรา สรรมณี, "การเปรียบเทียบวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีจีเนติกอัลกอริทึมโดยใช้องค์ประกอบหลักในการพยากรณ์อินทรีย์วัตถุในดิน" *การประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ครั้งที่ 11*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

[12] Mohammad Dorofki, Ahmed H. Elshafie, Othman Jaafar, Othman A Karim and SharifahMastura,"Comparison of Artificial Neural Network Transfer Functions Abilities to Simulate Extreme Runoff Data" *2012 International Conference On Environment, Energy and Biotechnology IPCBEE*. Vol.33, 2012.

ระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

The System for Rule-Based Prioritization of Information Service Provided at Suan Sunandha Rajabhat University

รุจิโรจน์ กังเจริญสัมพันธ์ (Rujirote Kangcharoensampan)[1] และ
นลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]rujirote2112@gmail.com, [2]nalinpatp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อช่วยทำให้การให้บริการสารสนเทศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคนิคฐานกฎ (Rule Based) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดกฎพร้อมทั้งให้ค่าคะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัย และใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Factor Weighting) ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยเปรียบเทียบจากระยะเวลาการรอรับบริการระหว่างก่อนและหลังการนำระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศเข้ามาใช้ พบว่าอัตราการรอรับบริการโดยเฉลี่ยลดลง 71 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Technology Acceptance Model) มาประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยภาพรวมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42) และภาพรวมจากผู้ใช้งานจำนวน 30 คนอยู่ในระดับดีเช่นกัน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศได้รับการยอมรับและสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ลำดับความสำคัญ ฐานกฎ ค่าน้ำหนักปัจจัย การให้บริการสารสนเทศ

Abstract

This paper proposes a system for rule-based prioritization of information services provided at Suan Sunandha Rajabhat University. This system is aimed at providing information services through better performance. To build a rule based model, service experts had to identify core factors with their priorities; while factor weighting was performed by using questionnaires for data collection from users. To evaluate the system's performance, the ratio of service waiting times between before and after introducing the system was calculated. The result reveals that service waiting times were reduced by 71%. To evaluate service experts' and users' satisfaction, questionnaires based on Technology Acceptance Model were performed to gather data from 5 service experts and 30 users. The result reveals that service experts (the mean value of 4.24 and S.D. value of 0.42) and users (the mean value of 4.11 and S.D. value of 0.49) were satisfied with the system. This shows that the system can be effectively used.

Keyword: Service Prioritization, Rule Based, Factor Weight, Information Service

1. บทนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยไม่ว่าจะเป็นการให้บริการแก่นักศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่นการให้บริการคอมพิวเตอร์เพื่อสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ การจัดเก็บข้อมูลนักศึกษาทั้งหมดของฝ่ายทะเบียนนักศึกษา การชำระค่าเทอมหรือค่าบริการการศึกษาของฝ่ายการเงิน ฝ่ายบัญชี รวมไปถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้บริหารหรือบุคลากรของมหาวิทยาลัย ล้วนแต่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการปฏิบัติงานทั้งสิ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาเป็นสถานศึกษาแห่งหนึ่งที่ได้รับความไว้ใจของนักศึกษาที่เข้ามาศึกษาเพิ่มมากขึ้น ทำให้จำนวนพนักงานก็เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นความต้องการในการใช้งานคอมพิวเตอร์ก็มากขึ้นตาม ปัญหาที่ตามมาก็คือปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานคอมพิวเตอร์ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และปัญหาด้านต่าง ๆ ของผู้ใช้งานเอง เพราะผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังไม่ทราบถึงการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ดีพอ ตลอดจนไม่สามารถแก้ไขปัญหาการใช้งานคอมพิวเตอร์ด้วยตัวเองได้ ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งมีหน่วยงานไว้บริการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์แก่บุคลากรของมหาวิทยาลัย แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีระบบการจัดการในเรื่องของลำดับการให้บริการทำให้ไม่มีการวางแผนในการให้บริการที่ดีพอ ส่งผลให้อาจมีผลกระทบกับงานบางงานที่มีความสำคัญและเร่งด่วนมากและอาจทำให้งานนั้น ๆ เกิดความเสียหายได้

จากปัญหาดังกล่าว ทางผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรจะมีระบบที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศ โดยใช้วิธีกฎเกณฑ์การตัดสินใจ เพื่อเป็นตัวสร้างกฎของปัญหาการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดกฎของปัญหาประกอบกับค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ โดยค่าของปัจจัยได้มาจากการสอบถามความคิดเห็นจากผู้ใช้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และนำคะแนนรวมมาทำการจัดลำดับ โดยเป็นการเรียงลำดับค่าคะแนนจากมากไปหาน้อย ทั้งนี้ระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศดังกล่าว เป็นระบบที่ช่วยหน่วยงานที่ให้บริการด้านสารสนเทศ จัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบแบบอิงกฎเกณฑ์ (Rule Based System) เป็นระบบที่ถูกสร้างมาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อช่วยในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาโดยใช้กฎต่าง ๆ ทำให้การตัดสินใจมีความแม่นยำมากขึ้น ดังนั้นจะเห็นการใช้ระบบแบบอิงเกณฑ์ในระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบเหล่านี้เป็นการนำความรู้เฉพาะด้านของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์และสร้างเป็นกฎเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่แทนนั่นเอง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบแบบอิงเกณฑ์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลัง (Backward Chaining) ส่วนข้อจำกัดของระบบแบบอิงเกณฑ์คือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงกฎได้บ่อย ดังนั้นจึงเหมาะกับการแก้ปัญหาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย สำหรับข้อดีของระบบอิงกฎเกณฑ์ คือการวิเคราะห์เงื่อนไขความต้องการหรือปัญหาต่าง ๆ ด้วยหลักเหตุผล (Reasoning) ส่งผลให้ระบบ สามารถพิจารณาและประมวลผลได้ตรงความเป็นจริงมากขึ้น [1] [2]

2.1.2 การประเมินลำดับความสำคัญโดยพิจารณาตามปัจจัย โดยทั่วไปการตัดสินใจสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ ที่มีว่าทางเลือกไหนจะให้ประโยชน์แก่ผู้ตัดสินใจมากที่สุด โดยที่การเปรียบเทียบทางเลือก จะต้องมีการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทางเลือกที่มีให้ โดยการพิจารณาตามปัจจัยที่ใช้เพื่อการตัดสินใจ [3]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันธุรกิจหรือองค์กร ได้มีการเพิ่มจำนวนการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของทางองค์กรเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัญหาที่ตามมาก็คือ อาการเสียของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแบ่งเป็นในด้านของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยในแต่ละอาการเสียของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีจุดสังเกตของอาการเสียเช่น สังเกตอาการเสียของฮาร์ดแวร์จากเสียง Beep Code ถ้ามีเสียงมากกว่า 1 ครั้งหรือมีเสียงดังยาว ๆ แสดงว่าหน่วยความจำหลัก (RAM) ของเครื่องอาจจะมีปัญหาและให้รีบปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทันที นอกจากนั้นแล้ว

อุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ก็มีโอกาสเกิดความเสียหายได้ เช่น เครื่องพิมพ์ หรือจอคอมพิวเตอร์และในแต่ละอุปกรณ์ก็จะมีลักษณะอาการเสียที่แตกต่างกันดังนั้น วิธีการแก้ไขปัญหาก็แตกต่างกันด้วย โดยจะแบ่งวิธีแก้ไขปัญหาคอมพิวเตอร์เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ วิธีการแก้ไขปัญหาด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยผู้แก้ไขปัญหาจะวิเคราะห์และประเมินระดับความเสียหายตามอาการเสียของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ โดยจะแจ้งระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาให้กับผู้รับบริการทราบ [4] [5] แต่การแจ้งปัญหาอาการเสียของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบงานเดิมยังเป็นแบบโทรแจ้งเข้ามาที่หน่วยบริการ ทำให้อาจเกิดความไม่สะดวกสำหรับผู้รับบริการ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบสนับสนุนและบริการแก่ลูกค้าสำหรับหน่วยงานที่ให้บริการเพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางในการติดต่อกับลูกค้าเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการ แจ้งปัญหา การเช็คสถานะของการดำเนินการและรายงานผลต่าง ๆ

อีกหนึ่งปัญหาสำคัญในการให้บริการสารสนเทศแก่ผู้รับบริการคือการตัดสินใจเลือกลำดับการให้บริการ ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามามีส่วนช่วยตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อองค์กรเช่น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้อประกันภัยรถยนต์โดยให้ผู้ใช้งานที่ต้องการซื้อประกันภัยรถยนต์สามารถระบุเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง ในการค้นหาข้อมูลการทำประกันภัยรถยนต์ของแต่ละบริษัทประกันภัย โดยที่ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบแผนความคุ้มครองประกันภัยของแต่ละบริษัทได้ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปช่วยในการตัดสินใจในการเลือกซื้อประกันภัยที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด [6] หรือระบบช่วยตัดสินใจโดยใช้ฐานกฎสำหรับการบริหารงานบุคลากร เพื่อช่วยในการจัดเก็บประวัติและข้อมูลบุคลากรเช่น ประวิติส่วนตัว ข้อมูลการลา และข้อมูลการประเมินผลการปฏิบัติงานเพื่อช่วยในการตัดสินใจพิจารณาอัตราการให้เงินค่าตอบแทนพิเศษแก่พนักงาน [7] ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถช่วยให้ผู้ให้บริการตัดสินใจถึงลำดับในการให้บริการได้ดีขึ้น เช่น การพัฒนาโปรแกรมจัดลำดับความสำคัญในการพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้างถนนในชนบท โดยให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพิจารณาคัดเลือกสายทาง เพื่อให้ประชาชนในท้องถิ่นนั้นได้รับประโยชน์โดยตรง โดยให้ประชาชนออกความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อพิจารณาที่จะใช้ในการคัดเลือก แล้วหาน้ำหนักของความสำคัญในข้อพิจารณาเหล่านั้น เพื่อใช้ในการจัดลำดับสายทางที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งปรากฏว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ และสามารถชี้แจงเหตุผลในการจัดลำดับการก่อสร้างสายทางต่าง ๆ กับประชาชนได้ [3]

จากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนากฎในการแก้ปัญหาต่าง ๆ สามารถกระทำได้โดยการใช้ กฎเกณฑ์การตัดสินใจ เพื่อช่วยในการสร้างกฎของปัญหาต่าง ๆ ที่ตรงกับเงื่อนไขที่ผู้เชี่ยวชาญทำการกำหนดไว้ประกอบกับค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากการเก็บแบบสอบถามจากผู้รับบริการและทำการวิเคราะห์ทางสถิติ วิธีการนี้จะช่วยให้สามารถทำการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถชี้แจงเหตุผลในการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการกับผู้รับบริการได้อีกด้วย

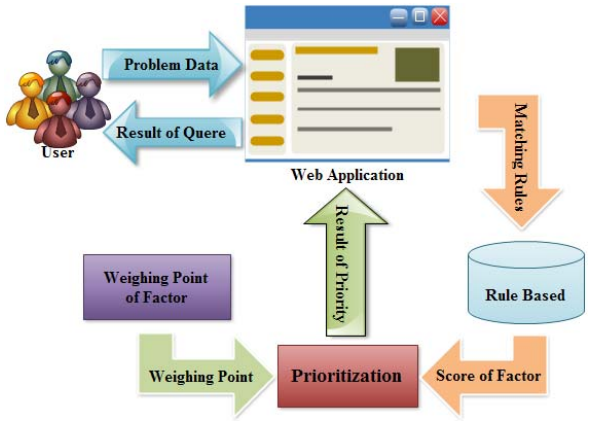
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

วิธีดำเนินงานวิจัยสำหรับการออกแบบและการพัฒนาระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีผู้ใช้งาน 3 กลุ่มได้แก่ บุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เจ้าหน้าที่เทคนิค และผู้ดูแลระบบ ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์และออกแบบระบบ อธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 กระบวนการทำงานของระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทานั้นมีขั้นตอนต่อไปนี้คือ 1) ผู้ใช้งานทั่วไปกรอกข้อมูลปัญหาการใช้งานคอมพิวเตอร์ ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่น 2) ระบบจะนำข้อมูลต่าง ๆ มาเทียบกับข้อมูลของฐานกฎจะได้เป็นค่าคะแนนของข้อมูลแต่ละตัว 3) นำค่าคะแนนของข้อมูลแต่ละตัวจากข้อ 2 คูณกับค่าน้ำหนักของปัจจัยในแต่ละตัว (ได้มาจากการสอบถามความเห็นจากผู้ใช้บริการโดยใช้แบบสอบถาม) ผลลัพธ์ที่ได้คือคะแนนรวมของผู้ใช้งานแต่ละคน 4) นำคะแนนรวมของผู้ใช้งานแต่ละคนมาเปรียบเทียบเพื่อ

จะหาลำดับในการให้บริการ และ 5) ระบบแสดงผลลัพธ์ของลำดับในการให้บริการเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่เทคนิคตัดสินใจเลือกลำดับในการให้บริการได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งการทำงานของระบบ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานของระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศ

3.1.2 สร้างแบบสอบถามเพื่อหาค่าน้ำหนักของปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศ โดยใช้แบบสอบถามแบบเรียงลำดับในการสำรวจความคิดเห็น จากบุคลากรผู้ใช้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจะใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 254 คนจากประชากรทั้งหมดจำนวน 752 คน [8] จากวิธีการเปิดตารางของ Krejcie and Morgan

3.1.3 ตารางตัวอย่างการนำเทคนิคฐานกฎมาใช้ในการสร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนเป็นผู้ให้ค่าคะแนน ได้แก่ ค่าคะแนนความสำคัญของ ตำแหน่งงาน ความเร่งด่วนของงานและลักษณะของปัญหาเป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการสร้างกฎโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้า โดยผู้เชี่ยวชาญในด้านการแก้ไขปัญหาคอมพิวเตอร์เป็นผู้เก็บรวบรวมลักษณะปัญหาการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่เคยเกิดขึ้นเพื่อนำมาสร้างเป็นกฎซึ่งระดับความยาก ง่ายของปัญหาจะมีทั้งหมด 10 ระดับโดยที่ระดับ 1 จะใช้เวลาในการแก้ไขปัญหานานที่สุดและระดับที่ 10 จะใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งสามารถแสดงภาพของตารางฐานกฎ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการสร้างกฎ

ปัญหา	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	ค่าคะแนนเฉลี่ยรวม
ต้องการลงวินโดว์ใหม่	ระดับ 3 2-3 วัน	ระดับ 4 1-2 วัน	ระดับ 4 1-2 วัน	ระดับ 4 1-2 วัน
จอภาพมีเส้น	ระดับ 2 4-7 วัน	ระดับ 2 4-7 วัน	ระดับ 3 2-3 วัน	ระดับ 2 4-7 วัน
ลืมรหัสผ่านอินเทอร์เน็ต	ระดับ 10 5-10 นาที	ระดับ 10 5-10 นาที	ระดับ 10 5-10 นาที	ระดับ 10 2-10 นาที

3.1.4 ตารางสรุปผลค่าน้ำหนักของปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศ โดยได้มาจากการสรุปผลของแบบสอบถามแบบเรียงลำดับของบุคลากรผู้ใช้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาจำนวน 254 คน สามารถแสดงภาพของตารางสรุปผลค่าน้ำหนักของปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางสรุปผลค่าน้ำหนักของปัจจัย

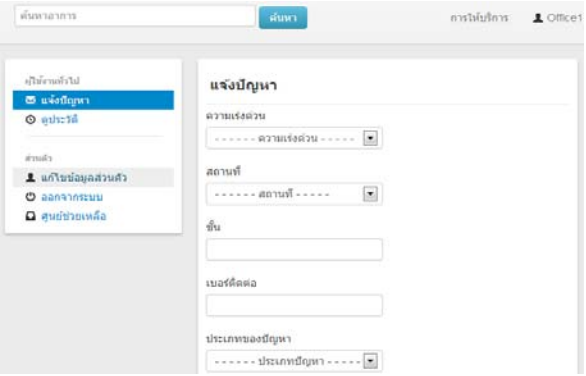
ปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญ	ค่าคะแนนรวม	ลำดับ
จัดลำดับตามความยากง่ายของงานและระยะเวลาที่ใช้ในการให้บริการ	82.35	1
จัดลำดับตามลำดับการขอรับบริการ	80.58	2
จัดลำดับตามตำแหน่งงานของผู้ใช้บริการ	65.88	3
จัดลำดับตามความพร้อมของการให้บริการในงานนั้น ๆ	53.22	4
จัดลำดับตามความเร่งด่วนของงาน	38.25	5
จัดลำดับตามระยะทางในการให้บริการ	29.86	6

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยฟังก์ชั่นการทำงานหลัก ดังนี้

4.1.1 หน้าจอการแจ้งปัญหาการใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่วไป โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกข้อมูลปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการแจ้งปัญหาการใช้งานแก่เจ้าหน้าที่เทคนิคได้และสามารถดูข้อมูลการแจ้งย้อนหลังได้อีกด้วย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2

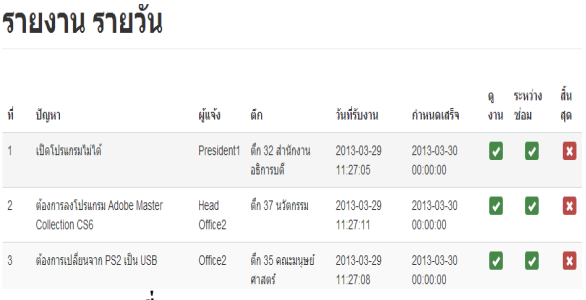


ภาพที่ 2: หน้าจอหลักของผู้ใช้งานทั่วไป

4.1.2 หน้าจอสำหรับช่วยตัดสินใจในการเลือกลำดับการให้บริการสารสนเทศ ของเจ้าหน้าที่เทคนิค โดยที่ระบบจะทำการแสดงลำดับในการให้บริการแก่เจ้าหน้าที่เทคนิค โดยลำดับแจ้งปัญหาการใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่วไป โดยลำดับในการให้บริการจะถูกเปรียบเทียบกับผู้ใช้งานคนอื่นโดยเรียงลำดับจากค่าคะแนนมากที่สุดจะเป็นผู้ที่ได้รับบริการก่อน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: หน้าจอการจัดลำดับในการให้บริการสารสนเทศ

ตัวอย่างหน้าจอรายงานข้อมูลประวัติการแก้ไขปัญหาของเจ้าหน้าที่เทคนิค โดยผู้ดูแลระบบสามารถเรียกดูรายงานนี้ได้ด้วย โดยที่รายงานจะแสดงแยกตามประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอรายงานแยกตามประเภทต่าง ๆ

4.2 ผลการประเมินระบบ

หลังจากการพัฒนาระบบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยการเปรียบเทียบจากอัตราการรอรับบริการของผู้ใช้งานระหว่างก่อนและหลังการนำระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศเข้ามาใช้ พบว่าอัตราการรอรับบริการโดยเฉลี่ยลดลง 71 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้ใช้งานจำนวน 30 คนโดยการใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Technology Acceptance Model) [9] ในการสร้างแบบสอบถาม ซึ่งใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท 5 ตัวเลือก ซึ่งผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่ามีความเที่ยงตรงอยู่ในระดับดี และมีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูง (ค่า Cronbach's Alpha สำหรับผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 0.78 และผู้ใช้งานเท่ากับ 0.84) ซึ่งความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานอยู่ในระดับสูง โดยวัดจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Usefulness) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Ease of Use) ซึ่ง Usefulness วัดได้จากประสิทธิภาพในการให้บริการ การช่วยจัดระเบียบในการให้บริการ และช่วยเพิ่มปริมาณงานที่สำเร็จให้มากขึ้น ส่วน Ease of Use วัดได้จากรูปแบบการทำงานของระบบมีความชัดเจน การกรอกข้อมูลไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย เมนูและข้อความในระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และระบบงานมีความยืดหยุ่นตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ทั้งนี้ผลการประเมินความพึงพอใจสรุปได้ดังตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบที่สร้างขึ้นได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี

ตารางที่ 3: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ	Mean	Mode	SD
การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ	4.24	4	0.51
การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	4.24	4	0.33
ความพึงพอใจที่มีต่อระบบ	4.24	4	0.42

ตารางที่ 4: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน

ปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ	Mean	Mode	SD
การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ	4.19	4	0.44
การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	4.03	4	0.54
ความพึงพอใจที่มีต่อระบบ	4.11	4	0.49

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาได้นำเทคนิคฐานกฎ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับค่าน้ำหนักของในแต่ละปัจจัย มาช่วยในการออกแบบระบบ สามารถช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญในการให้บริการสารสนเทศได้เป็นอย่างดี และสามารถจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการได้อย่างเป็นระบบ สะดวกในการแจ้งและรับปัญหาการใช้งานต่าง ๆ และสามารถออกรายงานได้ครอบคลุมความต้องการของผู้บริหารที่ต้องการทราบปริมาณงานที่แท้จริงของเจ้าหน้าที่เทคนิค ซึ่งผลการประเมินระบบแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริง และรองรับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของการแบ่งประเภทของปัญหาที่ผู้ใช้งานกรอกเข้ามา ให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการแบ่งประเภทในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ระบบงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] อมตา สมานโสร์. “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการเลือกแผนประกัน,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[2] สักกนาท นุ่นทอง. “การประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติด้วยระบบทำงานเชิงกฎ,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[3] ธันว์ สินธวาลัย. “การพัฒนาโปรแกรมจัดลำดับความสำคัญในการพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้างถนนในชนบท,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2544.

[4] รัตน์พล พงษ์เพชร. “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่องานซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิค ระบบแถวคอย กรณีศึกษา : บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[5] พลกฤษณ์ ถิรมนัส. “การพัฒนาโปรแกรมจัดการออนโทโลยี กรณีศึกษา : การแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นด้วยตนเอง,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[6] วรรณวิมล บรรเลงจิต. “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้อประกันภัยรถยนต์,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ภาควิชาการจัดการสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[7] องอาจ อุ่นอนันต์. “ระบบช่วยตัดสินใจโดยใช้ฐานกฎสำหรับการบริหารงานบุคลากร กรณีศึกษา เทศบาลนครนนทบุรี,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[8] Suan Sunandha Rajabhat University, http://www.ssru.ac.th/ssrureport/

[9] F. Davis, “Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology”. MIS Quarterly, 13 (3), pp. 318-340,1989

ระบบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์
Thailand Tourism Web Clustering System using Naïve Bayes Algorithm

นฤพนธ์ พนาวงศ์ (Naruepon Panawong)[1] และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต (Chakkrit Snae Namahoot)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]jnaruepon.p@gmail. com, [2]chakkrits@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศเป็นอย่างมากจากการรณรงค์กระตุ้นและส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐ เมื่อนักท่องเที่ยวต้องการข้อมูลท่องเที่ยวส่วนใหญ่ใช้วิธีการค้นหาผ่านเว็บเสิร์ช-เอนจินอย่างกูเกิ้ล แต่ผลลัพธ์ของการค้นหาที่ได้มีจำนวนมากมีทั้งข้อมูลที่ไม่ตรงกับความต้องการหรือมีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับท่องเที่ยวปะปนอยู่และไม่ถูกจัดหมวดหมู่ท่องเที่ยวรวมถึงข้อมูลท่องเที่ยวไม่ถูกนำเสนอในเว็บไซต์เดียว ทำให้เสียเวลาในการเข้าถึงข้อมูลจากหลายเว็บไซต์เพื่อให้ได้ข้อมูลท่องเที่ยวตามต้องการทั้งหมด คือ เที่ยวที่ไหน กินที่ไหน พักที่ไหน ร้านขายของฝากที่ไหน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยตามออนโทโลจีที่ได้ออกแบบไว้เพื่อช่วยในการเข้าถึงข้อมูลท่องเที่ยวเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็วภายในเว็บไซต์เดียวและใช้ F-Measure วัดประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์นี้ ซึ่งพบว่ามีค่าความแม่นยำเท่ากับ 72.60 % ค่าความระลึกเท่ากับ 70.99 % และค่า F-Measure เท่ากับ 71.61 %

คำสำคัญ: จัดหมวดหมู่ นาอีฟเบย์ ออนโทโลจี การจัดการข้อมูล การจัดการความรู้ การเข้าถึงข้อมูล

Abstract

Through encouragement and advancement of national and international tourism campaigns by the Thai government the tourism industry plays a very important role in developing Thailand's economy. To extract tourism information most travelers rely on such Web search engines as Google, but the results are mixed with several pieces of information. Moreover, most of them are not categorized in tourism area so that users have to waste time accessing data on multiple Websites to collect the information that meets their needs, for example, attractive places, restaurants, hotels, and souvenir shops. To deal with this problem, we have used naive Bayes to cluster tourism Websites in Thailand with the help of an ontology. Consequently, the system can provide a faster way to gather tourism information in one pass. F-Measure has been used to validate the system, and the results show 72.60% for precision, 70.99% for recall, and 71.61% for F-measure.

Keyword: Classification, Naïve Bayes, Ontology, Information Management System, Knowledge Management, Information Retrieval

1. บทนำ

การท่องเที่ยวถือเป็นอุตสาหกรรมบริการที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก รวมทั้งประเทศไทย โดยมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งได้มีการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว วิธีการจัดการการท่องเที่ยวให้ขยายตัวมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียนและเป็นการกระจายรายได้ไปสู่ท้องถิ่นภายในประเทศเป็นอย่างดี อีกทั้งจากการแข่งขันจากประเทศเพื่อนบ้าน การเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้จัดกิจกรรมส่งเสริมและประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของประเทศไทยให้กับนักท่องเที่ยวไทยและชาวต่างประเทศอย่างต่อเนื่องผ่านทางเว็บไซต์ แผ่นพับ โทรทัศน์ และสื่อต่าง ๆ อีกมากมาย ซึ่งในปี 2555 การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้จัดโครงการ “เที่ยวหัวใจใหม่ เมืองไทยยั่งยืน” โดยเจาะตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ พร้อมมุ่งรักษาคุณค่าทางการท่องเที่ยวและความประทับใจ เพื่อเป็นการ

กระตุ้นเศรษฐกิจและเร่งการฟื้นตัวหลังจากเกิดปัญหาอุทกภัยภายในประเทศและมุ่งหวังสร้างรายได้เพิ่มขึ้นอีก 9% [1] อีกทั้งการท่องเที่ยวภาคกลาง เปิดตัวโครงการ “เที่ยวภาคกลางทั้งปีไม่มีเบื่อ” เพื่อเป็นการต้อนรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนหรือ AEC ที่กำลังมาถึงในปี 2558 [2]

ปัจจุบันมีเว็บไซต์จำนวนมากที่ให้บริการค้นหาข้อมูลท่องเที่ยวหรือระบบที่ช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว แต่การที่นักท่องเที่ยวไปเที่ยวยังสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่งจำเป็นต้องรู้สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร ร้านขายของฝากหรือของที่ระลึก ร้านขายสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เทศกาลท่องเที่ยวประจำท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มักค้นหาผ่านทางเสริช์เอนจินอย่างกูเกิ้ล แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาอาจสร้างความลำบากให้แก่นักท่องเที่ยวได้ เช่น ข้อมูลที่ได้มีจำนวนมาก ข้อมูลที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการทั้งหมด ข้อมูลที่ได้ไม่ถูกจัดหมวดหมู่ไว้อย่างเหมาะสม ทำให้เสียเวลาในการคัดเลือกข้อมูลท่องเที่ยวเพื่อให้ได้ข้อมูลท่องเที่ยวที่ตรงกับความต้องการทั้งหมด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในระบบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยและวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ด้วย F-Measure โดยอธิบายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อที่ 3 ผลการดำเนินงานในหัวข้อที่ 4 และสรุปในหัวข้อที่ 5

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจำแนกหมวดหมู่เว็บเพจมีความแตกต่างจากการจำแนกหมวดหมู่เอกสารทั่วไปที่มักมีโครงสร้าง เนื้อหา และคุณลักษณะที่ชัดเจนซึ่งแตกต่างจากเว็บเพจ การเรียนรู้คุณลักษณะเพื่อจำแนกหมวดหมู่เว็บเพจนั้นอาจอาศัยเนื้อหาที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจ แต่อาจพบว่ามีสิ่งรบกวนต่าง ๆ เช่น โฆษณา การเชื่อมโยง ขยะทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่โครงสร้างของเว็บเพจที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานอันเนื่องมากจากความผิดพลาดระหว่างการประมวลผล [3]

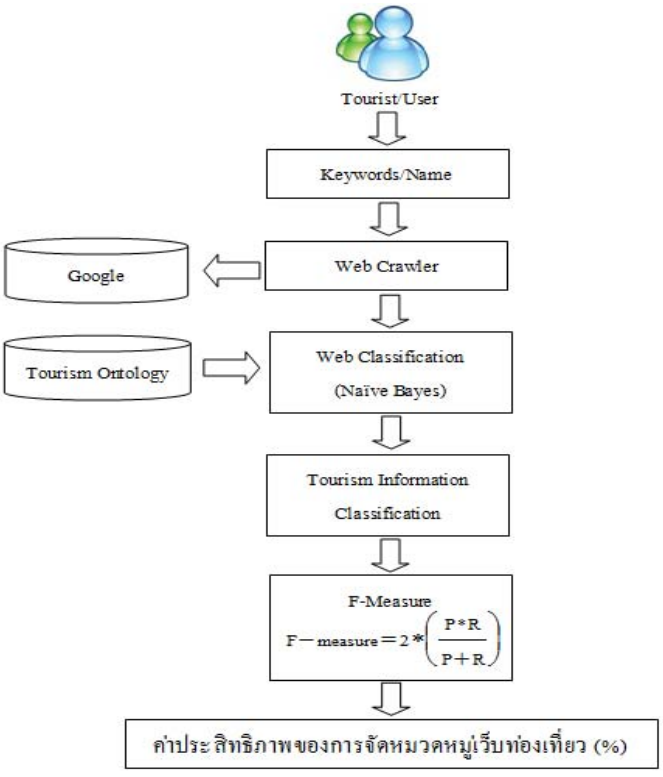
ปัจจุบันมีนักวิจัยต่าง ๆ นำเสนอแนวความคิดในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์หรือจัดกลุ่มของเอกสารออนไลน์ด้วยเทคนิคและอัลกอริทึมต่าง ๆ ดังนี้ [4] นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องในการการจัดกลุ่มเอกสารออนไลน์จำพวกข่าวออนไลน์ บล็อก อีเมล์และห้องสมุดดิจิตอล รวมถึงใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการตัดคำหยุด การแทนด้วยรากศัพท์ของคำ พบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ทำงานได้ดีในการกรองสแปม จัดกลุ่มอีเมล์ ตัวเลขและข้อมูลที่เป็นข้อความ ต้องการจำนวนข้อมูลที่ใช้เรียนรู้น้อย ง่ายต่อการพัฒนาเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่น ๆ แต่การประมวลผลภาษาธรรมชาติมีความยุ่งยาก ซับซ้อน เสียเวลาในการประมวลผล ซึ่ง [5] ก็ได้เปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริทึม LBK J48 Naïve Bayes และ OneR เพื่อจัดกลุ่มของเอกสารด้วยโปรแกรมเวก้า ซึ่งพบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์มีผลลัพธ์ดีที่สุด แต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่สามารถแสดงค่าประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบอย่างทันที ต่อมา [6] ได้นำเสนอเทคนิคการจำแนกความสนใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยใช้การทำเหมืองข้อความและออนโทโลจีเพื่อจำแนกชุดข้อความความสนใจซึ่งจำแนกออกเป็น 5 โดเมน คือ สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก การเดินทาง กิจกรรมและเทศกาล ซึ่งเก็บข้อความสนใจจากหัวข้อกระทู้และข้อความแสดงความคิดเห็นในกระทู้จากเว็บไซต์ tripadvisor.com และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากนั้น [7] ได้ออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ โดยใช้ข่าวออนไลน์ภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้จำนวน 200 ข่าวและจัดกลุ่มคำสำคัญที่มีความสอดคล้องกันและประเมินคำสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ข่าวออนไลน์ด้วยวิธีการหาค่าความถี่ของคำที่ปรากฏในเนื้อหาข่าวออนไลน์ โดยสามารถนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี ซึ่ง [8] ได้จำแนกความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน ต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์และเคเนียเรสเนเบอร์ พบว่าอัลกอริทึมซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนและนาอีฟเบย์มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลความคิดเห็นของผู้ชมที่เขียนจากความรู้สึกและอารมณ์ของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้สินค้าและบริการนั้น ๆ และเมื่อแทนค่าคุณลักษณะด้วยค่าความจริงและลดคุณลักษณะด้วย Information Gain พบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์มีประสิทธิภาพดีที่สุดและ [9] ได้สร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ข้อมูล

สถานที่ท่องเที่ยวจากเว็บไซต์โลนลี่ แพลนเน็ตมาจัดกลุ่มสถานที่ท่องเที่ยวจำนวน 5 กลุ่มคือ สถานที่พัก สถานที่ท่องเที่ยวยามค่ำคืน ร้านอาหาร แหล่งจับจ่ายสินค้า สถานที่เยี่ยมชม แล้ววัดประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้งหมด 4 เทคนิค คือ ต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์ ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน พบว่านาอีฟเบย์ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้นำเสนอเฉพาะข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์มาจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทย เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่ง่าย ไม่ซับซ้อนและให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด ดังได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเว็บไซต์ที่แสดงผลภาษาไทยได้ง่ายอีกด้วย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ (ภาพที่ 1) และทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 1 : แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้ป้อนชื่อจังหวัดหรือชื่อสถานที่ท่องเที่ยวหรือข้อมูลท่องเที่ยว

2. นำชื่อจังหวัดหรือชื่อสถานที่ท่องเที่ยวหรือข้อมูลท่องเที่ยวในข้อที่ 1 ไปสืบค้นข้อมูลในเว็บไซต์กูเกิ้ลด้วยเทคนิค Web Crawler

3. นำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อที่ 2 มาจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ (สมการที่ 1) โดยคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ได้มาจากออนโทโลจีท่องเที่ยว และใช้ค่าน้อยที่สุดของ C_{MAP} เป็นข้อสรุปว่าอยู่ในหมวดหมู่ใด

4. แสดงผลของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวและแสดงค่าประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวด้วย F-Measure

ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดมาจาก [10] ที่ใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์มาปรับปรุงเพื่อจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยจำนวน 6 หมวดหมู่คือ สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร ร้านขายของฝาก ร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์และเทศกาล โดยมีขั้นตอนในการทำงาน 2 ส่วน คือ กระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การเรียนรู้

เป็นขั้นตอนที่ใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปทดสอบหาความน่าจะเป็นของเว็บไซต์เหล่านั้นควรจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด ในงานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลท่องเที่ยวประเทศไทยจากเว็บ truehits จากนั้นคัดเลือกมาเฉพาะ 6 หมวดหมู่ที่ต้องการแล้วนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 1

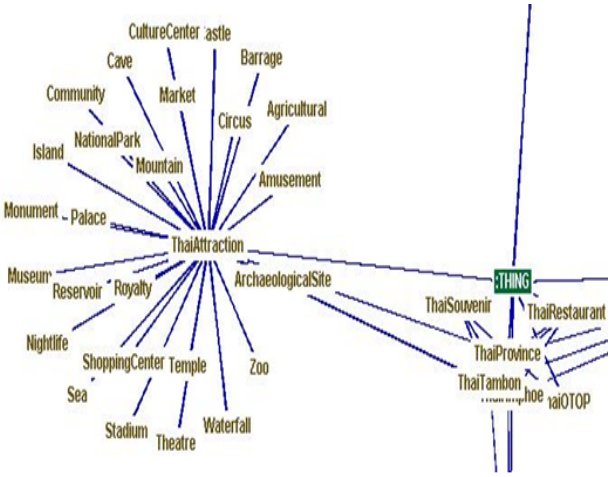
3.2 การทดสอบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว โดยผู้ใช้ป้อนคำค้นหา “กินไหน นอนไหน เที่ยวไหนดี ในพิษณุโลก” จากนั้นนำคำค้นหาไปสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ลแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดหมวดหมู่ตามออนโทโลจีท่องเที่ยว [11] ได้แก่ คลาสสถานที่ท่องเที่ยว คลาสที่พัก คลาสร้านอาหาร คลาสร้านขายของฝาก คลาสร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์และคลาสเทศกาล ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2 รวมถึงใช้คำที่ได้จาก

ออนโทโลจีท่องเที่ยวมาหาความถี่ที่ปรากฏในเอกสารแต่ละเว็บไซต์

ตารางที่ 1: แสดงจำนวนเว็บไซต์และตัวอย่างคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่

หมวดหมู่ (G)	ตัวอย่างคำที่ใช้	จำนวนเว็บไซต์
1	เที่ยว ภูเขา น้ำตก พิพิธภัณฑ์ ถ้ำ	233
2	ที่พัก โรงแรม รีสอร์ท โฮมสเตย์	200
3	ร้านอาหาร	318
4	ของฝาก	54
5	หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์	88
6	เทศกาล สถาปัตยกรรม กีฬา	155
รวม		**1,048**



ภาพที่ 2 : แสดงตัวอย่างออนโทโลจีท่องเที่ยว

จากนั้นเมื่อได้ความถี่ของคำ โปรแกรมก็ทำการคำนวณหาความน่าจะเป็นที่เอกสารเว็บควรจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด โดยคำนวณทีละหมวดหมู่ จากนั้นนำผลของการคำนวณทั้ง 6 หมวดหมู่มาพิจารณาและเลือกผลของการคำนวณหมวดหมู่ที่มีค่าน้อยที่สุดเป็นข้อสรุปในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$C_{MAP} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmin}}(Ci) \quad (1)$$

$$Ci = \log(P(c) + \sum_{i=1}^{n} \log(P(t_i \mid c)) \quad (2)$$

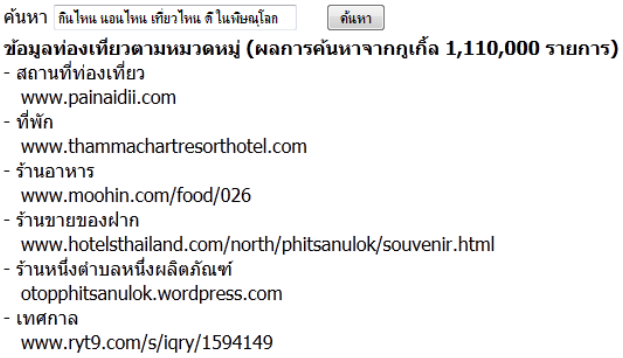
เมื่อ d คือ เอกสารเว็บเพจ

Ci คือ ผลการคำนวณในแต่และกลุ่ม $\{c_1,c_2,c_3,\ldots c_n\}$

C คือ กลุ่มที่ต้องการจัดหมวดหมู่ $\{c_1,c_2,c_3,\ldots c_n\}$

P(c) คือ ความน่าจะเป็นของกลุ่มหรือหมวดหมู่ คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$P(c) = \frac{N_c}{N} \quad \ldots\ldots\ldots\



ภาพที่ 3 : แสดงหน้าจอตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ข้อมูลท่องเที่ยว

ตารางที่ 2: แสดงตัวอย่างผลของการคำนวณด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์

Naïve Bayes						
กลุ่ม	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
URL 1	www.painaidii.com สถานที่ท่องเที่ยว - ไปไหนดี อะไรดี ที่ไหนดี					
	-31.59	-9.15	-0.52	-1.29	-1.08	-27.35
URL 2	www.thammachartresorthotel.com โรงแรม ที่พัก พิษณุโลก					
	-8.48	-9.53	-0.52	-1.29	-1.08	-0.83
URL 3	www.moohin.com/food/026 รายชื่อร้านอาหารจังหวัดพิษณุโลก					
	-18.54	-3.73	-20.52	-1.29	-1.08	-0.83
URL 4	www.hotelsthailand.com/north/phitsanulok/souvenir.html พิษณุโลก – ของฝาก ของที่ระลึก					
	-28.62	-13.18	-0.52	-42.29	-1.08	-16.91
URL 5	otopphitsanulok.wordpress.com หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) จังหวัดพิษณุโลก					
	-0.65	-0.72	-0.52	-1.29	-1.68	-0.83
URL 6	http://www.ryt9.com/s/iqry/1594149 พิษณุโลก จัดเทศกาลโคมไฟ ประจำปี 22 - 24 ก.พ.56					
	-24.65	-0.72	-0.52	-1.29	-1.08	-28.59

จากตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างผลของการคำนวณด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในแต่ละหมวด โดย URL 1 เป็นเว็บไซต์ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของสถานที่ท่องเที่ยว (กลุ่มที่ 1) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-31.59) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 2 เป็นเว็บไซต์โรงแรม ที่พัก ในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของที่พัก (กลุ่มที่ 2) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-9.53) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 3 เป็นเว็บไซต์รายชื่อร้านอาหารในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มร้านอาหาร (กลุ่มที่ 3) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-20.52) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 4 เป็นเว็บไซต์ของฝาก ของที่ระลึกที่มีในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของร้านขายของฝาก (กลุ่มที่ 4) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-42.29) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 5 เป็นเว็บไซต์หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (กลุ่มที่ 5) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-1.68) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 6 เป็นเว็บไซต์เทศกาลในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของเทศกาล (กลุ่มที่ 6) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-28.59) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

หลังจากจัดหมวดหมู่เว็บไซต์แล้วผู้วิจัยยังได้ใช้ F-Measure [12] มาทำการวัดประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ตามสมการที่ 5 และแสดงค่าประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังแสดงในตารางที่ 3

$$F-measure = 2*\left(\frac{P*R}{P+R}\right) \quad (5)$$

เมื่อ P คือ True Positive/(True Positive + False Positive)

R คือ True Positive/(True Positive + False Negative)

True Positive คือ เว็บไซต์ที่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำนายว่าอยู่ในหมวดหมู่นั้น

False Positive คือ เว็บไซต์ที่ไม่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำนายว่าอยู่ในหมวดหมู่นั้น

False Negative คือ เว็บไซต์ที่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำงานว่าไม่อยู่ในหมวดหมู่นั้น

ตารางที่ 3: แสดงค่าประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์

G	TP	FP	FN	P	R	F-measure
1	153	48	29	76.12 %	84.07 %	79.90 %
2	114	29	27	79.72 %	80.85 %	80.28 %
3	57	18	24	76.00 %	70.37 %	73.08 %
4	17	9	10	65.38 %	62.96 %	64.15 %
5	11	7	6	61.11 %	64.71 %	62.86 %
6	17	5	10	77.27 %	62.96 %	69.39 %
รวม				72.60 %	70.99 %	71.61 %

จากตารางที่ 3 ใช้ผลลัพธ์จากการสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ลทั้งหมด 475 เว็บไซต์ จากนั้นพิจารณาในแต่ละเว็บไซต์ตรงกับหมวดหมู่ที่ควรเป็นหรือไม่แล้วคำนวณหาค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่า F-Measure โดยมีค่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากเว็บไซต์ส่วนใหญ่ใช้คำที่งานวิจัยนี้รองรับ แต่ก็มีบางเว็บไซต์ที่จัดหมวดหมู่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการใช้คำที่ในงานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมและบางเว็บไซต์เป็นไฟล์รูปภาพหรือไฟล์ PDF

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์เพื่อนำเสนอข้อมูลท่องเที่ยวให้เป็นหมวดหมู่ทำให้สะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูลท่องเที่ยวในเว็บไซต์เดียว โดยใช้ข้อมูลท่องเที่ยวจากเว็บไดเร็กทอรี่ truehits เป็นชุดข้อมูลเรียนรู้และใช้ผลลัพธ์ของการสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ลเป็นชุดข้อมูลทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว โดยใช้คำและหมวดหมู่จากออนโทโลจีท่องเที่ยว จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนาอีฟเบย์โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 72.60 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าความระลึก เท่ากับ 70.99 % และค่า F-Measure เท่ากับ 71.61 %

แต่อย่างไรก็ตามคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่เว็บนั้นยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาหรือเว็บไซต์ท่องเที่ยวทั้งหมด เช่น ที่กิน ที่ดื่ม หมายถึง ร้านอาหาร ที่นอน ที่หลับ หมายถึง ที่พัก เป็นต้น ดังนั้นในอนาคตผู้วิจัยจะใช้คำเหมือนหรือคล้ายคลึงจากพจนานุกรม เช่น ร้านอาหาร อาจเรียกว่า ภัตตาคาร โรงอาหาร ที่ขายอาหาร เหลา เป็นต้น เพื่อให้สื่อความหมายถึงคำเหล่านั้นรวมถึงพัฒนาอัลกอริทึมในการตรวจสอบความถี่ของคำที่พบในเว็บไซต์ท่องเที่ยวแล้วนำคำไปเข้ากระบวนการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องของเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึงลักษณะเฉพาะของเว็บไซต์ท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์และใช้อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูลอื่น ๆ มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้จัดการออนไลน์ [ออนไลน์].เข้าถึงจาก:http://www.manager.go.th/Travel/ViewNews.aspx?NewsID=9540000080652, สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2555.

[2] ผู้จัดการออนไลน์ [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก:http://www.manager.go.th/Travel/ViewNews.aspx?NewsI D= 9560000006234, สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2556.

[3] กมลาสน์ อุดมล้ำเลิศ และ อานนท์ รุ่งสว่าง, "การคัดแยกหมวดหมู่เว็บเพจภาษาไทยอัตโนมัติด้วยนาอีฟเบย์", *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์* 3-5 ก.พ. 2553 หน้า 310-317.

[4] A. Khan, B. Baharudin, L. H. Lee and K. Khan, "A Review of Machine Learning Algorithms for Text-Documents Classification", *Journal of Advances in Information Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 4-20, 2010.

[5] T. M. Nogueira, S. O. Rezende and H. A. Camargo, "On The Use of Fuzzy Rules to Text Document Classification", *International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, pp. 19-24, 2010.

[6] นิศา สถาพรวจนา, "การใช้การทำเหมืองข้อความและออนโทโลจีในการจำแนกความสนใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในประเทศไทย", *วิทยานิพนธ์ วท.ม.*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2553.

[7] วิชุดา โชติรัตน์, ผุสดี บุญรอด และ ศจีมาจ ณ วิเชียร, "การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ", *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* ปีที่ 7 ฉบับที่ 14 ก.ค. – ธ.ค. 2554 หน้า 13-18.

[8] นิเวศ จิระวิชิตชัย และ นรินทร์ พนาวาส, "การจำแนกความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง", สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก http://www.east.spu.ac.th/~narin.pa/Sentiment_Classification.pdf.

[9] คมคิด ชัชราภรณ์, ธรา อั่งสกุล และ จิติมนต์ อั่งสกุล, "แบบจำลองการจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของ

เครื่อง", *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี* ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 ธ.ค. 2554 หน้า 35-58.

[10] A. S. Patil and B. V. Pawar, "Automated Classification of Web Sites using Naïve Bayesian Algorithm", *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* 2012, pp. 519-523, 2012.

[11] นฤพนธ์ พนาวงศ์ และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์, "ระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยด้วยหลักการออนโทโลจีและเนมแมทชิง", *Journal of Information Science and Technology*, Vol. 1, No. 2 , July - December 2010 หน้า 60-69.

[12] P. Christen and K. Goiser, "Quality and complexity measures for data linkage and deduplication", *Quality Measures in Data Mining, Studies in Computational Intelligence*, Vol. 43, pp. 127-151, 2007.

ระบบจำแนกกลุ่มอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องบินโดยสาร

A Carbon Emission Rate Classification System for Aircraft

ดวงฤทัย ชายสวัสดิ์ (Duangrutai Chaisawat)[1] และกาญจนา วิริยะพันธ์ (Kanchana viriyapant)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]pooh 2712@hotmail.com, [2]kanchana.viriyapant@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจำแนกกลุ่มอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide: Co_2) ของเครื่องบินโดยสาร ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีระบบเกิดขึ้น เจ้าหน้าที่ต้องคำนวณหาค่า Co_2 ด้วยตนเอง ทำให้ยุ่งยากในการคำนวณ และข้อมูลที่ได้นั้นอาจยังไม่มีความถูกต้อง มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเป็นระบบในลักษณะ Windows Application โดยใช้ข้อมูลสถิติการขนส่งทางอากาศในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณ ผลการพัฒนาระบบพบว่า ระบบสามารถคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 และสามารถนำผลการคำนวณนั้นมาทำการจำแนกกลุ่มได้ ซึ่งถูกจำแนกไว้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ ทั้งนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมพบว่าเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) แบบการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ให้ค่าความถูกต้อง 99.46% ขณะที่วิธีซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชีน (Support Vector Machines: SVM) ให้ค่าความถูกต้อง 94.86% ตามลำดับ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณค่า Co_2 ทำให้เจ้าหน้าที่ทำงานได้สะดวก รวดเร็วและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ต้นไม้ตัดสินใจ คาร์บอนไดออกไซด์ จำแนกกลุ่ม

Abstract

The aim of this paper is to develop a classification system of aircraft carbon dioxide rates. At present, systems in place do not cover the important issue of carbon dioxide pollution rates. Thus, officers need to manually calculate the Co_2 levels which can be difficult and offend not accurate. Therefore, the researcher of this paper has studied the statistics of air transport and factors which can be used to calculate an accurate result. This developed system is in the form of a Windows application and used data collected from January 2555. The evaluation results showed that the developed system calculated the Co_2 emissions quickly and accurately. Moreover, the results were also divided into groups of three levels: high, medium, and low for ease of understanding. The performance of the algorithm with techniques of data mining for classification using decision tree equaled 99.46%, while the accuracy of the SVM algorithm accuracy equaled 94.86%. In conclusion, the developed system reduced the time taken to calculate the rate of Co_2 emissions, making office work more convenient and faster.

Keyword: Decision Tree, Carbon dioxide, Classification

1. บทนำ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อน หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) ได้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และเป็นปัญหาใหญ่ของโลกในปัจจุบัน โดยมีสาเหตุหลักมาจากก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) อันเป็นผลจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติดักจับความร้อนออกไปยังบรรยากาศของโลก [1] การขนส่งทางอากาศเป็นหนึ่งในสาเหตุของปัญหาดังกล่าว เพราะการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานนั้นมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดเป็นภาวะโลกร้อนในขณะเดียวกันปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางอากาศมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และประเทศไทยนับได้ว่ามีการบินที่ถูกจัดอยู่ในลำดับต้น ๆของโลก มีการใช้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานมากกว่า 1,500 ล้านตันต่อปี เทียบเท่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 4,500 ล้านตันต่อปี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านการบินต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณในการหาปริมาณการปล่อยก๊าซ Co_2 ของเครื่องบินโดยสาร และจำแนกกลุ่มของก๊าซ Co_2 ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องบินโดยสารในแต่ละเส้นทางการบิน โดยใช้เทคนิคการจำแนกกลุ่มข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งทางอากาศ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจของผู้บริหารในการออกนโยบายต่าง ๆ เพื่อควบคุมสายการบินในสังกัดกรมการบินพลเรือน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นกระบวนการเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และนำข้อมูลที่ได้จากการกลั่นกรองนั้นมาใช้ประโยชน์ ซึ่งการจำแนกประเภทข้อมูลเป็นเทคนิคหนึ่งในการทำเหมืองข้อมูล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลนั้นเป็นกระบวนการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ ซึ่งโมเดลที่ใช้จำแนกข้อมูลแบ่งออกเป็นกลุ่มตามที่ได้กำหนดไว้จะขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ ว่ามีข้อมูลใดอยู่ในกลุ่มเดียวกันบ้าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ คือ โมเดลจัดประเภทข้อมูล (classifier model) [2]

Decision Tree เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ จะสร้างกฎขึ้นมาเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด สามารถจำแนกข้อมูลที่อยู่จำนวนมากให้กลายเป็นกลุ่มข้อมูลที่มีขนาดเล็กลง โดยใช้กฎพื้นฐานที่สร้างจากแบบจำลองมาใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งหลักการทำงานของ Decision Tree นั้น เป็นการเรียนรู้แบบมีครูผู้สอน (Supervied Learning) โดยสามารถนำกลุ่มตัวอย่างของข้อมูลที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Training set) มาทำการสร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่ได้ รูปแบบของ Tree นั้นประกอบไปด้วย Root Node ซึ่งเป็นโหนดแรกสุดที่ถูกแบ่งออกมาจากแอทริบิวท์ที่สำคัญที่สุด หลังจากนั้น Root Node ก็จะทำการแตกออกมาเป็นโหนดลูกเรียกว่า Child Node และ Child Node จะทำการแตกออกโหนดออกมาอีกจนไปถึงโหนดสุดท้ายที่เรียกว่า Leaf Node [7]

SVM จัดเป็นเทคนิคที่อาศัยหลักการของการหาสัมประสิทธิ์ของสมการเพื่อสร้างเส้นแบ่งแยกกลุ่ม [8] โดยทำการป้อนข้อมูลเข้าสู่กระบวนการสอนให้ระบบทำการเรียนรู้ โดยเน้นหาระยะห่างจากกลุ่มที่ต้องการแยกที่กว้างที่สุด เทคนิค SVM จะถูกนำมาใช้กับข้อมูลที่เป็นเชิงเส้น แต่ส่วนใหญ่แล้วข้อมูลที่นำมาใช้จะเป็นข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยเคอร์เนล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงมิติข้อมูลให้สูงขึ้น

การทำเหมืองข้อมูลนั้นมีเทคนิคมากมายที่ให้เลือกใช้ ซึ่งการเลือกเทคนิคมาใช้นั้นต้องขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองว่าเป็นข้อมูลประเภทใด ขนาดเท่าใด จากการศึกษางานวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคการทำ

เหมืองข้อมูลระหว่าง KNN, Rule Base, Decision Tree และ SVM นั้น พบว่าเทคนิค Decision Tree นั้น มีความเหมาะสมกับข้อมูลทุกประเภท มีจำนวนแอทริบิวท์น้อย ซึ่งให้ความถูกต้องได้ดี และสามารถนำไปวิเคราะห์กับข้อมูลได้ทุกรูปแบบ [3] ชื่นนภา และวงกต [4] ได้พัฒนาโมเดลที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคพริกด้วยวิธี Decision Tree พบว่าโมเดลที่ใช้มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 98.90% ระบบสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่อโณทัย ศิลเทพาเวทย์ และคณะ [5] ได้สร้างแบบจำลองเพื่อพัฒนาคุณภาพการผลิตฮาร์ดดิสก์ด้วยวิธี Decision Tree พบว่าแบบจำลองสามารถสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ทรงฤทธิ์ และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจรับผลิตเฟอร์นิเจอร์ด้วยวิธี Decision Tree พบว่ามีค่าความถูกต้อง 100% และเชื่อถือได้ ซึ่งช่วยให้การทำงานส่วนต่าง ๆ ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ทำงานกันอย่างเป็นระบบทำให้เกิดประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล และงานวิจัยของบุญมา เพ่งซ่วน [7] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรี ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล พบว่าจะมีค่าความถูกต้องของโมเดลสูงขึ้นเมื่อมีจำนวนข้อมูลในการเรียนรู้มาก นอกจากนี้เทคนิค SVM ยังสามารถจำแนกข้อมูลได้ดีโดยงานวิจัยของสุรเดช บุญลือและคณะ[8] ได้เสนอวิธีการตรวจสอบคุณภาพยางแผ่นด้วยซึ่งให้ความแม่นยำ 92.19% และสมภพ ปฐมนพ และคณะ[9] ได้นำเสนอโมเดลการจำแนกประเภทผู้เป็นโรคเบาหวาน พบว่าเทคนิค SVM สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีเช่นกัน ทั้งนี้ SVM จะจำแนกข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นเมื่อมีมิติของข้อมูลมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าวิธี Decision Tree มีความเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ซึ่งมุ่งเน้นไปถึงผลของการจำแนกกลุ่มข้อมูลของค่า Co_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความถูกต้อง โดยมีความเหมาะสมกับจำนวนแอทริบิวท์น้อย ซึ่งมีอยู่ 4 แอทริบิวท์ ได้แก่ แบบอากาศยาน ชนิดอากาศยานค่า Co_2 ที่ได้จากการคำนวณ และกลุ่มของค่า Co_2 ซึ่งวิธี Decision Tree นั้นสามารถนำไปใช้กับการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทุกรูปแบบ ให้ประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ดี และมีค่าความถูกต้องสูง

3. ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการนำข้อมูลสถิติการขนส่งทางอากาศมาใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบเพื่อพัฒนาในขั้นต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลสถิติการขนส่งทางอากาศนั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลการบินที่มีเที่ยวบินทั้งภายในประเทศ และระหว่างประเทศ ผู้วิจัยจึงต้องทำการวิเคราะห์ลักษณะการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลการบินภายในประเทศมาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่า Co_2 เท่านั้น

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ จากนั้นดำเนินการออกแบบระบบซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผู้ดูแลระบบ และส่วนเจ้าหน้าที่ โดยผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ดูแลทั้งหมดของระบบ ซึ่งผู้ดูแลระบบนั้นจะต้องทำการเข้าสู่ระบบก่อนเพื่อเข้ามาจัดการข้อมูลทะเบียนเครื่องบิน จัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ คำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 และทำการออกรายงานได้ ส่วนของเจ้าหน้าที่ คือ ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบ โดยทำการเข้าสู่ระบบก่อนแล้วจึงสามารถคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 และทำการออกรายงานได้

3.3 สูตรการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ Co_2

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติการขนส่งทางอากาศเพื่อนำมาสู่การวิเคราะห์ในการคำนวณนั้นพบว่าตัวแปรที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณมีทั้งหมด 3 ตัวแปร คือ แบบอากาศยาน ชนิดเครื่องยนต์ อัตราการใช้น้ำมันในแต่ละแบบอากาศยาน และในการทำการบินนั้นจะมีโหมดการบินทั้งหมด 4 โหมด โดยในแต่ละโหมดนั้น ส่งผลต่ออัตราการใช้น้ำมันที่ต่างกัน โหมดการบินประกอบไปด้วย

3.3.1 Take-Off หมายถึง เครื่องบินอยู่ในช่วงของกำลังบินขึ้นจากพื้นดิน

3.3.2 Climb-Out หมายถึง เครื่องบินอยู่ในช่วงการบินอยู่บนน่านฟ้า

3.3.3 Approach หมายถึง เครื่องบินอยู่ในช่วงของการร่อนลงสู่พื้นดิน

3.3.4 Taxi/Idle หมายถึง เครื่องบินจอด

ข้อมูลอัตราการใช้น้ำมันปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณ พร้อมทั้งจำนวนชั่วโมงบินจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งจำนวนชั่วโมงบินที่ต่างกันนี้ก็ส่งผลให้อัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 ที่ต่างกันอีกด้วย สูตรการคำนวณมีดังนี้ [10]

(อัตราการใช้น้ำมันของโหมด Take-Off * 10 วินาที) + [((อัตราการใช้น้ำมันของโหมด Climb-Out +อัตราการใช้น้ำมันของโหมด Approach +อัตราการใช้น้ำมันของโหมด Taxi/Idle)/3)* (จำนวนชั่วโมงบิน- 10 วินาที)]

จากการคำนวณนี้จะได้อัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 ในแต่ละเที่ยวบินของแบบอากาศยาน หน่วยกิโลกรัมต่อวินาที ซึ่ง ผลจากการคำนวณนั้นจะถูกจำแนกกลุ่มของค่า Co_2 ว่าจัดอยู่ในระดับใดซึ่งมีอยู่ 3 ระดับ คือ ระดับสูง กลาง หรือต่ำ

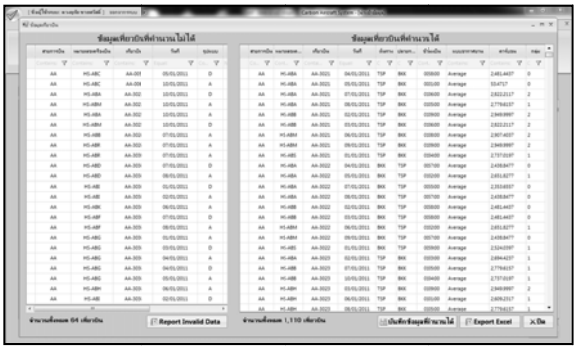
3.4 สร้างโมเดลการจำแนกกลุ่ม (Classify)

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลสถิติการขนส่งทางอากาศในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 มาใช้ในการสร้างโมเดลด้วยวิธี Decision Tree โดยใช้โปรแกรม Weka 3.6.4 เพื่อให้ทำการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการคำนวณค่า Co_2 โมเดลนี้มีปัจจัยในการพิจารณาการตัดสินใจ คือ แบบอากาศยาน ชนิดเครื่องยนต์ ค่า Co_2 และกลุ่มของค่า Co_2 โดยในการจัดทำชุดข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลจากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,111 เรคคอร์ด ซึ่งแบ่งชุดข้อมูลเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้ในการเรียนรู้จำนวน 1,000 เรคคอร์ด และส่วนข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 111 เรคคอร์ด โดยเลือกวิธีในการทดสอบประสิทธิภาพด้วยการแบ่งข้อมูล ทั้งหมดจำนวน 10 ชุด

4. ผลการดำเนินงาน

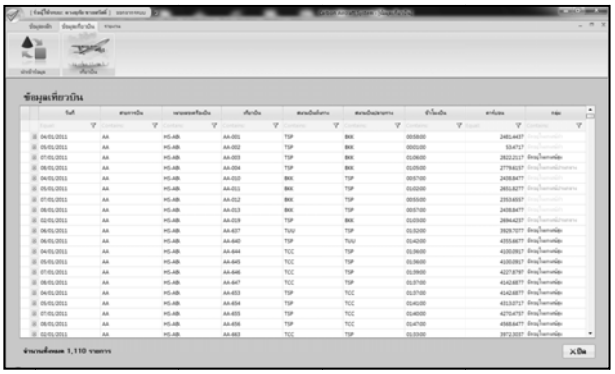
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การจำแนกกลุ่มอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องบินโดยสารพัฒนาเป็นระบบด้วยภาษา C#.net ในการเขียนโปรแกรม เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ และใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งระบบสามารถทำการคำนวณค่า Co_2 และนำ ผลที่ได้จากการคำนวณมาทำการจำแนกกลุ่ม ซึ่งได้จำแนกไว้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแล้วแสดงดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 1: ผลการคำนวณค่า Co_2

จากหน้าจอแสดงผลการคำนวณค่า Co_2 ซึ่งจะแสดงให้เห็นทั้ง 2 ส่วน คือส่วนที่คำนวณไม่ได้ และส่วนที่คำนวณได้ ส่วนที่คำนวณไม่ได้นั้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการคำนวณเฉพาะสายการบินในประเทศไทยเท่านั้น



ภาพที่ 2: แสดงผลการคำนวณ และผลการจำแนกกลุ่มค่า Co_2

จากหน้าจอแสดงผลการคำนวณ และผลการจำแนกกลุ่มค่า Co_2 นั้นจะแสดงถึงรายละเอียดเส้นทางการบินในแต่ละเที่ยว ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้ วันที่ในการทำการบินชื่อสายการบิน หมายเลขเครื่องบิน เที่ยวบิน สนามบินต้นทาง สนามบินปลายทาง จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการบิน ผลการคำนวณค่า Co_2 และผลการจำแนกกลุ่ม (สูง กลาง ต่ำ)

4.2 ผลการทดสอบโมเดล

จากการนำตัวแปร แบบอากาศยาน ชนิดเครื่องยนต์ ค่า Co_2 และกลุ่มของค่า Co_2 รวมทั้งหมด 1,111 เรคคอร์ด โดยแบ่งข้อมูลทั้งหมด 10 ชุด แต่ละชุดแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ (Training set) จำนวน 1,000 เรคคอร์ด และชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ (Testing set) จำนวน 111 เรคคอร์ด พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงได้ดังตารางที่ 1

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้โปรแกรม Weka 3.6.4 พบว่าอัลกอริทึม Decision Tree ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ย 99.46% ขณะที่อัลกอริทึม SVM ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ย 94.86% ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าอัลกอริทึม Decision Tree ที่นำมาประยุกต์ใช้มีประสิทธิภาพดีกว่า

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

No.	Algorithm			
	Decision Tree		SVM	
	Correctly Classified Instances	Incorrectly Classified Instances	Correctly Classified Instances	Incorrectly Classified Instances
ชุดที่ 1	99.10%	0.90%	98.20%	1.80%
ชุดที่ 2	100%	0%	100%	0%
ชุดที่ 3	100%	0%	100%	0%
ชุดที่ 4	100%	0%	95.50%	4.50%
ชุดที่ 5	100%	0%	100%	0%
ชุดที่ 6	99.10%	0.90%	88.29%	11.71%
ชุดที่ 7	100%	0%	79.28%	20.72%
ชุดที่ 8	99.10%	0.90%	96.40%	3.60%
ชุดที่ 9	100%	0%	94.59%	5.41%
ชุดที่ 10	97.30%	2.70%	96.40%	3.60%
เฉลี่ย	99.46%	0.54%	94.86%	5.14%

4.3 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบเพื่อค้นหาจุดบกพร่อง โดยได้ทดสอบระบบในขั้นแอลฟา (Alpha Stage) เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของระบบโดยผู้วิจัยเอง และทำการทดสอบคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ระบบ พร้อมทั้งตอบแบบประเมินความพึงพอใจของระบบทั้ง 5 ด้านผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่าด้านความสามารถทำงานตามความต้องการผู้ใช้อยู่ในระดับดี ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี ด้านความถูกต้องน่าเชื่อถือของระบบอยู่ในระดับดีมาก ด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบอยู่ในระดับดี และด้านความปลอดภัยของระบบอยู่ในระดับดีมาก สรุปผลความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี

5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกกลุ่มอัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 ของเครื่องบินโดยสาร โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล แบบการจำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้วิธี Decision Tree เพื่อทำการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการคำนวณค่า Co_2 ซึ่งวิธีนี้ให้ค่าความถูกต้องได้ดีกว่าวิธี SVM และระบบนี้สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน และตอบสนองความต้องการแก่ผู้ใช้งานได้จริง

เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้นำข้อมูลสำหรับสายการบินที่ทำการบินภายในประเทศมาวิเคราะห์เท่านั้น ดังนั้น ในอนาคตควรมีการนำสายการบินที่ทำการบินระหว่างประเทศมาทำการวิเคราะห์ด้วย รวมถึงปัจจัยด้านอื่น ๆที่ส่งผลต่อการ

ปล่อยก๊าซ Co_2 และอาจต่อยอดระบบให้สามารถพยากรณ์อัตราการปล่อยก๊าซ Co_2 ในอนาคตข้างหน้าได้โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารอ้างอิง

[1] ดาณุภา ไชยพรธรรม. *โลกร้อนน้ำท่วมโลก และยุคน้ำแข็ง* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2555

[2] ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์ ,นิธินันท์ มาตา "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการลดมิติของข้อมูล สำหรับการจำแนกประเภทแบบจำลอง 3 มิติโดยใช้วิธีเลือกคุณลักษณะข้อมูล." *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.* ครั้งที่ 4 หน้า 453-457, 2555.

[3] นงลักษณ์ พรมทอง ,สุรพรรษ์ เพ็ญจำรัส, ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณ วิทย์. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลระหว่างเคเนียเรสเนเบอร์ กฎพื้นฐานและต้นไม้ตัดสินใจ." *การประชุมทาง วิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* ครั้งที่ 8 หน้า 540-546, 2555.

[4] ชื่นนภา บุญตาเพศ ,วงกต ศรีอุไร. "ระบบวินิจฉัยโรคพริกโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล." การ*ประชุมทาง วิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* ครั้งที่ 8 หน้า 496-501, 2555.

[5] อโณทัย ศิลเทพาเวทย์ ,สุกรี สินธุภิญโญ ,ประภาส จงสถิตย์วัฒนา. "วิธีฮิวริสติกเพื่อปรับปรุงต้นไม้ตัดสินใจสำหรับยอมรับผลิตภัณฑ์ในการผลิตฮาร์ดดิสก์." *การประชุมทาง วิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* ครั้งที่ 8 หน้า 590-597, 2555.

[6] ทรงฤทธิ์ ยิ่งนัยเกียรติ ,สุนิศา ตรีธนพัฒน์ ,สุจิตรา อดุลย์เกษม , จิตดำรง ปรีชาสุข ,อรวรรณ เชาวลิต. "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจรับผลิตเฟอร์นิเจอร์โดยการตรวจสอบและคัดกรองตามเงื่อนไขด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ." *การประชุมทาง วิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* ครั้งที่ 8 หน้า 827-833, 2555.

[7] บุญมา เพ่งช่วน. การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

[8] สุรเดช บุญลือ, ยุพาณี บุตรวงศ์ และณัฐพงศ์ สุขสวัสดิ์. "การจำแนกคุณภาพยางแผ่นโดยใช้ซัพพอร์ทเว็กเตอร์แมชชีน." *การประชุมทาง วิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* ครั้งที่ 8 หน้า 952-958, 2555.

[9] สมภพ ปฐมนพ, กฤษฎา ศรีแผ้ว และม.ล.กุลธร เกษมสันต์. "การจำแนกประเภทผู้เป็นโรคเบาหวานโดยใช้ข้อมูลเชิงเวลาบนข้อมูลการตรวจสุขภาพของลูกจ้างโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย." *การประชุมทางวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.* ครั้งที่ 4 หน้า 348-352, 2555.

[10] FAA, "AIRCRAFT EMISSIONS: A COMPARISON OF METHODOLOGIES", 1991.

การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคเพื่อรองรับเขตเศรษฐกิจพิเศษ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

Determining Factors which have Impact on the Consumer Price Index in the Special Economic Zone using Data Mining Technique

กิตติศักดิ์ อ่อนเอี้อน (Kittisak Onuean)[1] พยุง มีสัจ (Phayung Meesad)[2]
และ นวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[3]
[1]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
[2,3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]kittisak@buu.ac.th, [2]pym@kmutnb.ac.th, [3]nawaporn@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคเพื่อรองรับเขตเศรษฐกิจพิเศษ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 - 2555 มาวิเคราะห์และกำหนดหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคออกเป็น 8 หมวดหมู่ โดยนำ 4 อัลกอริธึมในการทดสอบข้อมูลซึ่งได้แก่ Classification tree, Rule Base (CN2), Naïve Bayes, และ Support Vector Machine(SVM) มาทำการทดสอบ 20 ครั้งและทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มข้อมูล ซึ่งอัลกอริธึม Rule Base (CN2) ให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีการกำหนดกฎทั้งหมด 18 กฎ ซึ่งเมื่อนำกฎที่ได้มาทำการหาค่าความถี่ของหมวดหมู่ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของดัชนีราคาผู้บริโภคลดลง พบว่าหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐานเป็นปัจจัยหลักที่มีส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้ว

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูล ดัชนีราคาผู้บริโภค การจำแนกข้อมูล เขตเศรษฐกิจพิเศษ

Abstract

The objective of this research is to find the factors which has impact on the Consumer Price Index(CPI) that supports special economic zone using data mining technique. The 2002-2012 CPI's data obtained from Sakaeo province can be classified into 8 categories using 4 different algorithm: Classification tree, Rule Base (CN2), Naïve Bayes, and Support Vector Machine (SVM). Each algorithm is tested against the data for 20 rounds and the results are compared in terms of accuracy. Our results show that the Rule Base (CN2) algorithm outperforms the other remaining algorithms. Furthermore,CN2 provides all together 18 rules which help us to identify, based on the frequencies, that the core consumer price index greatly affect the CPI of Sakaeo province.

Keyword: Data mining, Consumer Price Index, Data Classification, Special economic zone

1. บทนำ

จังหวัดสระแก้วตั้งอยู่ภาคตะวันออกของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 7,195.138 ตารางกิโลเมตร โดยมีทิศตะวันออกติดกับประเทศกัมพูชา ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการนำเข้า ส่งออกสินค้าสู่อินโดจีน และรัฐบาลมีนโยบายในการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพื่อเป็นฐานในการเตรียมความพร้อมเป็นเมืองเขตเศรษฐกิจพิเศษ[1] จึงมีการกำหนดยุทธศาสตร์ของจังหวัดสระแก้ว ให้เป็นศูนย์กลางรองรับและกระจายสินค้าสู่ประตูอินโดจีน เพื่อส่งเสริมให้จังหวัดสระแก้วในการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ดัชนีราคาผู้บริโภค หรือ Consumer Price Index (CPI) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้วัดสภาวะเงินเฟ้อ และเศรษฐกิจของประชาชนในจังหวัดโดยเมื่อดัชนีราคาผู้บริโภคมีอัตรา

เจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าเกิดสภาวะเงินเฟ้อเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำเหมืองข้อมูล และได้นำเทคนิคการจำแนกข้อมูล (Classification) มาใช้โดยมีการนำข้อมูลในอดีตซึ่งเป็นข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้ว ในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2555 มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 20 ประเภท ซึ่งถูกจัดกลุ่มออกเป็น 8 หมวดหมู่ [2] ได้แก่ หมวดอาหารและเครื่องดื่ม หมวดเครื่องนุ่งห่มและรองเท้า หมวดเคหสถาน หมวดการตรวจรักษาและบริการส่วนบุคคล หมวดพาหนะ การขนส่ง และการสื่อสาร หมวดการบันเทิงการอ่านและการศึกษา หมวดยาสูบและเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ และดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน มาแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะจากข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภค ได้แก่ (1) อัตราการเจริญเติบโตของดัชนีราคาผู้บริโภคที่ลดลง (2) อัตราการเจริญเติบโตของดัชนีราคาผู้บริโภคที่คงที่ และ (3) อัตราการเจริญเติบโตของดัชนีราคาผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น จากนั้นจึงได้นำอัลกอริธึมสี่แบบคือ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) กฎพื้นฐาน (Rule base) นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) มาใช้เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคมากที่สุด

2. ดัชนีราคาผู้บริโภค

2.1 คำจำกัดความและความหมาย

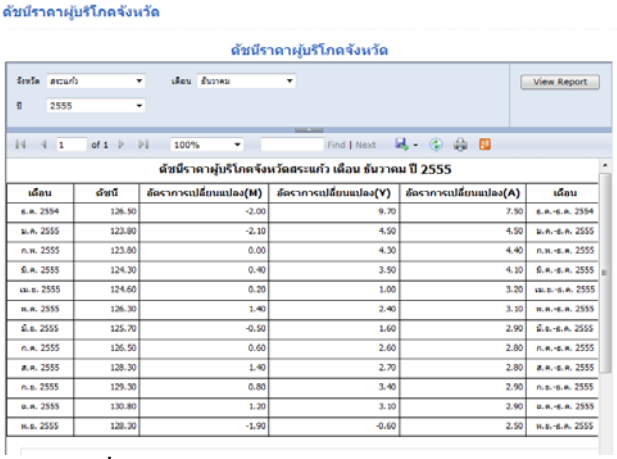
ดัชนีราคาผู้บริโภค หรือ Consumer Price Index (CPI) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงราคาขายปลีกของสินค้าและบริการในปริมาณที่เท่ากันในช่วงระยะเวลาหนึ่งเทียบกับราคาสินค้าอย่างเดียวกันในช่วงเวลาตั้งต้น หรือเรียกว่าปีฐาน (Base Year) [2] ซึ่งเมื่อดัชนีราคาผู้บริโภคเพิ่มขึ้นจากเดิมแสดงว่าสภาวะเศรษฐกิจนั้นมีการเกิดเงินเฟ้อขึ้น กล่าวได้คือมูลค่าของสินค้ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยดัชนีราคาผู้บริโภคสามารถนำมาใช้ในการวัดค่าครองชีพของประชาชนทุกระดับรายได้ วัดภาวะเงินเฟ้อระดับจังหวัดและประเทศ เป็นมาตรฐานในการปรับค่าจ้าง เงินเดือน บำเหน็จ บำนาญ และเงินช่วยเหลือสวัสดิการสังคม เป็นแนวทางการปรับค่าจ้างแรงงาน เป็นราคาสัญญาก่อสร้าง และราคาที่จะมีการซื้อขายในระยะยาว ใช้คำนวณค่าของเงินที่แท้จริง (Real Value) ของประชาชน ใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดนโยบายการเงินและการคลังของประเทศ ใช้เป็นแนวทางในการวิจัยพยากรณ์การตลาดและราคาสินค้าต่างๆ ใช้วัดผลความสำเร็จในการพัฒนาชนบท เป็นต้น

2.2 ประเภทของดัชนีราคาผู้บริโภค

ดัชนีราคาผู้บริโภคสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท [2] ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ดัชนีราคาผู้บริโภครายได้น้อย ดัชนีราคาผู้บริโภคเขตชนบท ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน และดัชนีราคาผู้บริโภคระดับจังหวัด โดยในงานวิจัยนี้จะนำเอาดัชนีราคาผู้บริโภคระดับจังหวัด (จังหวัดสระแก้ว) มาทำการเปรียบเทียบ และกำหนดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของดัชนีราคาผู้บริโภคซึ่งเป็นตัววัดภาวะเงินเฟ้อและค่าครองชีพของประชากรในจังหวัด

2.3 ดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้ว

จังหวัดสระแก้วได้มีการจัดเก็บข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 ถึงปีปัจจุบัน ซึ่งมีการบันทึกทุกเดือน[3] แสดงดังภาพด้านล่าง



เดือน	ดัชนี	อัตราการเปลี่ยนแปลง(M)	อัตราการเปลี่ยนแปลง(Y)	อัตราการเปลี่ยนแปลง(A)	เดือน
ธ.ค. 2554	126.90	-2.00	9.70	7.50	ธ.ค.-ธ.ค. 2554
ม.ค. 2555	123.80	-2.10	4.50	4.50	ม.ค.-ธ.ค. 2555
ก.พ. 2555	123.80	0.00	4.30	4.40	ก.พ.-ธ.ค. 2555
มี.ค. 2555	124.30	0.40	3.50	4.10	มี.ค.-ธ.ค. 2555
เม.ย. 2555	124.60	0.20	1.00	3.20	เม.ย.-ธ.ค. 2555
พ.ค. 2555	126.30	1.40	2.40	3.10	พ.ค.-ธ.ค. 2555
มิ.ย. 2555	125.70	-0.50	1.60	2.90	มิ.ย.-ธ.ค. 2555
ก.ค. 2555	126.50	0.60	2.60	2.80	ก.ค.-ธ.ค. 2555
ส.ค. 2555	128.30	1.40	2.70	2.80	ส.ค.-ธ.ค. 2555
ก.ย. 2555	129.30	0.80	3.40	2.90	ก.ย.-ธ.ค. 2555
ต.ค. 2555	130.80	1.20	3.10	2.90	ต.ค.-ธ.ค. 2555
พ.ย. 2555	128.30	-1.90	-0.60	2.90	พ.ย.-ธ.ค. 2555

ภาพที่ 1: ดัชนีราคาผู้บริโภคจังหวัดสระแก้วเดือน ธ.ค. 2555

จากภาพที่ 1 แสดงถึงดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้วในเดือนธันวาคม โดยจะมีการนำดัชนีราคามาทำการเปรียบเทียบซึ่งแบ่งเป็น อัตราการเปลี่ยนแปลง M, Y และ A โดยมีการคำนวณ คือ M เป็นการเปรียบเทียบดัชนีราคาผู้บริโภคของเดือนปัจจุบันกับเดือนก่อนหน้านี้ Y เป็นการเปรียบเทียบดัชนราคาผู้บริโภคของเดือนปัจจุบันในปีปัจจุบันกับเดือนเดียวกันในปีก่อนหน้านี้ และ A เป็นการเปรียบเทียบตั้งแต่เดือนแรกของปีปัจจุบันถึงเดือนปัจจุบัน กับ เดือนแรกของปีก่อนหน้านี้ถึงเดือนเดียวกันของปีก่อนหน้านี้

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ CPI นั้นได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ CPI โดยได้ให้น้ำหนักความสำคัญสำหรับราคาในส่วนของอาหาร มาใช้ในการทดสอบและวิเคราะห์โดยใช้ Vector Auto Regressive model (VAR model) ซึ่งเป็นการใช้โมเดลในการวิเคราะห์ค่า CPI เปรียบเทียบระหว่าง ประเทศจีน และประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่เดือนมกราคมปี 2005 ถึงเดือนพฤษภาคม 2008 ซึ่งจากผลการวิจัยทำให้ทราบว่าวัตถุดิบ และราคาน้ำมันมีผลต่อการเกิดภาวะเงินเฟ้อ หรือทำให้ CPI มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยดังกล่าว [4]

3. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเทคนิควิธีการเพื่อค้นหารูปแบบของข้อมูลในปริมาณมากแบบอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ซึ่ง รูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล โดยอาศัยการพยากรณ์จากสถิติ การเรียนรู้ และการรู้จำ [5] โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเอา 4 อัลกอริธึมที่นิยมใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) กฎพื้นฐาน (Rule base) นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) มาทำการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Classification: DTC) เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการจำแนกข้อมูลออกเป็นคลาสต่างๆ โดยมีวิธีการเรียนรู้ 2 ระดับ ในระยะเริ่มแรกจะทำการจำแนกและจัดกลุ่มของข้อมูลตัวอย่าง และหลังจากนั้นจะทำการสร้างโมเดล ระยะต่อไปจะนำโมเดลที่ได้จากการสร้างขึ้นมาทำการทดสอบข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์ [6]

3.2 กฎพื้นฐาน

กฎพื้นฐาน (Rule Base: CN2) เป็นกฎในการจัดแบ่งข้อมูลที่ดี ในการทำงาน CN2 จะทำการหากฎใหม่เพิ่มขึ้น จากชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบ โดยที่ CN2 จะเริ่มต้นจากยังไม่มีกฎใดๆ และจะเรียนรู้กฎเพื่อนำตัวอย่างข้อมูลมาทำการทดสอบความถูกต้องของข้อมูล [7]

3.3 นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes)

เป็นอัลกอริธึมที่ในการจำแนกข้อมูลที่กำหนดเป็นแต่ละหมวดหมู่โดยอาศัยหลักการความน่าจะเป็นของกลุ่มต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้จากแอตทริบิวทั้งหมดว่าขึ้นตรงกับเงื่อนไขใดของกลุ่มข้อมูลในแต่ละกลุ่ม ซึ่งถ้าแอตทริบิวที่ทดสอบนั้นตรงกับเงื่อนไขของกลุ่มนั้น จะนำมาเป็นสมาชิกของกลุ่มนั้น [8]

3.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เป็นโมเดลที่เหมาะสำหรับการจัดทำเหมืองข้อมูลที่มีขนาดข้อมูลระดับปานกลาง ถึงระดับเล็ก และเมื่อเพิ่มข้อมูลจะทำให้เวลาในการทดสอบมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่ง SVM นี้มีการดำเนินการโดยการใช้เส้นแบ่งระหว่างข้อมูลในลักษณะ 2 มิติ ซึ่งมีด้วยกันอยู่ 3 แนวคิด [8][9] ได้แก่ 1) ระบุถึงแนวทางที่ดีที่สุด ซึ่งจะทำการแยกคลาสออกเป็นสองกลุ่ม 2) ขยายการจัดทำที่ไม่ใช่ปัญหาสมการเส้นตรง จะทำการรวมแนวทางไปเรื่อยๆ จนได้ผลลัพธ์ และ 3) จัดการข้อมูลที่มีส่วนที่คล้ายกันเข้าไว้ด้วยกัน

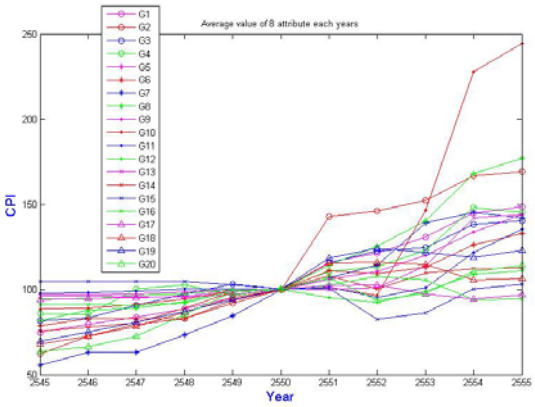
4. ผลการทดลอง

จากการนำข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคปี 2545 – 2555 เข้ามาใช้ในการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภค สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภค

ในการทดลองนี้มีจำนวนตัวแปร หรือหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคจำนวนทั้งสิ้น 20 รายการ คือ หมวดอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ ข้าว แป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้ง เนื้อสัตว์ เป็ด ไก่ และสัตว์น้ำ ไข่และผลิตภัณฑ์นม ผักและผลไม้ เครื่องประกอบอาหาร เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ อาหารบริโภค-ในบ้าน อาหารบริโภค-นอกบ้าน หมวดอื่น ๆ ไม่ใช่อาหาร และเครื่องดื่ม หมวดเครื่องนุ่งห่มและรองเท้า หมวดเคหสถาน หมวดการตรวจรักษาและบริการส่วนบุคคล หมวดพาหนะการขนส่ง และการสื่อสาร หมวดการบันเทิงการอ่านและการศึกษา หมวดยาสูบและเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน และสุดท้ายคือ กลุ่มอาหารสดและพลังงาน

และ อาหารสด ซึ่งค่า CPI เฉลี่ยของข้อมูลทั้ง 20 รายการในแต่ละปีสามารถนำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ค่า CPI ของชุดข้อมูล 20 หมวดหมู่ในระยะเวลา 11 ปี

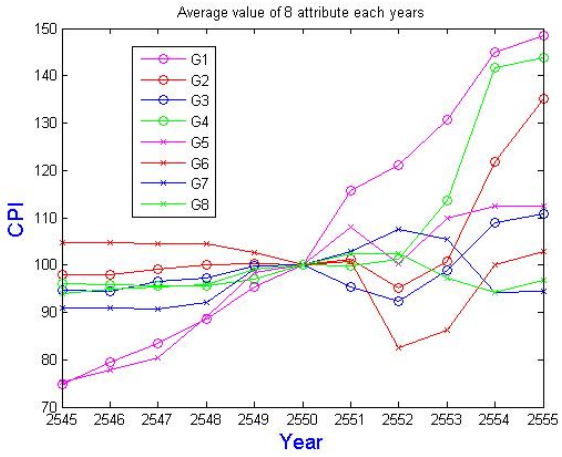
จากภาพที่ 2 เมื่อนำข้อมูลทั้งหมด 20 รายการมาทำการหาค่าเฉลี่ยของในแต่ละปีนั้นจะเห็นได้ว่าค่า CPI ในหมวดหมู่เดียวกันนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละปี จึงกำหนดตัวแปรในการทำการทดลองตามหมวดหมู่ของกลุ่มดัชนีราคาผู้บริโภคออกเป็น 8 หมวดหมู่ [2] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: กลุ่มดัชนีราคาผู้บริโภคทั้ง 8 กลุ่ม

กลุ่ม	หมวดหมู่
G1	หมวดอาหารและเครื่องดื่ม
G2	หมวดเครื่องนุ่งห่มและรองเท้า
G3	หมวดเคหสถาน
G4	หมวดการตรวจรักษาและบริการส่วนบุคคล
G5	หมวดพาหนะ การขนส่ง และการสื่อสาร
G6	หมวดการบันเทิงการอ่านและการศึกษา
G7	หมวดยาสูบและเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์
G8	ดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน

จากตารางที่ 1 คือผลที่ได้จากการนำข้อมูลของดัชนีราคาผู้บริโภคออกเป็น 8 หมวดหมู่ และเมื่อลดจำนวนแอตทริบิวหรือตัวแปรเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของดัชนีราคาผู้บริโภคในแต่ละปีใหม่ และทำการนำเสนอได้ดังภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 เป็นค่า CPI เฉลี่ยที่ได้จากการลดตัวแปรจาก 20 ให้เหลือเพียง 8 หมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภค ซึ่งเมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่าในแต่ละหมวดหมู่ในปีต่างๆ ค่าดัชนีราคา

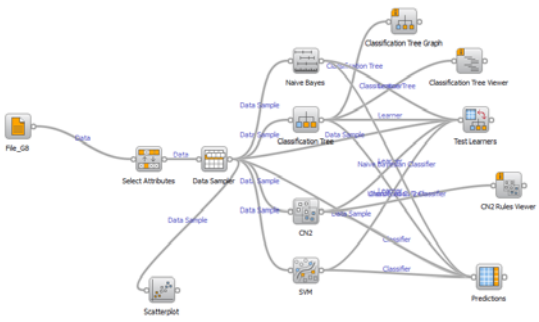


ภาพที่ 3: ค่า CPIของชุดข้อมูล 8 กลุ่มในระยะเวลา 11 ปี

ผู้บริโภคมีอัตราเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น และลดลง ทำให้สามารถจำแนกรูปแบบข้อมูลออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคเพิ่มขึ้น ดัชนีราคาผู้บริโภคปกติ และดัชนีราคาผู้บริโภคลดลงจากเดือนก่อนหน้า โดยกำหนดออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับเพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โปรแกรม Orange Canvas ต่อไป

4.2 การเปรียบเทียบเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล

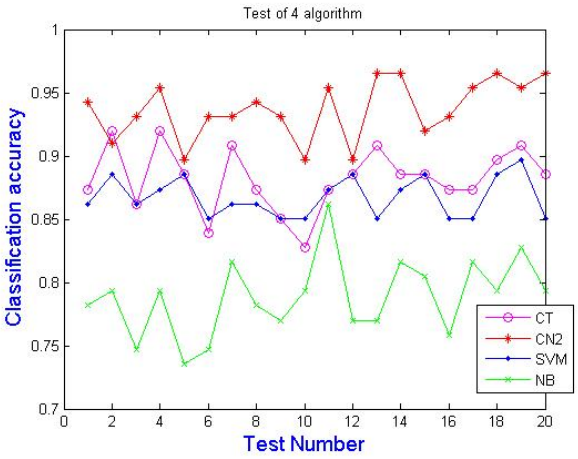
ในงานวิจัยได้นำอัลกอริธึม 4 แบบมาใช้ในการทดสอบข้อมูลได้แก่ Classification tree, Rule Base (CN2), Naïve Bayes และ Support Vector Machine (SVM) โดยใช้เครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการประเมินผล ได้แก่ โปรแกรม Orange Canvas [10] ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการจัดทำเหมืองข้อมูล ซึ่งมีคุณสมบัติในการออกแบบข้อมูลและแสดงแผนผังการออกแบบที่ทำให้เข้าใจง่าย ดัง แสดงในโมเดล ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ภาพโมเดลตาต้าไมนิ่งโดยใช้โปรแกรม Orange Canvas

จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเข้าโดยเริ่มต้นจากการจัดการข้อมูลให้มีจำนวน 8 หมวดหมู่ที่ต้องการและกำหนดคลาสที่ต้องการ จากนั้น จึงทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด เพื่อใช้ใน

การสร้างโมเดล และใช้ในการทดสอบโมเดล โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 66% สำหรับการสร้างโมเดล (training data) และ 34% สำหรับใช้ในการทดสอบโมเดล (test data) ส่วนผลที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาประสิทธิภาพในการจำแนกในแง่ของความแม่นยำหรือ Classification Accuracy (CA) ซึ่งจากการทดลองจำนวนทั้งหมด 20 รอบ จะได้ค่าความแม่นยำในการจำแนก ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ค่าความแม่นยำในการจำแนกของทั้ง 4 เทคนิค

ภาพที่ 5 แสดงให้ทราบว่าการจำแนก กลุ่มในลักษณะใดมีประสิทธิภาพในเรื่องของความถูกต้องมากที่สุด โดย CT = Classification tree, CN2 = Rule Base (CN2), NB = Naïve Bayes และ SVM = Support Vector Machine(SVM) ซึ่งจากผลที่ได้ พบว่า CN2 มีความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคมากที่สุด ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางเปรียบเทียบ CA ของแต่ละอัลกอริธึม

อัลกอริธึม	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
Classification tree	0.8816	0.9195
Rule Base (CN2)	**0.9368**	**0.9655**
Naïve Bayes	0.8672	0.8966
Support Vector Machine(SVM)	0.7885	0.8621

นอกจากนี้ CN2 ยังได้สร้างกฎการจำแนกออกมาทั้งสิ้น 18 กฎ ในการจัดกลุ่มของข้อมูล ได้แก่

IF G1=1 AND G5=1 THEN Class=1
IF G1=1 AND G6=1 THEN Class=1
IF G8=1 AND G4=1 THEN Class=1
IF G1=1 AND G8=3 AND G4=2 THEN Class=1
IF G1=1 AND G3=2AND G8=3 THEN Class=1
IF G5=1 AND G3=1 THEN Class=1
IF G5=1 AND G8=2 THEN Class=1
IF G1=2 AND G5=2 THEN Class=2
IF G1=1 AND G3=2 THEN Class=2
IF G1=3 AND G5=3 THEN Class=3
IF G1=3 AND G5=2 THEN Class=3
IF G1=2 AND G5=3 THEN Class=3
IF G1=3 AND G4=3 THEN Class=3
IF G1=3 AND G8=3 THEN Class=3
IF G2=3 AND G8=1 THEN Class=3
IF G4=3 AND G5=3 THEN Class=3
IF G7=1 AND G1=3 THEN Class=3
IF G2=1 AND G3=3 THEN Class=3

ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำจำนวนครั้งที่แต่ละกลุ่มปรากฏอยู่ในกฎเพื่อการจำแนกทั้ง 18 กฎได้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ความถี่ของการนำแต่ละกลุ่มมาใช้เพื่อการจำแนก

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Total	12	2	5	4	7	1	1	6
Count C1	3	0	2	2	2	1	0	4
Count C2	3	0	2	0	1	0	0	0
Count C3	6	2	1	2	4	0	1	2

ตารางที่ 3 แสดงถึงปัจจัยที่แต่ละหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคมีผลต่อกฎในการจัดกลุ่มดัชนีราคาซึ่งมีการปรับตัว 3 แบบ/คลาส ได้แก่ Count C1 คือการนับความถี่ของหมวดหมู่ที่ถูกนำมาสร้างเป็นกฎในกรณีที่ดัชนีราคาผู้บริโภคลดลง, Count C2 คือการนับความถี่ของหมวดหมู่ที่ถูกนำมาสร้างเป็นกฎในกรณีที่ดัชนีราคาผู้บริโภคคงที่ และ Count C3 คือการนับความถี่ของหมวดหมู่ที่ถูกนำมาสร้างเป็นกฎในกรณีที่ดัชนีราคาผู้บริโภคเพิ่มขึ้น

4.3 อภิปรายผลการจำแนก

จากผลการวิจัยทำให้สามารถสรุปความสำคัญหรือจัดลำดับความสำคัญของหมวดหมู่ที่มีผลทำให้ดัชนีราคาผู้บริโภคลดลง โดยตัวแปรที่มีผลมากที่สุดได้แก่ G8 คือกลุ่มของดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน, และรองลงมาคือ G1 หรือหมวดอาหารและ

เครื่องดื่ม ส่วน G3 หมวดเคหสถาน, G4 หมวดการตรวจรักษาและบริการส่วนบุคคล, G5 หมวดพาหนะ การขนส่ง และการสื่อสาร และG6 หมวดการบันเทิงการอ่านและการศึกษา นั้นส่งผลต่อการปรับตัวลดลงของดัชนีราคาผู้บริโภคบ้างแต่ไม่มากนัก ส่วน G2 และ G7 หรือหมวดเครื่องนุ่งห่มและรองเท้า และหมวดยาสูบและเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์นั้นไม่มีผลต่อการลดลงชองดัชนีราคาผู้บริโภคแต่อย่างใด

จากผลที่ได้ในการศึกษานี้ ทำให้ผู้บริหารสามารถวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินการเกี่ยวกับดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน โดยจะต้องทำให้ดัชนีราคานั้นต่ำกว่าเกณฑ์จึงจะสามารถรักษาเสถียรภาพทางการเงินของประชากรในจังหวัดสระแก้วได้

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคเพื่อรองรับเขตเศรษฐกิจพิเศษ ซึ่งได้นำข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2555 มาแบ่งหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคออกเป็น 8 หมวดหมู่ และได้นำเทคนิคการจำแนก 4 แบบที่นิยมใช้มาทดสอบข้อมูลเพื่อให้ปัจจัยอันส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคลดต่ำลง ซึ่งผลการทดสอบพบว่า อัลกอริธึม Rule Base (CN2) ให้ค่าความแม่นยำสูงสุด และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภคของจังหวัดสระแก้วมากที่สุดคือหมวดหมู่ของดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน

เอกสารอ้างอิง

[1] จังหวัดสระแก้ว, http://www.sakaeo.go.th, ค้นเมื่อวันที่ 26 ก.พ. 2556

[2] สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า, สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, http://www.price.moc.go.th, ค้นเมื่อวันที่ 26 ก.พ. 2556

[3] สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสระแก้ว, กระทรางพาณิชย์, http://pcoc.moc.go.th/

[4] Wei Wang, Tao Wang, Yanyan Shi. “Factor Analysis on Consumer Price Index Rising in China from 2005 to 2008”. *International Conference on Topic(s): Engineering Profession ; General Topics for Engineers (Math, Science & Engineering)*, pp. 1-4, 2009.

[5] Ian H.Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall. *Data Mining Practical Machine Learning Tool and Technique*, 3rd ed. Morgan Kaufmann: United States, 2011.

[6] Grigorios Chrysos, Panagiotis Dagritzikos, Ioannis Papaefstathiou, Apostolos Dollas. “Novel and Highly Efficient Reconfigurable Implementation of Data Mining Classification Tree”, *International Conference on Field Programmable Logic and Applications*.5-7 Sept. 2011. pp.411.

[7] Rafael S. Parpinelli, Heitor S. Lopes, Member, IEEE, and Alex A. Freitas. “Data Mining With an Ant Colony Optimization Algorithm”, *IEEE Transaction on Evolutionary Computing*, *vol. 6, no. 4*, Aug 2002, pp. 321.

[8] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar. *Introduction to Data Mining*, Boston San Francisco New York: Person Education, Inc. 2006

[9] Deyu Meng Zongben Xu Wenfeng Jing. “A More Efficient Preprocessing Method for Support Vector Classification”, *ICNN&B '05. vol. 2*, pp. 1173-1177, 2005.

[10] http://orange.biolab.si/features/ ค้นเมื่อวันที่ 26 ก.พ. 2556.

การทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอดโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
Prediction of Birth Asphyxia using Data Mining Techniques

นิภาพร ชนะมาร (Nipaporn Chanamarn)[1] กนกวรรณ อรุณรัชฎารมย์ (Kanokwan Arunrudchadarom)[2]
และพรรณี สิทธิเดช (Punnee Sittidech)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]chanamarn_nip@yahoo.com, [2]papa.wan@hotmail.com, [3]punnees@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วย การตายของทารกแรกเกิด หรือภาวะทุพพลภาพของทารก หากแพทย์และบุคลากรที่ทำคลอดตระหนักถึงความสำคัญ พยายามหาทางป้องกัน และให้การรักษาอย่างทันท่วงที จะมีผลต่อคุณภาพชีวิตของเด็กในระยะยาวได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ผลการทดลองพบว่าเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ให้ค่าความถูกต้องในการทำนายดีกว่าซัพพอร์ต-เวคเตอร์แมชชีนเล็กน้อย ด้วยค่าความถูกต้องในการทำนายเท่ากับ 83.74 % และ 83.04 % ตามลำดับ ซึ่งตัวแบบที่ได้สามารถเป็นแนวทางในการป้องกันและลดอัตราการตายหรือภาวะทุพพลภาพของทารกแรกเกิดได้

คำสำคัญ: ภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด การทำเหมืองข้อมูล การทำนาย โครงข่ายประสาท-เทียมแบบแพร่กลับ ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน

Abstract

Birth Asphyxia is the cause of illness, death or disability of a newborn baby. If doctors and staff have awareness to prevent and provide the proper treatments in timely manner, it will affect the quality of life of children in long-term. The purpose of this research is to predict birth asphyxia using data mining techniques. The results showed that Backpropagation Neural Network model gives the accuracy slightly better than Support Vector Machines model with the accuracies of 83.74% and 83.04%, respectively. Therefore, the model can be a guideline to prevent and reduce the rate of death and disability of newborn babies.

Keyword: Birth Asphyxia, Data Mining, Prediction, Backpropagation Neural Network, Support Vector Machines

1. บทนำ

ภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอดหรือขณะคลอด (Birth Asphyxia) [1] เป็นปัญหาที่สำคัญของสาธารณสุข เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วย การตายของทารกแรกเกิด หรือภาวะทุพพลภาพของทารกที่เกิดจากภาวะเลือดขาดออกซิเจน (Hypoxemia) มีคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง และภาวะกรดจากเมตาบอลิซึมหรือจากการไม่มีการระบายอากาศที่ปอด (Ventilation) และการมีปริมาตรเลือดที่ผ่านปอด (Pulmonary Perfusion) ไม่เพียงพอ เป็นเหตุให้อวัยวะต่าง ๆ สูญเสียหน้าที่หรือตายไป ส่งผลให้ทารกตายหรือพิการระหว่างคลอดหรือหลังจากการคลอด งานด้านสาธารณสุขจึงได้มีการหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขอย่างต่อเนื่อง [2] ในงานวิจัยนี้ได้เห็นความสำคัญของปัญหา จึงมีแนวคิดนำหลักการของการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับการทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) [3] คือ กระบวนการสกัดข้อมูลที่มีประโยชน์ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มองเห็นได้ยาก เป็นสารสนเทศที่มีเหตุผลและสามารถนำไปใช้ในการช่วยการตัดสินใจได้ ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลมีเทคนิคมากมายที่ให้เลือกใช้ แต่ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของงาน ได้แก่ การค้นหาความสัมพันธ์ การจัดกลุ่มข้อมูล การทำนาย และการจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) เป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ หรือการทำนาย (Prediction) ได้ เพราะเป็นวิธีการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด หรือ เรียกว่า คลาส (Class) ลักษณะ ของคลาสถูกอธิบายโดยคุณสมบัติ (Attributes) ของข้อมูลนั้น โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) [3] เพื่อสกัดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ทำนายได้ ในงานวิจัยนี้นำเสนอการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Backpropagation Neural Network: BPNN) และเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน (Support Vector Machines: SVMs) เพื่อการทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด โดยใช้ข้อมูลจริงจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด

ภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด หรือที่บุคลากรทางสาธาณสุขเรียกโดยทั่วไปว่า Birth Asphyxia เป็นภาวะที่เกิดจากเลือดมีออกซิเจนน้อย แต่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง เกิดภาวะกรดจากเมตาบอลิซึมหรือจากการไม่มีการระบายอากาศที่ปอด (Ventilation) และการมีปริมาตรเลือดที่ผ่านปอด (Pulmonary Perfusion) น้อยหรือไม่เพียงพอ [2] ทำให้เกิดภาวะขาดอากาศหายใจ สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากความบกพร่องของการไหลเวียนเลือดที่มดลูกและรก ซึ่งอาจเกิดได้ขณะตั้งครรภ์ ขณะคลอด และระยะหลังคลอด ส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงก่อนคลอด และขณะคลอด จัดกลุ่มปัจจัยเสี่ยง ออกเป็น 3 ด้าน คือปัจจัยด้านการคลอด ปัจจัยด้านมารดา และ ปัจจัยด้านทารก ซึ่งจากการจำแนกโรคขององค์การอนามัยโลก [4], [5] ได้แบ่งภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด ออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับรุนแรง (Severe Birth Asphyxia) เป็นระดับที่มีค่าคะแนนแอปการ์ (APGAR Score) ที่ 1 นาที เท่ากับ 0-3 และระดับปานกลางหรือเล็กน้อย (Mild or Moderate Birth Asphyxia) เป็นระดับที่มีค่าคะแนนแอปการ์ที่ 1 นาที เท่ากับ 4-7 โดยที่ค่าคะแนนแอปการ์ คือค่าจากการประเมินสภาพทารกแรกเกิด โดยการให้คะแนนแอปการ์ด้วย การสังเกตสีผิว ชีพจรหรืออัตราการเต้นของหัวใจ ปฏิกิริยาการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น การเคลื่อนไหวต่างๆ หรือการตึงตัวของกล้ามเนื้อและการหายใจของทารก จะกระทำการวัดค่าคะแนนในนาทีแรกของการคลอด และทำซ้ำอีกในนาทีที่ 5 เมื่อแรกคลอดเพื่อให้การช่วยเหลือได้ถูกต้องเหมาะสม [6]

สำหรับในประเทศไทยนั้น ได้กำหนดให้เกณฑ์การเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจน เมื่อมีคะแนนแอปการ์ที่ 1 นาที น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 [5], [7] นอกจากนั้นงานส่งเสริมสุขภาพแม่และเด็กของกรมอนามัยได้กำหนดเป้าหมาย ในเรื่องอัตราการเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนขณะคลอดไม่เกิน 30 ต่อ 1,000 การเกิดมีชีพ แผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559) ต้องการให้มีระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยที่ไว ทันการณ์ และสามารถจัดการปัญหาภัยคุกคามสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้จึงมีนักวิจัยทำการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดภาวะทารกขาดออกซิเจน อาทิเช่น มาตรี ภูริปัญญวานิช ปี พ.ศ. 2551 ได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะขาดออกซิเจนในทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลเสนา พบว่าได้ปัจจัยดังนี้ คือ อายุครรภ์ขณะคลอด ภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ วิธีการคลอด ภาวะน้ำเดินก่อนการคลอด การคลอดระยะที่ 2 ยาวนาน การได้รับยาแก้ปวดในระยะที่ 1 ของการคลอด น้ำหนักทารกแรกเกิด ภาวะมีขี้เทาในน้ำคร่ำ ส่วนนำของทารก และภาวะคับขันในครรภ์ [8] Fatemeh และคณะ ปี ค.ศ. 2012 ได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงของทารกแรกเกิด จากภาวะทารกขาดออกซิเจนในโรงพยาบาลเตหะราน ประเทศอิหร่าน พบว่าได้ปัจจัยดังนี้ คือ การคลอดก่อนกำหนด น้ำหนักทารกแรกเกิด ค่าคะแนนแอปการ์ การใช้เครื่องช่วยหายใจแบบสาย ข้อมูลการตรวจทารกในครรภ์ และ ภาวะมีบุตรยากของมารดา [9] นอกจากนั้น สุดารัตน์ วัฒนโยธิน ปี พ.ศ. 2547 ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน ระยะคลอดและภาวะแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า พบปัจจัยสำคัญ คือ การคลอดท่าก้น ทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม การคลอดโดยใช้คีม การคลอดโดยใช้เครื่องดูดสูญญากาศ มารดาที่มีปัญหาและส่งต่อมาจากโรงพยาบาลชุมชน มารดาที่มีอายุมากกว่า 35 ปี และการผ่าตัดคลอดทางหน้าท้อง [1] เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจนำปัจจัยในกลุ่มที่กล่าวถึงมาใช้ทดลองทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่าง

คลอด เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและลดอัตราการตายหรือภาวะทุพพลภาพของทารกแรกเกิดต่อไป

2.2 การทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล เป็นกระบวนการสะกัดข้อมูลที่มีประโยชน์ ด้วยขั้นตอนวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอธิบายรูปแบบที่น่าสนใจจากกลุ่มข้อมูลได้ [3] เช่น แสดงผลในรูปของกฎความสัมพันธ์ (Association Rules) หรือ การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) นอกจากนั้น การทำเหมืองข้อมูล ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการทำนาย ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่เรียนรู้มาจากข้อมูลในอดีต มาสร้างรูปแบบจำลอง (Model) แล้วสามารถนำไปใช้ทำนาย หรือ พยากรณ์ การเกิดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เทคนิคที่ใช้เรียกว่า เทคนิคการจำแนกประเภท กรณีข้อมูลเป้าหมายเป็นเชิงกลุ่ม และเทคนิคการพยากรณ์หรือประมาณค่ากรณีข้อมูลเป้าหมายเป็นเชิงปริมาณ [3]

2.3 การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูล เป็นกระบวนการสร้างตัวแบบโดยการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างคลาส (Class) และเพื่อทำนายว่าข้อมูลหนึ่ง ๆ ควรจัดอยู่ในคลาสใด โมเดลที่ได้จะถูกนำไปใช้จำแนกประเภทข้อมูล ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ของข้อมูลฝึกสอน (Training Data) และทดสอบประสิทธิภาพอีกครั้งด้วยข้อมูลทดสอบ (Testing Data) เทคนิคการจำแนกประเภท มีให้เลือกใช้หลายเทคนิค เช่น เทคนิคเนอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (BPNN) และเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน (SVMs) เป็นต้น [3], [10] สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนนั้น ปัจจุบันถูกนำมาใช้มาก โดยเฉพาะในปัญหาทางสาธารณสุข ซึ่งพบเห็นได้จากผลงานวิจัยต่าง ๆ [11], [12] ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ 2 เทคนิคนี้ เพื่อสร้างรูปแบบที่ใช้ในการทำนาย

2.3.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

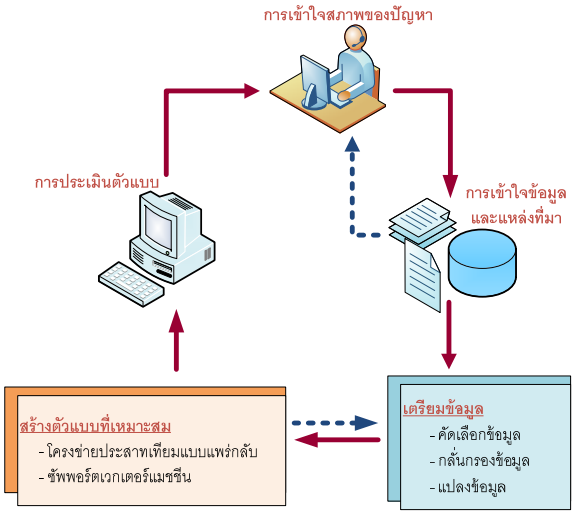
โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ เป็นขั้นตอนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Perceptron: MLP) เรียนรู้โดยการปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนด (Nodes) ให้เหมาะสม โดยการปรับค่าจะขึ้นกับความแตกต่างของค่าเอาท์พุตที่คำนวณได้กับค่าจริงในข้อมูลฝึกสอน พื้นฐานการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ จะใช้ข้อมูลที่ผ่านเข้าไปในลำดับชั้นที่แตกต่างกันของโครงข่าย โดยอินพุตเวกเตอร์ (Input Vector) จะถูกนำเข้าและจะส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจายเข้าไปในชั้นของระบบโครงข่ายชั้นต่อชั้นแบบตัวเดินหน้าผ่านค่าน้ำหนัก (Weight) จนได้ผลลัพท์ของโครงข่าย ซึ่งในทางกลับกันของกระบวนการแพร่กลับค่าน้ำหนักของโครงข่ายจะถูกปรับเปลี่ยนไปโดยขึ้นอยู่กับค่าความผิดพลาดของผลที่คำนวณจากโครงข่าย [13], [14]

2.3.2 ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน

หลักกการวิเคราะห์ข้อมูลของอัลกอริธึมนี้ จะอาศัยพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ทางสถิติ เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานที่เกี่ยวข้องการจำแนกประเภทข้อมูล ทั้งการจำแนกประเภทแบบไบนารี และการจำแนกแบบหลายประเภท [15] ด้วยหลักการหาขอบที่กว้างที่สุดในการจำแนกกลุ่มข้อมูล ทำการเปรียบเทียบระหว่างหนึ่งคลาสต่อหนึ่งคลาส ซึ่งต้องสร้างตัวจำแนกประเภททั้งหมด N(N-1)/2 ตัว [15] โดยรูปแบบที่มีค่าจำแนก (Discriminant Function) มากที่สุดจะถูกเลือกเป็นผลลัพธ์ แต่ถ้าเป็นกรณีของการจำแนกแบบหลายประเภท จะพิจารณาจากผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของค่าจำแนกที่มากกว่า [15], [16] โดยเคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) ที่ใช้ในเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนมีหลายแบบ ได้แก่ โพลินอเมียลฟังก์ชัน (Polynomial Function) เรเดียส-เบสิสฟังก์ชัน (Radial Basis Function: RBF) และซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) เป็นต้น [13], [17]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินงานตามแนวคิดกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมที่เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ใช้ในงานธุรกิจ ที่มีชื่อเรียกว่า CRIPS-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) [18] ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน กรอบการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ แสดงดังภาพที่ 1 รายละเอียดแต่ละขั้นตอน ได้อธิบายในหัวข้อลำดับต่อไป



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การเข้าใจสภาพของปัญหา

ศึกษาปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลต่อการก่อให้เกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด เพื่อให้ได้ปัจจัยที่เหมาะสมในการทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด โดยสอบถามข้อมูลจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาได้ตัวแปรที่สำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดปัจจัยที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	รายละเอียด
1	AgeMom	อายุมารดา
2	GA	อายุครรภ์ขณะคลอด
3	QA_ANC	คุณภาพการฝากครรภ์
4	HCT	ความเข้มข้นของเลือดมารดา
5	Amniotic	สีของน้ำคร่ำ
6	Delmode	วิธีการคลอด
7	ComANC	ภาวะแทรกซ้อนตั้งแต่ฝากครรภ์
8	Infwt	น้ำหนักทารกแรกเกิด
9	Analysis_BA	คลาสผลลัพธ์

3.2 การเข้าใจข้อมูลและแหล่งที่มา

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้มาจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ฐานข้อมูลที่บันทึกในช่วงปีงบประมาณ 2549 –2554 จำนวน 16,327 ระเบียน

3.3 การเตรียมข้อมูล

จากข้อมูลทั้งหมด 16,327 ระเบียน พบว่ามีข้อมูลที่เกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด เพียง 571 ระเบียน ซึ่งน้อยกว่าทารกที่คลอดปกติ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสุ่มข้อมูลที่คลอดปกติให้มีจำนวนใกล้เคียงกัน เพื่อให้ข้อมูลมีความสมดุลกัน ได้ข้อมูลกรณีทารกที่คลอดปกติ จำนวน 571 ระเบียน และข้อมูลกรณีทารกที่เกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด จำนวน 571 ระเบียน รวมข้อมูลทั้งหมดเป็น 1,142 ระเบียน มีตัวแปรที่สำคัญ 9 ตัวแปร แบ่งเป็นตัวแปรนำเข้า 8 ตัวแปร และตัวแปรผลลัพธ์ 1 ตัวแปร จากนั้นทำการแบ่งข้อมูลออก เป็น 2 ชุด ใช้เป็นข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ โดยการสุ่มแบ่งข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ เป็น 50 % และ 50 %

3.4 การสร้างตัวแบบที่เหมาะสม

ในการสร้างตัวแบบทำนายภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอดด้วยข้อมูลฝึกสอน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมเวก้า (WEKA) [19] โมดูล MultilayerPerceptron สำหรับเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ทำการปรับค่าพารามิเตอร์จำนวนโหนดของชั้นซ่อน (Hidden Nodes) เป็น 4, 5, 6, 7, และ 8 โหนด อัตราการเรียนรู้ (Leaning Rates) เป็น 0.1, 0.2, และ 0.3 และค่าโมเมนตัม (Momentum) เป็น 0.1, 0.2, และ 0.3 ผลการทดลองพบว่า ตัวแบบที่มีโครงสร้างจำนวนโหนดชั้นนำเข้า 8 โหนด ชั้นซ่อน 5 โหนด และ ชั้นผลลัพท์ 2 โหนด (8:5:2) อัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.1 และค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.2 ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ดีที่สุด เท่ากับ 83.74 % ดังแสดงในตารางที่ 2

สำหรับเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โมดูล LibSVM เคอร์เนลฟังก์ชันแบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชัน และทำการปรับค่าพารามิเตอร์ C เป็น 1.0, 2.0 และ 3.0 ค่าพารามิเตอร์ Gamma เป็น 0.0, 0.1, และ 0.2 ผลการทดลองพบว่า ตัวแบบเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนที่ค่าพารามิเตอร์ C เท่ากับ 1.0 และค่าพารามิเตอร์ Gamma เท่ากับ 0.0 ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดเท่ากับ 83.04 % ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการทดลองของเทคนิค BPNN

ตัวแบบ BPNN	อัตราการเรียนรู้	ค่าโมเมนตัม	ค่าความแม่นยำ (%)	ค่าความระลึก (%)	ค่าความถูกต้อง (%)
ข้อมูลฝึกสอน					
8:4:2	0.1	0.2	83.40	83.40	83.39
8:5:2	***0.1***	***0.2***	***83.80***	***83.70***	***83.74***
8:6:2	0.1	0.2	83.20	83.00	83.04
8:7:2	0.1	0.2	83.20	83.00	83.04
8:8:2	0.1	0.2	82.60	82.50	82.52
ข้อมูลทดสอบ					
8:4:2	0.1	0.2	82.50	82.20	82.17
8:5:2	***0.1***	***0.2***	***82.30***	***82.00***	***81.99***
8:6:2	0.1	0.2	82.30	82.00	81.99
8:7:2	0.1	0.2	82.50	82.00	82.17
8:8:2	0.1	0.2	82.80	82.52	82.52

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของเทคนิค SVMs

ตัวแบบ SVM	C	Gamma	ค่าความแม่นยำ (%)	ค่าความระลึก (%)	ค่าความถูกต้อง (%)
ข้อมูลฝึกสอน					
RBF Kernel	1.0	0.0	82.70	82.70	82.69
	2.0	0.0	82.50	82.30	82.34
	3.0	0.0	82.50	82.30	82.34
	1.0	0.1	82.40	82.30	82.34
	2.0	***0.1***	***83.10***	***83.00***	***83.04***
	3.0	0.1	83.00	82.90	82.87
	1.0	0.2	81.20	81.10	81.12
	2.0	0.2	81.80	81.60	81.64
	3.0	0.2	80.80	80.60	80.59
ข้อมูลทดสอบ					
RBF Kernel	1.0	0.0	81.70	81.30	81.29
	2.0	0.0	81.50	80.90	80.94
	3.0	0.0	81.90	81.90	81.29
	1.0	0.1	81.80	81.50	81.47
	2.0	***0.1***	***81.40***	***80.90***	***80.94***
	3.0	0.1	81.70	81.10	81.12
	1.0	0.2	82.00	81.60	81.64
	2.0	0.2	81.20	80.60	80.59
	3.0	0.2	80.40	79.70	79.72

3.5 การประเมินตัวแบบ

หลังจากทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของทั้งสองเทคนิคและจึงทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบทั้งสอง โดยเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ตัวแบบของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีประสิทธิภาพดีกว่าตัวแบบของเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนเล็กน้อย

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบ

ตัวแบบ	ค่าความถูกต้อง (%)	
	ข้อมูลฝึกสอน	ข้อมูลทดสอบ
BPNN	83.74	81.99
SVMs	83.04	80.94

4. ผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ ทำการคัดเลือกตัวแปรที่ส่งผลต่อการเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอดที่เลือกใช้ในการทดลอง มี 8 ตัวแปร คือ อายุมารดา อายุครรภ์ขณะคลอด คุณภาพการฝากครรภ์ ความเข้มข้นของเลือดมารดา สีของน้ำคร่ำ วิธีการคลอด ภาวะแทรกซ้อนตั้งแต่ฝากครรภ์ และน้ำหนักทารกแรกเกิด ตัวแปรเหล่านี้สอดคล้องกับตัวแปรที่ใช้จากงานวิจัย [1], [10], [11] ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองได้มาจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการเตรียมข้อมูลในการสร้างตัวแบบทำนาย ด้วยข้อมูล จำนวน 1,142 ระเบียน เป็นข้อมูลกรณีทารกที่คลอดปกติ จำนวน 571 ระเบียน และข้อมูลกรณีที่ทารกเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด จำนวน 571 ระเบียน ทำนายการเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอด โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ และเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีประสิทธิภาพโดยรวมเหนือกว่าตัวแบบเทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนเล็กน้อย โดยที่ค่าความถูกต้องในการทำนาย เท่ากับ 83.74 % และ 83.04 % ตามลำดับ

4.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีจำนวนน้อย เนื่องจากใช้ข้อมูลจากแหล่งเดียว ซึ่งมีข้อจำกัดที่มีการเกิดภาวะทารกขาดออกซิเจนระหว่างคลอดเพียง 571 ระเบียน ในงานวิจัยครั้ง

ต่อไป จึงควรขยายขอบเขตเชิงพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ควรเพิ่มปัจจัยด้านมารดา ด้านการคลอด และด้านทารกในการวิเคราะห์ข้อมูล อีกทั้งอาจจะทำการเปรียบเทียบตัวแบบในการทำนายด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบอื่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลเจ้าพระยายมราช จังหวัดสุพรรณบุรี ที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สุดารัตน์ วัฒนโยธิน, “การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน ระยะคลอด และภาวะแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า”, *ในวารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม* ปีที่ 27, ฉบับที่ 1, มกราคม-มีนาคม 2547.

[2] บรรพจน์ สุวรรณชาติ, “ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะขาดออกซิเจนในทารกแรกเกิดในโรงพยาบาลกาฬสินธุ์”, *ในศรีนครินทร์เวชสาร*; 19(4), 2547.

[3] Jiawei Han and Micheline Kamber, “Data Mining Concepts and Techniques,” *Morgan Kaufmann Publishers*, 2001.

[4] World Health Organization. International statistical classification of diseases and related health problems.10th revision, 1993.

[5] พิชิต เผื่อนงูหลือม, "ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะขาดออกซิเจนของทารกแรกเกิดในครรภ์ครบกำหนดที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา", *วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์* 25, หน้า 265-278, 2553.

[6] วรุณวรรณ ผาโคตร และ สิรินาถ นุชนาถ.”ศัพท์สุภาพสตรี สูติศาสตร์และเวชปฏิบัติทางนรีเวช” . กรุงเทพฯ : *เค.เอส.พี การพิมพ์* จำกัด, 2550.

[7] กรมอนามัย, “ตัวชี้วัดและเป้าหมายงานอนามัยแม่และเด็กประจำปี 2552”, สำนักส่งเสริมสุขภาพ, กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2552.

[8] มนตรี ภูริปัญญวานิช, “ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะขาดออกซิเจนในทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลเสนา”, *J Health Res*, 22(2): หน้า 83-89, 2551.

[9] Fatemeh N. et al., "Perinatal risk factors for neonatal asphyxia in Vali-e-Asr hospital, Tehran-Iran", *Iran J Reprod Med Vol. 10. No.2.* pp: 137-140, March 2012.

[10] P.N.Tan,M.Steinbach and V.Kumar,"Introduction to Data Mining",*Addison-Wesley*,769 pages, 2006.

[11] R. Sahak, et al. "Detection of Asphyxia from Infant Cry Using Support Vector Machine and Multilayer Perceptron Integrated with Orthogonal Least Square ", *Proceedings of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI 2012)* Hong Kong and Shenzhen, China, 2-7 Jan 2012.

[12] Ana Lisa V. Gomes, et al., "Classification of Dengue Fever Patients Based on Gene Expression Data Using Support Vector Machines" *PLoS ONE 5(6): e11267. doi:10.1371/journal.pone.0011267*, 2010.

[13] อุษณี วรชาติเดชชัย. การให้คะแนนค่าน่าเชื่อถือด้วยวิธี Support Vector Machine โดยอาศัยข้อมูลจากสถาบันการเงินไทย. *วิทยานิพนธ์* สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.

[14] R. Rojas. The Backpropagation Algorithm.Neural Networks, *Springer-Verlag*, Berlin, 1996.

[15] Chih-Chung C. and Chih-Jen L.. LIBSVM: A Library for Support Vector Machines. *http://www.csie.ntu.edu.tw /~cjlin/papers/libsvm.pdf*. 2011.

[16] พรพล ธรรมรงค์รัตน์. การจำแนกประเภทเว็บเพจโดยวิธีการลดขนาดลักษณะเฉพาะและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน. *วิทยานิพนธ์* สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552.

[17] กริชบดินทร์ ผิวหอม. การออกแบบโทรศัพท์มือถือโดยใช้ฟัซซี่ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์. *วิทยานิพนธ์* สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หาวิทยาลัยขอนแก่น. 2552.

[18] Business Analytics software, CRISP-DM 1.0 Step-by-step Data Mining Guide, Technical report, IBM Corporation 2010.

[19] WEKA: Waikato Environment for Knowledge Analysis, Available at: http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/

การนำฟังก์ชันความหนาแน่นร่วมกับกฎแรงโน้มถ่วงเพื่อแก้ปัญหาการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูล
Applying The Density Function to Law of Gravity for Clustering

พงศ์เลิศ สังกะเพศ (Ponglert Sangkaphet)[1] และณวรา จันทร์ศิริ (Nawara Chansiri)[2]
[1]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
[2]สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
[1]asakuratran@gmail.com, [2]n_chansiri@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในหลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูล (clusting) หลายอัลกอริทึมเช่น K-means และ C-means เป็นต้น ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ของอัลกอริทึมเหล่านี้คือการเลือกจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งให้เหมาะสมในงานวิจัยนี้ได้นำเสนออัลกอริทึมการจัดกลุ่มข้อมูลแบบใหม่ที่ประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณความหนาแน่นร่วมกับทฤษฎีกฎแรงโน้มถ่วงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางไปยังบริเวณที่มีข้อมูลหนาแน่นสูง จุดที่มีความหนาแน่นสูงคือจุดที่เป็นตัวแทนกลุ่มและจำนวนกลุ่มจะแบ่งโดยอัตโนมัติ วิธีที่นำเสนอนี้จะถูกไปเปรียบเทียบกับวิธี การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอื่นๆ ผลลัพธ์ที่ได้จำนวนกลุ่มที่ถูกแบ่งได้จำนวนที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงการแก้ปัญหาในบางปัญหา

คำสำคัญ: การทำคลัสเตอร์ K-means C-means กฎแรงโน้มถ่วง

Abstract

The clusting of "Algolitm" has been developed for several years, such as K-means and C-means etc. The general problem of Algolitm is to choose the specific group appropriately. This thesis has demonstrated how to choose the applied cluster of data that calculate density by the Newtonian gravity and the law of motion, that there is movement from central point to the dense area. The dense area is the representative point of group and this group with separate to cluster automatically. This method will be compared with the method of separating other clusters. As a result the cluster will be separated appropriately and have efficiency to solve some problems.

Keyword: Clusting, K-means, C-means, Law of gravity

1. บทนำ

การจัดกลุ่มข้อมูลเป็นงานหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องอยู่ในงานหลายส่วนเช่น งานด้าน Pattern Recognition, Image Segmentation การจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการทำ K-means และ C-means ไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าจำนวนของกลุ่มทั้งหมดควรมีเท่าไรถึงจะเหมาะสม เมื่อข้อมูลที่ลักษณะเป็นรูปร่างวงรีหรือวงแหวนการทำคลัสเตอร์ ทำได้ยากและมีคุณภาพที่ต่ำ

ในงานวิจัยนี้เสนออัลกอริทึมการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ประยุกต์ใช้ความหนาแน่นร่วมกับกฎแรงโน้มถ่วง ซึ่งใช้วิธีการคำนวณความหนาแน่นกับหลักการกฎแรงดึงดูดของนิวตันและยังใช้หลักการกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันคำนวณรวมกับกฎแรงดึงดูด งานวิจัยที่นำเสนอยังให้จำนวนกลุ่มของการทำคลัสเตอร์แบบอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้มีหัวข้อตามนี้ ส่วนที่แรกบทนำ ส่วนที่สองกล่าวถึงกฎแรงดึงดูดและกฎการเคลื่อนที่ ส่วนที่สาม งานวิจัยที่นำเสนอ ส่วนที่สี่ นำเสนอการทดลองและอธิบาย สุดท้ายสรุป

2. กฎแรงดึงดูดและกฎการเคลื่อนที่

แรงโน้มถ่วงเป็นหนึ่งในอัตตรกิริยาพื้นฐานสี่อย่างที่พบในธรรมชาติและเป็นอันตรกิริยาแรกสุดที่ได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง นิวตันค้นพบธรรมชาติพื้นฐานของแรงดึงดูดโน้ม

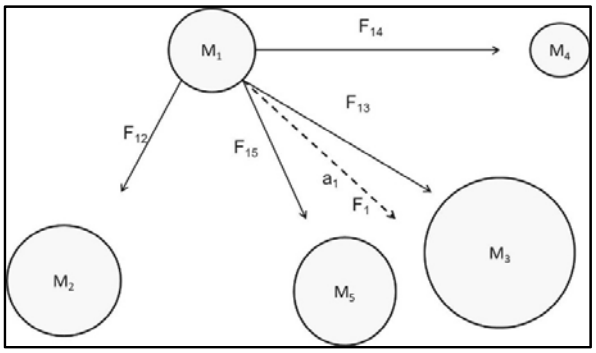
ถ่วงระหว่างวัตถุใดๆ สองวัตถุ นิวตันตีพิมพ์กฎแรงโน้มถ่วงพร้อมกับกฎการเคลื่อนที่สามข้อของเขา เราอาจแถลงกฎนี้ได้ดังนี้ [1] “ทุกอนุภาคสสารในเอกภพดึงดูดทุกอนุภาคอื่นด้วยแรงซึ่งแปรผันตรงกับผลคูณของมวลของอนุภาคและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างอนุภาคทั้งสองนั้น” เมื่อแปลข้อความนี้เป็นสมการได้ว่า

$$F = G\frac{M_1 M_2}{R^2} \quad (1)$$

F คือขนาดของแรงโน้มถ่วงซึ่งทำต่ออนุภาคใดอนุภาคหนึ่ง M_1 และ M_2 เป็นมวลของอนุภาคทั้งสอง R คือระยะห่างระหว่างอนุภาคและ G คือค่าคงตัวฟิสิกส์พื้นฐานที่เรียกว่าค่าคงตัวโน้มถ่วง กฎข้อสองของนิวตันกล่าวไว้ว่าเมื่อแรง F กระทำอนุภาคทำให้อนุภาคเกิดการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง a ซึ่งจะขึ้นอยู่แรงที่กระทำมันและมวลของมัน M

$$a = \frac{F}{M} \quad (2)$$

เมื่อในเอกภพมีอนุภาคหลายอนุภาคเช่นตัวอย่างในรูปที่ 1 F_{1j} เป็นแรงซึ่งกระทำบน M_1 ทำให้เกิดเวกเตอร์ความเร่ง a_1



รูปที่ 1: แรงทั้งหมดที่กระทำบนมวล M_1 ทำให้เกิดแรงรวม F_1 และความเร่ง a_1

มวลแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันในทางฟิสิกส์:

Active gravitational mass M_a เป็นตัวบอกถึงอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงเนื่องจากวัตถุนั้น วัตถุที่มีมวลมากกว่าก็ย่อมที่จะมีสนามโน้มถ่วงที่แรงกว่าวัตถุมวลน้อย

Passive gravitational mass M_p เป็นปริมาณที่บ่งบอกความแรงของอันตรกิริยาระหว่างวัตถุกับสนามโน้มถ่วงสำหรับสนามโน้มถ่วงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยแรงโน้มถ่วงที่มาทำกับวัตถุนี้เราเรียกกันว่า น้ำหนักนั่นเอง

Inertial mass M_i เป็นปริมาณบอกถึงสภาพการต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงมากระทำ วัตถุขนาดใหญ่ก็จะมีสภาพการต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุน้อย

พิจารณาสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น เราสามารถเขียน กฎของนิวตันใหม่ได้ แรงโน้มถ่วง F_{ij} ซึ่งกระทำบนมวล i โดยมวล j เป็นผลคูณของ Active gravitational ของมวล j และ Passive gravitational ของมวล i และหารด้วยระยะทางของพวกมันยกกำลัง a_i เป็นสัดส่วนของ F_{ij} และหารด้วย Inertial mass ของ i สามารถได้สมการ (1) และ (2) ใหม่ได้นี้

$$F_{ij} = G\frac{M_{aj} M_{pi}}{R^2} \quad (3)$$

$$a_i = \frac{F_{ij}}{M_{ii}} \quad (4)$$

3. งานวิจัยที่นำเสนอ

การนำฟังก์ชันความแน่นร่วมกับกฎแรงโน้มถ่วงเพื่อแก้ปัญหาการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูล เป็นการจัดแบ่งกลุ่มของข้อมูลที่ใช้หลักการของกฎแรงโน้มถ่วงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยแนวคิดคือ ทุกอนุภาคในจักรวาลดึงดูดอนุภาคอื่นๆ ทุกอนุภาค เข้าหากัน บริเวณที่มีอนุภาครวมกันอยู่สูงจะมีแรงดึงดูดมากกว่าบริเวณที่มีอนุภาครวมกันอยู่น้อย อนุภาคที่กระจายอยู่ในจักรวาลจะถูกดึงดูดไปบริเวณที่มีอนุภาครวมกันอยู่หนาแน่นทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่กระจายอยู่ เราจะใช้ใช้เคลื่อนนี้ในการหาจุดที่มีความหนาแน่นสูงของข้อมูล จุดที่มีข้อมูลหนาแน่นสูงเราจะถือว่าเป็น จุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์ ขั้นตอนมีดังนี้

3.1 การคำนวณค่าแบนวิดธ์

จากการศึกษาของ Silverman (1986) [2] พบว่าค่าแบนวิดธ์ ที่ดีสำหรับการประมาณฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบเคอร์เนลคือแบนวิดธ์ที่มีค่าเท่ากับตามสมการที่ (5) และ (6)

$$S = \frac{0.9A}{\sqrt[5]{N}} \quad (5)$$

$$A = \min\left[\sigma, \frac{IQR}{1.34}\right] \quad (6)$$

S คือค่าแบนวิดธ์ N คือจำนวนของเซตข้อมูลทั้งหมด σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในเซตข้อมูล IQR คือค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของเซตข้อมูล (Interquartile range = Q_3 - Q_1)

3.2 ขั้นตอนการเลือกจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจากเซตข้อมูล

เลือกจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจากเซตข้อมูล ที่ยังไม่เคยถูกเลือกหรือ mark มาหนึ่งตัวแบบสุ่ม เรากำหนดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางตามสมการที่ (7)

$$C = (C^1, \ldots, C^d, \ldots, C^d) \quad (7)$$

D คือจำนวนมิติทั้งหมดของข้อมูล C^d คือแทนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางในมิติที่ d เราก็จะกำหนดให้ตำแหน่งที่ถูกเลือกเป็นจุดศูนย์กลางถูก mark เพื่อไม่ให้ถูกเลือกอีก

3.3 ขั้นตอนคำนวณการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลาง

การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางจะถูกคำนวณด้วยแรงโน้มถ่วงและกฎการเคลื่อนที่ข้อมูลสองของนิวตัน มีขั้นตอนการคำนวณตามนี้

3.3.1 เริ่มต้นทำการ mark ของข้อมูลที่รอบจุดศูนย์กลางในระยะรัศมีแบบวิดธ์ ตามเงื่อนไขในสมการ (9) โดยกำหนดให้ตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่รอบตัวจุดศูนย์กลางในระยะรัศมีแบนวิดธ์ตามสมการ (8)

$$X_j = (X_j^1, \ldots, X_j^d, \ldots, X_j^D) \quad (8)$$

$$\|X_j - C\| < S \quad (9)$$

j = 1, 2, …, P P คือจำนวนของข้อมูลทั้งหมดที่อยู่รอบๆ จุดศูนย์กลางในระยะรัศมีแบนวิดธ์ X_j^d คือแทนตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่รอบจุดศูนย์กลางในระยะรัศมีแบนวิดธ์ลำดับที่ j ในมิติที่ d

3.3.2 ทำการคำนวณแรงทั้งหมดกระทำกับจุดศูนย์กลางโดยใช้กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตันตามสมการ (10)

$$F_c^d(t) = \sum_{j=1}^{P} F_{cj}^d(t) \quad (10)$$

t คือจำนวนรอบที่จุดศูนย์กลางเคลื่อนที่ F_{cj}^d คือแรงที่ข้อมูลลำดับที่ j กระทำกับจุดศูนย์กลาง C สามารถคำนวณได้ตามสมการ (11)

$$F_{Cj}^d(t) = G(t)\frac{M_{pc}(t) \times M_{aj}(t)}{R_{Cj}(t) + \varepsilon}(X_j^d(t) - C^d(t)) \quad (11)$$

$M_{aj}(t)$ คือ Active gravitational mass ที่สัมพันธ์กับข้อมูลลำดับที่ j $M_{pc}(t)$ คือ Passive gravitational mass ที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์กลาง C ในการคำนวณมวลสามารถคำนวณได้โดยค่าความแน่นของข้อมูล เรากำหนดให้มวลสามารถคำนวณได้ตามสมการ

$$M_{a\bullet} = M_{p\bullet} = M_{c\bullet} = M_\bullet \quad (12)$$

$$M_\bullet(t) = \frac{m_\bullet(t)}{\sum_{q=1}^{P} m_q(t)} \quad (13)$$

$$m_\bullet(t) = \frac{density_\bullet(t) - min_density}{max_density - min_density} \quad (14)$$

$$min_density = \min_{q \in \{1,2,\ldots,P\}} density_q(t) \quad (15)$$

$$max_density = \max_{q \in \{1,2,\ldots,P\}} density_q(t) \quad (16)$$

$density_C(t)$ คือ ค่าความหนาแน่นรอบๆจุดศูนย์กลาง C สามารถคำนวณได้ตามสมการ (17)

$$density_c(t) = \left[-\frac{1}{2 \times \log_2\left(\frac{P}{N}\right) - \varepsilon}\right] \times \frac{1}{P}\left(\sum_{j=1}^{P} e^{-\frac{\|X_j(t) - C(t)\|^2}{S^2}}\right) \quad (17)$$

$R_{cj}(t)$ คือค่าระยะทางแบบยูคลิดเดียนระหว่างจุดศูนย์กลาง C กับข้อมูลลำดับที่ j G(t) คือ ค่าคงที่แรงโน้มถ่วง จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อจำนวนรอบเพิ่มขึ้น สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (18)

$$G(t) = S \times e^{-\frac{t}{100}} \quad (18)$$

3.3.3 คำนวณอัตราเร่งของจุดศูนย์กลาง C ในมิติที่ d ตามสมการที่ (19)

$$a_c^d(t) = \frac{F_c^d(t)}{M_{cc}} \quad (19)$$

$$M_{cc} = M_c \quad (20)$$

3.3.4 คำนวณความเร็วของจุดศูนย์กลาง C ในมิติที่ d ตามสมการที่ (21)

$$V_C^d(t+1) = rand_C \times V_C^d(t) + \beta_C a_c^d(t) \quad (21)$$

$rand_C$ คือ จำนวนสุ่มที่อยู่ในช่วง [0,1] β_C คือ ค่าตัวแปรควบคุมอัตราเร่งเมื่อตอนเริ่มต้นที่มีค่าเท่ากับ 1 จะลดลงเรื่อยเมื่อตำแหน่งจุดศูนย์กลาง C เข้าใกล้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์ที่ถูกบันทึกไว้

3.3.5 ปรับปรุงตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง C ในมิติที่ d ตามสมการที่ (22)

$$C_i^d(t+1) = C_i^d(t) + V_C^d(t+1) \quad (22)$$

3.4 ขั้นตอนการบันทึกตำแหน่งจุดศูนย์กลางใหม่

พิจารณาการหยุดการเคลื่อนของจุดศูนย์กลางตามสมการ (23)

$$\|C_i(t+1) - C_i(t)\| < threshold \quad (23)$$

ถ้าวัดระยะแบบยูคลิดเดียน (Euclidean Distance) ระหว่าง $C_i(t+1)$ และ $C_i(t)$ มากกว่าค่า threshold ให้กลับไปทำในขั้นตอนที่ 3.3 แต่ถ้าน้อยกว่าค่า threshold ให้ทำการบันทึกค่าตำแหน่งของจุดศูนย์กลางรอบปัจจุบันและทำขั้นตอนที่ 3.5

3.5 ขั้นตอนการรวมตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

พิจารณาตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่ถูกบันทึกจากขั้นตอนที่ 3.4 กับจุดศูนย์กลางที่ถูกบันทึกไว้ก่อนหน้า ตามเงื่อนไขสมการที่ (23) ถ้าวัดระยะแบบยูคลิดเดียน (Euclidean Distance) ระหว่างจุดศูนย์กลางใหม่ C_i และจุดศูนย์กลางที่ถูกบันทึกก่อนหน้า C_K น้อยกว่าค่า S/2 ก็จะทำการรวมจุดศูนย์กลางตามสมการที่ (25)

$$\|C_i - C_K\| < \frac{S}{2} \quad (25)$$

$$C_i = \frac{density_{C_i}}{density_{C_i} + density_{C_K}} C_i + \frac{density_{C_K}}{density_{C_i} + density_{C_K}} C_K \quad (26)$$

เมื่อ K = 1, 2, 3, …, i-1 ขั้นตอนนี้จะทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าระยะห่างจุดศูนย์กลางใหม่ที่ได้จากการรวม C_i กับจุดศูนย์กลางก่อนหน้าที่ถูกบันทึก C_K มากกว่า S/2

3.6 ขั้นตอนการลบจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์

การลดจำนวนจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์ โดยดูว่าคลัสเตอร์ที่มีสมาชิกน้อยก็จะถูกลบออกไป พิจารณาการลบจุดศูนย์กลางตามเงื่อนไขตามสมการ (27) ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงตำแหน่งจุดศูนย์กลางจะถูกลบ

$$-\frac{1}{2\log_2\frac{s_i}{N} - \varepsilon} < \gamma \quad (27)$$

เมื่อ s_i คือจำนวนของสมาชิกของคลัสเตอร์ที่ i N คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดในเซตข้อมูล γ คือพารามิเตอร์ที่ควบคุมจำนวนสมาชิกของ คลัสเตอร์

3.7 ขั้นตอนการวนซ้ำ

ถ้าข้อมูลในเซตข้อมูลยังไม่ถูก mark ทั้งหมด ให้สุ่มข้อมูลจากเซตข้อมูลเพื่อนำมาเป็นจุดศูนย์กลางเริ่มต้น โดยจะเลือกจะสุ่มเลือกเฉพาะข้อมูลที่ยังไม่ถูก mark และกลับไปทำขั้นตอนที่ 3.3 แต่ถ้าข้อมูลทุกตัวถูก mark แล้วก็หยุดการทำงาน

4. ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิของอัลกอริทึมที่นำเสนอ เราจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ K-means และ C-means โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองมี 2 ชุด คือ 1) ข้อมูลมาตรฐาน

[3] ซึ่งประกอบด้วย 6 ชุดข้อมูลคือ Dermatology, Libras Movement, Large Soybean, Wine Recognition, Iris Plant และ Bupa Liver Disorders 2) ข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองซึ่งประกอบด้วย 4 ชุดข้อมูล คือ Normal Distribution, Fan, Ring และ Shape สามารถอธิบายข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองตามนี้

1. ข้อมูล Dermatology เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 366 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 34 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 6 ประเภท

2. Libras Moverment เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 360 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 90 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 15 ประเภท

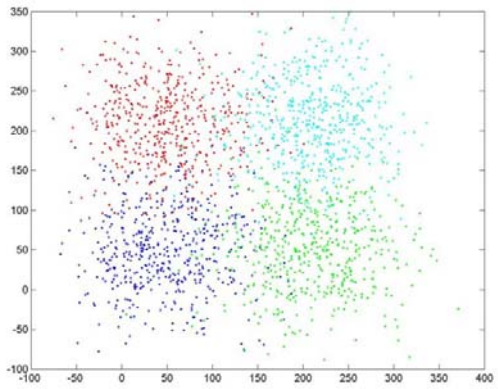
3. Large Soybean เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 307 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 35 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 19 ประเภท

4. Wine Recognition เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 178 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 13 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 3 ประเภท

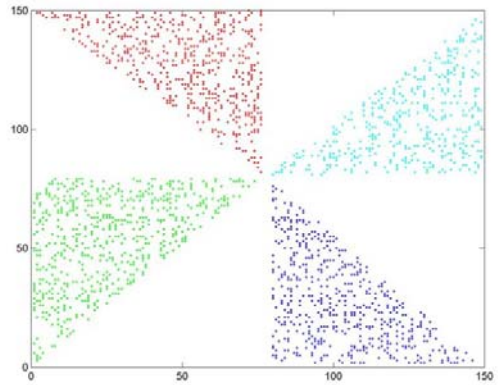
5. Iris Plants เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 150 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 4 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 3 ประเภท

6. BUPA liver disorders เป็นชุดข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 346 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีแอตทริบิวจำนวน 6 แอตทริบิวและคลาสแอตทริบิวจำนวน 1 แอตทริบิวโดยจำแนกคลาสออกเป็น 2 ประเภท

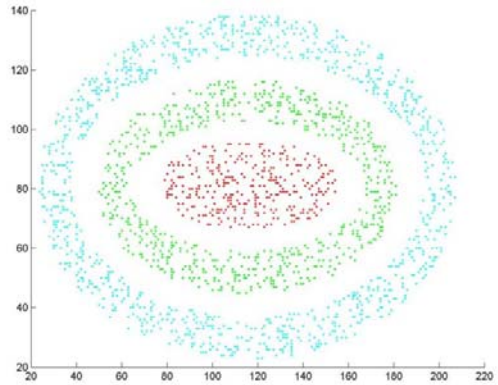
อธิบายข้อมูลที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเองที่ใช้ในการทดลองตามนี้ Normal Distribution ขนาด 500 x 500 pixel, Fan ขนาด 150 x 150 pixel, Ring ขนาด 245 x 163 pixel และ Shape ขนาด 284 x 176 pixel โดยแต่ละรูปแบบอินพุทได้จากการสุ่มคู่อันดับ (x, y) จากรูปที่สร้างขึ้น โดยมีการสุ่มรูปแบบอินพุทขึ้นมาทั้งหมด 2000 รูปแบบอินพุท



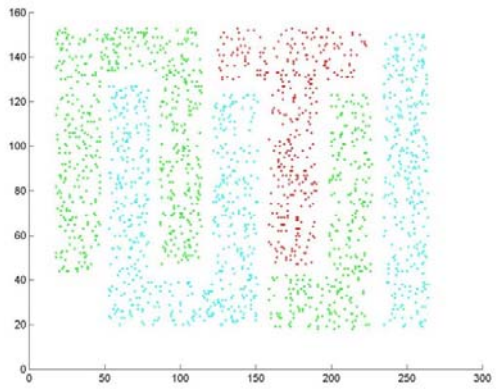
รูปที่ 2: แสดงลักษณะของข้อมูล Normal Distribution ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเอง



รูปที่ 3: แสดงลักษณะของข้อมูล Fan ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเอง



รูปที่ 4: แสดงลักษณะของข้อมูล Ring ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเอง



รูปที่ 5: แสดงลักษณะของข้อมูล Shape ที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเอง

ในการทดลองนี้จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในเทอมความบริสุทธิ์ (Purity) และเทอมของ F-measure [4] ซึ่งเป็นตัววัดประสิทธิภาพของการทำคลัสเตอร์ นอกจากยังมีผลการทดลองเวลาที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานของอัลกอริทึมการทำคลัสเตอร์ในแต่ละแบบ

การทดลองนี้จะนำงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับอัลกอริทึม K-means, C-means และ DBScan โดยเลือกค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละอัลกอริทึมมาทดลอง ผลที่ได้จากการทดลองจะแสดงในลักษณะค่าเฉลี่ยของตัววัดประสิทธิภาพความบริสุทธ์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองที่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์และชุดข้อมูลที่เหมือนกันทั้งหมด 15 ครั้ง

ตารางที่ 1: แสดงผลการทดลองชุดข้อมูลมาตรฐานโดยใช้ตัววัดแบบความบริสุทธิ์

เซตข้อมูล	ค่าความบริสุทธ์ (Purity)			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBscan
Dermatology	**0.8056**	0.7095	0.6033	0.5710
Libras Moverment	**0.8718**	0.5341	0.1448	0.0667
Large Soybean	**0.8684**	0.2862	0.5199	0.2573
Wine Recognition	0.6854	0.7307	**0.7311**	0.1236
Iris Plants	0.8258	0.9618	**0.9787**	0.6800
BUPA liver disorders	**0.8303**	0.6286	0.6895	0.5565

ตารางที่ 2: แสดงผลการทดลองชุดข้อมูลผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเองโดยใช้ตัววัดแบบความบริสุทธิ์

เซตข้อมูล	ค่าความบริสุทธ์ (Purity)			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBScan
Normal Distribution	0.8786	0.8793	**0.8805**	0.8020
Fan	0.9980	0.9877	0.9975	**0.9985**
Ring	0.9665	**0.9736**	0.9699	**1.0000**
Shape	0.9738	**0.9763**	0.9663	0.9640

ตารางที่ 3: แสดงผลการทดลองชุดข้อมูลมาตรฐานโดยใช้ตัววัดแบบ F-measure

เซตข้อมูล	F-measure			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBscan
Dermatology	0.1359	0.2186	0.2049	**0.5320**
Libras Moverment	0.1192	**0.3850**	0.2542	0.2550
Large Soybean	0.2217	0.3850	**0.4391**	0.3360
Wine Recognition	**0.7766**	0.6240	0.5736	0.4348
Iris Plants	0.8558	0.8272	0.8263	**0.8802**
BUPA liver disorders	0.0247	0.7212	0.6736	**0.8251**

ตารางที่ 4: แสดงผลการทดลองชุดข้อมูลผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเองโดยใช้ตัววัดแบบ F-measure

เซตข้อมูล	F-measure			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBScan
Normal Distribution	0.7793	0.7796	**0.7816**	0.6217
Fan	**0.9962**	0.9715	0.9949	0.9840
Ring	0.1100	0.3568	0.3651	**1**
Shape	0.1340	0.4020	0.3922	**0.6577**

ตารางที่ 5: แสดงผลเวลาที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานของอัลกอริทึมชุดข้อมูลมาตรฐาน

เซตข้อมูล	เวลา (วินาที)			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBScan
Dermatology	4.9176	0.1030	53.3244	**0.0627**
Libras Moverment	14.7142	0.1544	3.0870	**0.1146**
Large Soybean	5.4320	**0.0324**	21.0647	0.0536
Wine Recognition	1.4324	0.0405	0.5811	**0.0167**
Iris Plants	0.5450	0.0249	0.5733	**0.0113**
BUPA liver disorders	4.3526	0.1056	52.5367	**0.0403**

ตารางที่ 6: แสดงผลเวลาที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานของอัลกอริทึมชุดข้อมูลผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเอง

เซตข้อมูล	เวลา (วินาที)			
	งานวิจัยที่นำเสนอ	K-means	C-means	DBScan
Normal Distribution	28.3221	0.6110	2.1151	**0.4042**
Fan	15.6151	1.7381	1.3146	**0.3564**
Ring	15.6546	1.7475	92.0679	**0.3542**
Shape	17.9276	1.7363	46.9909	**0.3712**

5. สรุป

งานวิจัยที่นำเสนอนี้ได้พัฒนาขั้นตอนการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยประยุกต์ใช้ฟังก์ชันความหนาแน่นร่วมกับกฎแรงโน้มถ่วงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เพื่อเคลื่อนที่ไปยังบริเวณจุดที่มีข้อมูลรวมกันอยู่หนาแน่นสูงและจุดนั้นถือว่าเหมาะที่จะเป็นจุดศูนย์กลางหรือเป็นตัวแทนกลุ่ม ขั้นตอนหลักๆ งานนี้มีสองกระบวนการ (1) กระบวนการคำนวณการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นสูง (2) กระบวนการการลบจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์ ซึ่งแตกจาก K-means และ C-means ที่ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับจำนวนของคลัสเตอร์ที่เหมาะสม ทำให้ต้องเสียเวลาในการค้นหาจำนวนของคลัสเตอร์ที่เหมาะสม แต่งานวิจัยที่นำเสนอนี้สามารถให้จำนวนของคลัสเตอร์ได้แบบอัตโนมัติและให้ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าหรือใกล้เคียง ในส่วนอัลกอริทึม DBSCAN ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ดูจากลักษณะหนาแน่นของข้อมูลและให้จำนวนกลุ่มอัตโนมัติเหมือนอัลกอริทึมที่นำเสนอ อัลกอริทึมที่นำเสนอให้ผลลัพธ์ที่นำไปใช้ประโยชน์ได้มากเพราะโมเดลที่ได้จากการเรียนรู้เป็นเซตจุดศูนย์กลางที่เป็นตัวแทนของกลุ่ม เมื่อมีข้อมูลรูปแบบใหม่สามารถนำเซตจุดศูนย์กลางไปใช้ได้เลย แต่ในส่วน DBSCAN ต้องนำข้อมูลรูปแบบใหม่ไปเรียนรู้โมเดลถึงจะบอกได้ว่าอยู่กลุ่มไหน

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Holliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fundamentals of Physics*, John Wiley and Sons, 1993

[2] Bin Wang. *Bandwidth Selection for Weighted Kernel Density Estimation.* Mathematics and Statistics Department, University of South Alabama, Mobile, AL 36688, 2007.

[3] A. Frank and A. Asuncion, *UCI Machine Learning Repository*. [http://archive.ics.uci.edu/ml], University of California, School of Information and Computer Science, 2010.

[4] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze. *Introduction to Information Retrieval - Chapter 16.* Cambridge University Press. 2008. McGraw-Hill: New York, 1991.

การบูรณาการข้อมูลด้วยเมทาดาทาสำหรับคลังข้อมูลส่วนกลางโดยใช้ดีสเปซ
Knowledge Integration with Metadata for Centralized Repository using Dspace

เลิศชัย คงอำนวยศักดิ์ (Lertchai Khongamnuaisak)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล (Nakornthip Prompoon)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]lertchai.k@student.chula.ac.th, [2]nakornthip.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภายในองค์กรขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยหลายหน่วยงาน ที่มักจะมีการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ลงบนคลังข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน การได้ข้อมูลตามความต้องการในการใช้งานต้องมีกระบวนการในการจัดการข้อมูล ซึ่งบางครั้งอาจไม่สามารถได้ข้อมูลที่ทันต่อการใช้งาน การบูรณาการข้อมูลเพื่อสร้างคลังข้อมูลส่วนกลางจึงเป็นประเด็นที่ท้าทายขององค์กรต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการบูรณาการข้อมูลเพื่อสร้างคลังข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งใช้มาตรฐานดับลินคอร์มากำหนดเป็นมาตรฐานเมทาดาทาส่วนกลาง และนำเสนอรูปแบบการแปลงเมทาดาทาที่มีมาตรฐานต่างกันให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานดับลิบคอร์โดยใช้ครอสวอค รวมไปถึงการนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลซึ่งใช้หลักการโอเอไอ-พีเอ็มเอช โดยได้ประยุกต์แนวคิดที่นำเสนอกับกรณีศึกษา พบว่าสามารถได้คลังข้อมูลส่วนกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อง่ายต่อการสืบค้นในการใช้งานต่อไป

คำสำคัญ: การบูรณาการองค์ความรู้ข้อมูล คลังข้อมูลส่วนกลางห้องสมุดดิจิทัล เมทาดาทา มาตรฐานดับลินคอร์ ดีสเปซ

Abstract

In a large organization that composed of various departments. Data often stores in different formats and located in different places. There are usually many steps needed to process data captured from different repositories to create the data satisfied user need. Thus, data integration is a challenge issue of any organization to construct the centralized data repository. This research proposes a method to establish centralized repository by using Dublin Core as a standard for metadata. In addition, Crosswalk is used to transform metadata to Dublin Core format and OAI-PMH is selected to integrate the data into main repository. Moreover, we found out that the case study has been applied our proposed method can be accomplished effectively in creating the centralized data repository that can be used for further data retrieval.

Keyword: Knowledge Information Integration, Centralized Repository, Library, Metadata, Dublin Core Standard, Dspace

1. บทนำ

ปัจจุบันภายในองค์กรขนาดใหญ่มีหลายหน่วยงานที่ใช้คลังข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ และมีการบริหารจัดการที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหน่วยงานนั้นเลือกข้อมูลมาตรฐานเมทาดาทาใดมาใช้ นอกจากนี้การสืบค้นข้อมูลที่อยู่ภายในองค์กรอาจไม่ได้รับความสะดวก เพราะว่าข้อมูลกระจัดกระจายตามคลังข้อมูลในหน่วยงานต่าง ๆ อีกทั้งหน่วยงานนั้นต้องดูแลบำรุงรักษาคลังข้อมูลของตนเองและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งจากปัญหานี้เองจึงควรบูรณาการข้อมูลจากหลายหน่วยงานที่มีคลังข้อมูลเพื่อสร้างคลังข้อมูลส่วนกลางขององค์กร แต่ด้วยองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญที่แตกต่างกันของรูปแบบมาตรฐานเมทาดาทาสำหรับจัดเก็บข้อมูลภายในคลังข้อมูลเช่น มาตรฐานมาร์ค 21 (MARC 21) [1] มาตรฐานดับลินคอร์ (Dublin Core Standard) เป็นต้น จึงเป็นการยากใน

การบูรณาการข้อมูล ซึ่งองค์กรจึงควรต้องกำหนดรูปแบบมาตรฐานเมทาดาทาที่ใช้เป็นมาตรฐานหลักสำหรับการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเลือกมาตรฐานดับลินคอร์เพราะสามารถปรับแต่งเมทาดาทาได้ในอนาคตและเป็นมาตรฐานสากลที่ได้รับการยอมรับ

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการบูรณาการข้อมูลด้วยเมทาดาทาจากคลังข้อมูลภายในองค์กร เพื่อสร้างคลังข้อมูลส่วนกลาง โดยเริ่มจากการเชื่อมต่อประสานงานกับคลังข้อมูลต่าง ๆ และจำแนกโครงสร้างข้อมูลมาตรฐานเมทาดาทาที่ใช้ภายในคลังข้อมูล เพื่อจัดทำรูปแบบเป็นมาตรฐานดับลินคอร์ก่อนนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งต้องอาศัยการทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอชโปรโตคอล (OAI-PMH Protocol) [2][3] สำหรับการนำข้อมูลเข้า ตลอดจนการใช้ดีสเปช (Dspace) [4] เป็นคลังข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งสามารถสืบค้นข้อมูล เรียกดูและแสดงผลข้อมูล ซึ่งในส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย คลังข้อมูลดิจิทัล โปรแกรมดีสเปช กรณีศึกษาที่ประยุกต์ใช้งานคลังข้อมูลขนาดใหญ่ การทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอช มาตรฐานดับลินคอร์และครอสวอค

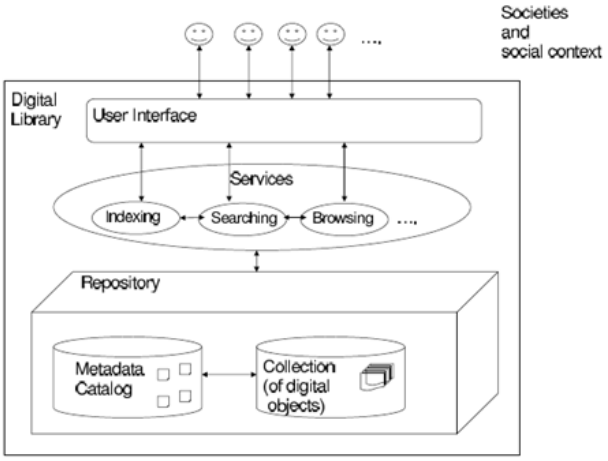
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลังข้อมูลดิจิทัล (Digital Repository)

คลังข้อมูลดิจิทัลเป็นที่จัดเก็บข้อมูลทรัพยากรต่าง ๆ ควรต้องศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของคลังข้อมูลดิจิทัล องค์ประกอบพื้นฐานคลังข้อมูลดิจิทัล และสถาปัตยกรรมคลังข้อมูลดิจิทัล ซึ่งจะกล่าวในส่วนถัดไปนี้

องค์ประกอบพื้นฐานข้อมูลดิจิทัลในคลังข้อมูล ควรมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญใช้สำหรับระบุและอธิบายรายละเอียดข้อมูลดิจิทัลในคลังข้อมูล เช่น การระบุรายละเอียดข้อมูล การอธิบายข้อมูลเมทาดาทา คลังข้อมูลและการทำงานร่วมกัน เป็นต้น

สถาปัตยกรรมคลังข้อมูลดิจิทัลมีส่วนประกอบด้วยสามส่วนหลัก [5] ได้แก่ 1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) คือส่วนที่ให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ 2) ส่วนให้บริการ (Services) เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่อประสานกับคลังข้อมูล 3) ส่วนคลังข้อมูลมีหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลโดยจะแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมห้องสมุดดิจิทัล [5]

2.2 โปรแกรมดีสเปช

งานวิจัยของ G. Pirounakis [6] ได้นำเสนอการเปรียบเทียบเครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดเก็บเป็นคลังข้อมูล โดยใช้หลักการศึกษาและเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของคลังข้อมูลจำนวนห้าเครื่องมือคือ Dspace, Fedora, Greenstone, Keystone และ EPrints จากงานวิจัยนี้พบว่าคลังข้อมูลดีสเปชมีคุณลักษณะของคลังข้อมูลที่เหมาะสมกว่าเครื่องมืออื่น ๆ ซึ่งทางผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องมือสำหรับจัดทำคลังข้อมูลส่วนกลางโดยใช้ดีสเปช เนื่องจากคุณลักษณะที่สำคัญสองส่วนที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ 1) คุณลักษณะเมทาดาทาและการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล (Metadata and digital content storage) 2) การทำงานร่วมกันกับคลังข้อมูลภายนอก (Interoperability features) ซึ่งมีคะแนนที่อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าเครื่องมืออื่น ๆ รวมไปถึงคะแนนโดยรวมเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมืออื่น ๆ อยู่ในระดับที่ดีกว่าเครื่องมืออื่น ๆ โดยดูรายละเอียดในตารางที่ 1

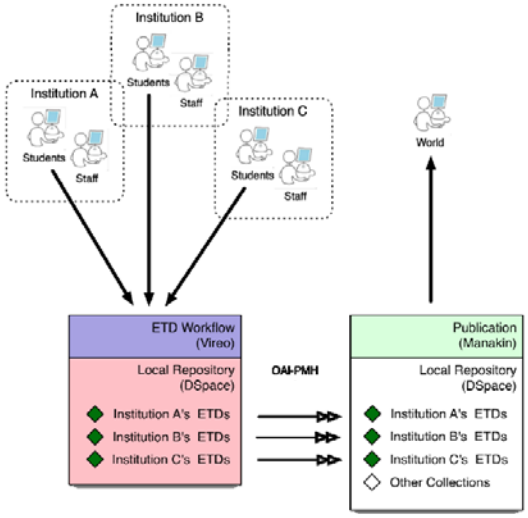
ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบเครื่องมือดีสเปชกับเครื่องมืออื่นๆ

Characteristics	*DSpace*	*Fedora*	*Greenstone*	*Keystone*	*EPrints*
Object model	4	5	3	3	2
Collection support and relations	4	4	5	2	1
Metadata and digital content storage	4	5	3	3	3
Search and browse	4	3	4	2	4
Object management	4	2	2	3	4
User interfaces	4	2	4	4	4
Access control	5	4	2	2	2
Multiple languages support	3	3	4	4	4
Interoperability features	5	5	4	4	5
Level of customization	3	5	4	5	3

ดีสเปซ[7][8] เป็นโอเพ่นซอร์สที่ได้รับการพัฒนาโดยห้องสมุดแห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตส์และบริษัทฮิวเลตต์-แพคการ์ด ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างคลังข้อมูลที่มีความเสถียรภาพ ซึ่งในสถาปัตยกรรมดีสเปซ จะแสดงถึงโครงสร้างของดีสเปซประกอบด้วย 1) การจัดเก็บข้อมูลในดีสเปซ 2) การกำหนดสิทธิการเข้าถึงข้อมูล 3) การบริหารจัดการข้อมูล และ 4) ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลจากคลังข้อมูลได้ ซึ่งสามารถรองรับข้อมูลได้หลายประเภท เช่น หนังสือ วิทยานิพนธ์ บทความวิจัย รายงานการวิจัย เป็นต้น

2.3 กรณีศึกษาที่ประยุกต์ใช้งานคลังข้อมูลขนาดใหญ่ (Large scale repositories)

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกรณีศึกษาที่ประยุกต์ใช้งานคลังข้อมูลขนาดใหญ่ [9] โดยเสนอรูปแบบการนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูล ที่ทำการศึกษาไว้สำหรับเป็นแนวทางการบูรณาการข้อมูลจากคลังข้อมูลแหล่งต่าง ๆ ซึ่งใช้วิธีการร่วมมือกันทำงานและแบ่งการทำงาน เป็นรูปแบบการนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลจากหลายแหล่งโดยใช้การทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอช มีหน้าที่ในการเก็บเกี่ยวข้อมูลและจัดเก็บลงคลังข้อมูล โดยการร้องขอข้อมูลจากคลังข้อมูลอื่น ๆ ใช้วิธีร้องขอผ่าน เครือข่ายเน็ตเวิร์กและทำการส่งข้อมูลกลับไปยังคลังข้อมูลที่ทำการร้องขอ ในงานวิจัยนี้จะนำการทำงานของโอเอไอ-พีเอ็มเอชมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การบูรณาการข้อมูลโดยใช้หลักการ OAI-PHM [9]

2.4 การทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอช (OAI-PMH)

การทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอช[10]ได้พัฒนาและสนับสนุนการทำงานที่สามารถทำงานร่วมกันได้ระหว่างระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายในเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างกันให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการทำงานนี้เป็นระบบเปิดที่สามารถให้เข้าถึงข้อมูลระหว่างกันได้ อีกทั้งยังเป็นการทำงานที่ใช้สำหรับการเก็บเกี่ยวข้อมูลเมทาดาทาที่อยู่ในคลังข้อมูลแหล่งต่าง ๆ มาจัดเก็บในคลังข้อมูลที่ต้องการ ในการทำงานของโอเอไอ-พีเอ็มเอชนี้มีส่วนสำคัญโดยจะประกอบด้วยสองส่วนหลักดังนี้

1) ผู้ให้บริการข้อมูล (Data providers) ข้อมูลหรือเมทาดาทาที่อยู่ในคลังข้อมูล ซึ่งถูกเตรียมไว้เพื่อนำเข้าข้อมูลโดยสนับสนุนมาตรฐานเมทาดาทาดับลินคอร์
2) ผู้ให้บริการ (Service providers) เป็นบริการที่เก็บเกี่ยวเมทาดาทาที่เตรียมไว้

2.5 มาตรฐานดับลินคอร์ (Dublin Core Standard)

มาตรฐานดับลินคอร์[11] คือ มาตรฐานสำหรับอธิบายสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้กำหนดชุดหน่วยข้อมูลที่แสดงลักษณะพื้นฐานของสารสนเทศ ได้กำหนดขึ้นจากการประชุมของคณะทำงานดับลินคอร์ในปี ค.ศ. 1995 ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มบรรณารักษ์ นักเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้ทำงานด้านการสร้างข้อมูล เพื่อต้องการกำหนดมาตรฐานในการอธิบายสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายต่อการเข้าใจสำหรับบุคคลทั่วไป ทำให้การสืบค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตได้เนื้อหาตรงกับความต้องการมากขึ้น มาตรฐานดับลินคอร์ประกอบด้วยหน่วยข้อมูลพื้นฐาน 15 หน่วยข้อมูลย่อย ดังนี้ 1) ชื่อเรื่อง 2) ผู้แต่ง 3) หัวเรื่อง 4) คำอธิบาย 5) สำนักพิมพ์ 6) ผู้ร่วมผลงาน 7) ปี 8) ประเภท 9) รูปแบบ 10) รหัส 11) แหล่งที่มา 12) ภาษา 13) เรื่องที่เกี่ยวข้อง 14) สถานที่และเวลา 15) ลิขสิทธิ์

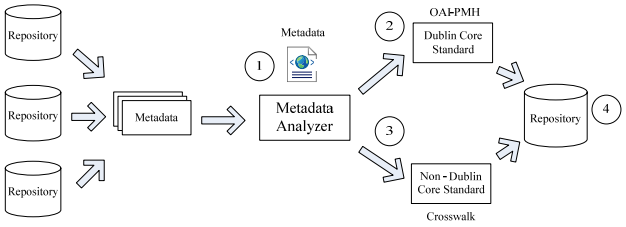
2.6 ครอสวอค (Crosswalk)

ครอสวอค [12] คือการแปลความหมายและวากยสัมพันธ์ของอีลีเมนต์จากเมทาดาทาหนึ่งไปยังอีกเมทาดาทาหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยสี่ขั้นตอนคือ 1) แปลงโครงสร้างให้อยู่ในรูปแบบกลาง 2) แปลความหมายให้อยู่ในรูปแบบกลาง 3) แปล

ความหมายให้อยู่ในรูปแบบผลลัพธ์ที่ต้องการ และ 4) แปลงโครงสร้างให้อยู่ในรูปแบบผลลัพธ์ที่ต้องการ

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

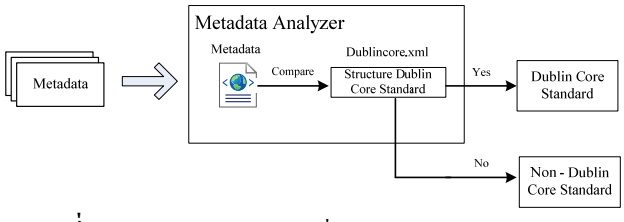
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ การนำเสนอวิธีการบูรณาการเมทาดาทาเพื่อสร้างคลังข้อมูลส่วนกลางจากคลังข้อมูลแหล่งต่าง ๆ โดยจะแบ่งเป็นสี่วิธีดังนี้ 1) การจำแนกโครงสร้างข้อมูลมาตรฐานเมทาดาทา 2) การบูรณาการเมทาดาทาที่มีมาตรฐานดับลินคอร์ 3) การบูรณาการเมทาดาทาที่มีมาตรฐานต่างจากมาตรฐานดับลินคอร์ และ 4) การปรับแต่งคลังข้อมูลให้เหมาะสม ซึ่งแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: การบูรณาการเมทาดาทาจากคลังข้อมูลแหล่งต่าง ๆ

3.1 การจำแนกโครงสร้างข้อมูลมาตรฐานเมทาดาทา

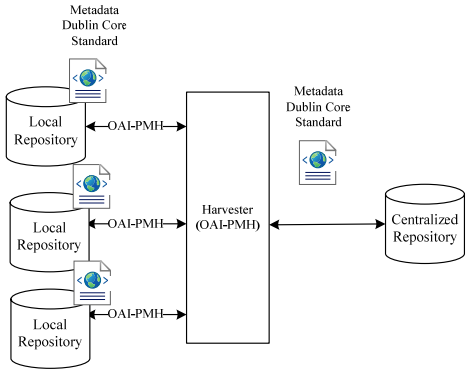
การจำแนกจะใช้การวิเคราะห์เมทาดาทา (Metadata Analyzer) ในการช่วยระบุว่ามีโครงสร้างลักษณะตรงกับมาตรฐานดับลินคอร์ ถ้าเมทาดาทามีมาตรฐานดับลินคอร์ ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลได้ และถ้าในกรณีที่เมทาดาทามีมาตรฐานที่ต่างมาตรฐานดับลินคอร์ต้องจัดรูปแบบเมทาดาทาให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานดับลินคอร์ก่อนนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูล แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: การวิเคราะห์เมทาดาทาเพื่อตรวจสอบมาตรฐานดับลินคอร์

3.2 การบูรณาการเมทาดาทาที่มีมาตรฐานดับลินคอร์

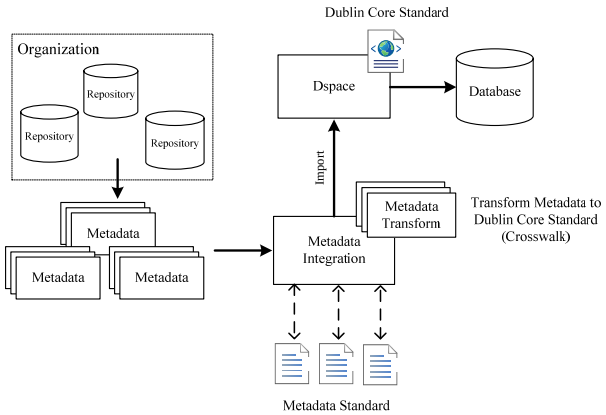
คลังข้อมูลดีสเปซมีพื้นฐานสำคัญในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งใช้มาตรฐานดับลินคอร์เป็นมาตรฐานในการจัดเก็บเมทาดาทา ซึ่งในการบูรณาการเมทาดาทาที่มีเมทาดาทามาตรฐานดับลินคอร์จะอาศัยการทำงานของโอเอไอ-พีเอ็มเฮช ซึ่งทำงานโดยใช้ตัวเก็บเกี่ยวข้อมูล (Harvester) ที่มีหน้าที่ในการรวบรวมเมทาดาทาจากคลังข้อมูลและทำการจัดเก็บข้อมูลลงบนคลังข้อมูล ที่ได้ถูกเตรียมไว้โดยคลังข้อมูลต่าง ๆ (Local Repository) ดังนั้นตัวเก็บข้อมูลจะนำข้อมูลจากคลังข้อมูลต่าง ๆ นำเข้าคลังข้อมูลส่วนกลาง ดังแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลโดยใช้หลักการ OAI-PMH

3.3 การบูรณาการเมทาดาทาที่มีมาตรฐานต่างจากมาตรฐานดับลินคอร์

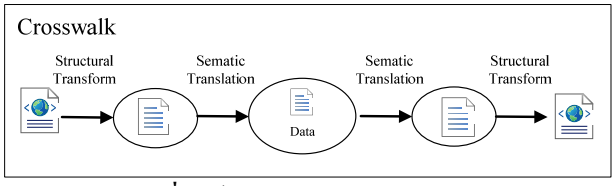
เนื่องจากคลังข้อมูลภายในองค์กรอาจมีการจัดเก็บเมทาดาทาที่ต่างจากมาตรฐานดับลินคอร์ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการบูรณาการเมทาดาทา โดยจำเป็นต้องแปลงเมทาดาทามาตรฐานต่าง ๆ เพื่อจัดรูปแบบให้เป็นมาตรฐานดับลินคอร์ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ครอสวอคในการแปลงเมทาดาทาที่มีมาตรฐานต่าง ๆ เป็นมาตรฐานดับลินคอร์ที่สามารถจัดเก็บได้ในคลังข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูล โดยภาพรวมของวิธีการนี้แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: การแปลงมาตรฐานเมทาดาทาให้อยู่ในมาตรฐานดับลินคอร์

3.3.1 การแปลงเมทาดาทาจากคลังข้อมูลภายนอกให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานดับลินคอร์ ในขั้นตอนนี้ทางผู้วิจัย

จะต้องศึกษาเมทาดาทาในคลังข้อมูลที่ต้องการ เพื่อดูรูปแบบของมาตรฐานเมทาดาทา ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้ครอสวอคในการแปลงเมทาดาทาเป็นมาตรฐานดับลินคอร์ โดยที่ครอสวอคจะทำหน้าที่ในแปลงโครงสร้างของเมทาดาทา เพื่อหาความหมายของเมทาดาทาจากนั้นจะทำการแปลงเมทาดาทาให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานที่ต้องการ ซึ่งอธิบายในส่วนถัดไปนี้ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ขั้นตอนการทำงานของครอสวอค

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างข้อมูลเมทาดาทา เพื่อใช้ประกอบการศึกษาวิจัย เช่น ข้อมูลเมทาดาทามาร์ค 21 มีรหัส 100 คือผู้แต่ง (Author) รหัส 245 คือชื่อเรื่อง (Tittle) รหัส 260 คือสำนักพิมพ์ (Publisher) เป็นต้น แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 8

MARC 21

100 a Padermsak Jarayabhand
245 a Development of genetic markers for increasing production
260 a Chulalongkorn University , c 2012

ภาพที่ 8: ตัวอย่างข้อมูลมาตรฐานมาร์ค 21

เมื่อทำการแปลงความหมายเป็นมาตรฐานดับลินคอร์เพื่อหาความหมายที่เหมือนกันจะได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การแปลงความหมายและโครงสร้างมาตรฐาน

Element	MARC 21	Dublin Core
Title	245 a Development of genetic markers for increasing production	<dc:title>Development of genetic markers for increasing production</>
Author	100 a Padermsak Jarayabhand	<dc:creator>Padermsak Jarayabhand </>
Publisher	260 a Chulalongkorn University , c 2012	<dc:publisher>Chulalongkorn University,2012</>

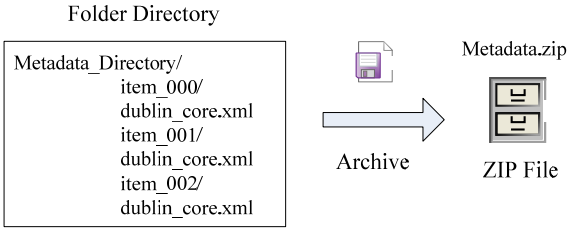
เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลที่แปลงความหมายเรียบร้อย แล้วทำการแปลงเป็นรูปแบบโครงสร้างมาตรฐานดับลินคอร์ดังภาพที่ 9

Dublin Core Standard
Dublin_core.xml

<dc:title>Development of genetic markers for increasing production</>
<dc:creator>Padermsak Jarayabhand</>
<dc:publisher>Chulalongkorn University,2012</>

ภาพที่ 9: ตัวอย่างข้อมูลการแปลงเป็นมาตรฐานดับลินคอร์

3.3.2 การนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลดีสเปซจะใช้หลักการนำข้อมูลของดีสเปซ ซึ่งมีลักษณะการนำข้อมูลเข้าเป็นกลุ่ม โดยใช้คำสั่ง “[dspace]/bin/dspace import” ซึ่งเมื่อทำการจัดรูปแบบเมทาดาทาให้อยู่ในมาตรฐานดับลินคอร์ (จากข้อ 3.3.1) ผู้วิจัยต้องจัดเตรียมโครงสร้างไฟล์ข้อมูลให้ถูกต้อง ดูรายละเอียดดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: การจัดเตรียมโครงสร้างไฟล์ข้อมูลเพื่อนำเข้าคลังข้อมูล

จากภาพที่ 10 มีข้อมูลเมทาดาทาทั้งหมดสามรายการที่นำเข้าคลังข้อมูลซึ่งต้องทำการรวมไฟล์เป็นหนึ่งไฟล์ (Metadata.zip) ซึ่งผู้วิจัยใช้คำสั่ง “[dspace]/bin/dspace import” เพื่อนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลดังภาพที่ 11

[dspace]/bin/dspace import --add --eperson=admin@user.com --collection=CollectionID --mapfile=Metadata.zip

ภาพที่ 11: ตัวอย่างชุดคำสั่งในการนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูล

3.4 การปรับแต่งคลังข้อมูลให้เหมาะสม

การปรับแต่งคลังข้อมูลให้เหมาะสม เนื่องจากเมื่อนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูลแล้ว จึงควรพิจารณาเรื่องการกำหนดชื่อกลุ่มข้อมูลแหล่งที่มาให้ เพื่อสะดวกในการสืบค้นข้อมูล แสดงรายละเอียดตามตัวอย่างตารางที่ 3

ตารางที่ 3: การกำหนดชื่อกลุ่มข้อมูลแหล่งที่มา

คลังข้อมูล	ชื่อกลุ่มข้อมูล
คลังข้อมูล 1	A
คลังข้อมูล 2	B
คลังข้อมูล 3	C
คลังข้อมูล 4	D

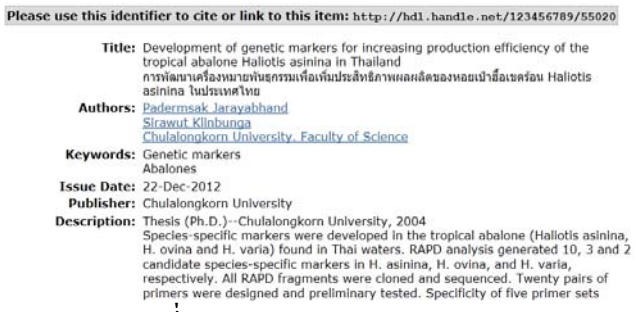
4. ทดสอบและประเมินผลการบูรณาการข้อมูลลงบนคลังข้อมูลส่วนกลาง

การทดสอบและประเมินผลการบูรณาการข้อมูลเมทาดาทา ซึ่งเกณฑ์การทดสอบการบูรณาการคือ จำนวนข้อมูลเมทาดาทาภายในคลังข้อมูลต่าง ๆ และผลลัพธ์จำนวนข้อมูลเมทาดาทาที่นำเข้าคลังข้อมูลส่วนกลาง แสดงรายละเอียดผลการทดสอบดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลลัพธ์จำนวนข้อมูลที่นำเข้าคลังข้อมูลส่วนกลาง

ชื่อคลังข้อมูล	จำนวนข้อมูล	จำนวนผลลัพธ์	ผลการทดสอบ	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
A	7,023	7,023	✓	
B	12,796	12,796	✓	
C	3,054	3,054	✓	
D	3,314	3,314	✓	

การประเมินการบูรณาการ ซึ่งประเมินจากจำนวนข้อมูลภายในคลังข้อมูลต่าง ๆ กับผลลัพธ์จำนวนข้อมูลที่นำเข้าคลังข้อมูลส่วนกลาง จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลเมทาดาทาที่ได้จากการบูรณาการแล้ว ซึ่งผู้วิจัยทำการสืบค้นข้อมูลจากคลังข้อมูลส่วนกลางค้นหาข้อมูล (Search) ที่ต้องการได้ผลลัพธ์เพื่อนำมาแสดงผลข้อมูลผ่านการเรียกดูข้อมูล (Browse) แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 12


Please use this identifier to cite or link to this item: http://hdl.handle.net/123456789/55020

Title: Development of genetic markers for increasing production efficiency of the tropical abalone Haliotis asinina in Thailand
การพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตของหอยเป๋าฮื้อเขตร้อน Haliotis asinina ในประเทศไทย
Authors: Padermsak Jarayabhand
Sirawut Klinbunga
Chulalongkorn University. Faculty of Science
Keywords: Genetic markers
Abalones
Issue Date: 22-Dec-2012
Publisher: Chulalongkorn University
Description: Thesis (Ph.D.)--Chulalongkorn University, 2004
Species-specific markers were developed in the tropical abalone (Haliotis asinina, H. ovina and H. varia) found in Thai waters. RAPD analysis generated 10, 3 and 2 candidate species-specific markers in H. asinina, H. ovina, and H. varia, respectively. All RAPD fragments were cloned and sequenced. Twenty pairs of primers were designed and preliminary tested. Specificity of five primer sets

ภาพที่ 12: แสดงรายละเอียดข้อมูลเมทาดาทา

5. สรุปงานวิจัยและแนวทางในการพัฒนาต่อ

ผลลัพธ์ที่ได้ในงานวิจัยนี้จะได้คลังข้อมูลส่วนกลางที่บูรณาการข้อมูลจากคลังข้อมูลภายในองค์กร โดยได้วิธีการนำข้อมูลที่มีมาตรฐานดับลินคอร์จะอาศัยหลักการทำงานโอเอไอ-พีเอ็มเอช ในกรณีที่เมทาดาทาที่มีมาตรฐานต่างจากมาตรฐานดับลินคอร์จะต้องจัดรูปแบบเมทาดาทาให้เป็นมาตรฐานดับลินคอร์ก่อนนำเข้าคลังข้อมูลซึ่งใช้หลักการแปลงครอสวอค ซึ่งในการบูรณาการข้อมูลจะได้คลังข้อมูลส่วนกลางที่ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลและแสดงผลลัพธ์ข้อมูลจากคลังข้อมูลส่วนกลางจากแหล่งเดียว ทั้งนี้ประโยชน์ที่ได้เพื่อความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลและช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดูแลคลังข้อมูลที่อยู่ภายในองค์กร แนวทางในอนาคตต่อการพัฒนาเรื่องของการบูรณาการข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่าง ๆ กัน ในด้านอื่น เช่น การบูรณาการข้อมูลไฟล์เอกสาร ข้อมูลไฟล์ดิจิทัล ไฟล์เสียงและไฟล์วิดีทัศน์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] MARC Standard “Metadata MARC formats” ,Reference Description,”[Online],Availablefrom:http://www.loc.gov/marc, 2012.

[2] Society, I.C., “Search Engine Coverage of the OAI-PMH Corpus”, Mar-Apr, 2006.

[3] Initiative, O.A, “Open Archives Initiative Version 2.0: Reference Description” [Online], Available from: http://www.openarchives.org, 2008.

[4] Ramachandran, “Enabling Knowledge Sharing with an Institutional Repository”, International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), 2007.

[5] R. Neto, R.B.-Y.a.B, “Modern Information Retrieval”, Addison Wesley, 1999.

[6] G. Pirounakis, M.N, “Comparing Open Source Digital Library Software”, 2009.

[7] Dspace, “DSpace 1.7.1 System Documentation”, 2011.

[8] Dspace, “Repository”, http://www.dspace.org, 2011.

[9] A. Mikeal, J.C, “Large-scale ETD repositories: A case study of a digital library application”, JCDL, June 15-June 19, 2009.

[10] R. Neto, R.B.-Y.a.B, “Modern Information Retrieval”, Addison Wesley, 1999.

[11] Hochstenbach, P, “The OAI-PMH Static Repository and Static Repository”, IEEE, 2003.

[12] Godby, Jean. “Metadata Translation Services,” [Online], Availablefrom:http://www.oclc.org/research/rac/presentations/rac_godbytranslation.ppt, 2006.

การวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นร่วมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเปรียบเทียบกับเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

Analysis of Homeopathy Treatment Data in Osteoarthritis Patients by comparing Multi-Layer Perceptron with Backpropagation Learning Algorithm and Decision Tree Techniques

โพธิพงศ์ ทูลภิรมย์(Phothipong Toonpirom)[1] และอัจฉรา มหาวีรวัฒน์(Autchara Mahaweerawat)[2]
ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[1]kamo073@hotmail.com, [2]scatchma@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นร่วมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเปรียบเทียบกับเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ข้อมูลที่นำมาใช้ได้มาจากการรักษาผู้ป่วยด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมในโรงพยาบาลสำโรงทาบจสุรินทร์ จากผลการทดลองพบว่าแบบจำลองโครงข่าย. ประสาทเทียมสามารถทำนายว่าผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นหรือไม่จากส่วน 90 การรักษาด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ได้ถูกต้องร้อยละตัดสินใจสามารถทำนายได้ถูกต้องร้อยละแบบจำลองต้นไม้ 77.ด้วยผลการทดลองดั 5งกล่าวประกอบกับการปรึกษากับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญและการอ้างอิงข้อมูลการรักษาจริง จึงสรุปได้ว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมอยู่ในเกณฑ์ดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

คำสำคัญ: โฮมิโอพาธีย์ โครงข่ายประสาทเทียม , ต้นไม้ตัดสินใจ

Abstract

This research aims to analyze homeopathy treatment data in osteoarthritis patients by comparing multi-layer perceptron with backpropagation learning algorithm and decision tree techniques. The data used in this research are collected from Homeopathy Treatment in osteoarthritis patients at Samrongthap hospital, Surin province. From experimental results, the artificial neural network model can predict whether the patients get better from the homeopathy treatment with 90 percentage of accuracy, while the decision tree model can predict the treatment result with 77.5 percentage of accuracy. Based on the experimental results, medical professional discussion and reference to real treatment data, it can be concluded that the treatment data analysis results from the artificial neural network model are good and can be applied in practice.

Keywords: Homeopathy, Multi-Layer Perceptron, Decision Tree

1. บทนำ

โรคข้อเข่าเสื่อม เป็นโรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ โดยพบในเพศหญิงบ่อยกว่าชาย ผู้ป่วยมักมีอาการปวดในเข่า บริเวณรอบๆ ลูกสะบ้า หรือในข้อพับเข่า มีเสียงดังเวลาขยับเคลื่อนไหวข้อ มีอาการฝืดหรือคล้ายข้อยึด หรือมีอาการบวมอักเสบในเข่า การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมนั้นมักดำเนินการโดยวิธีการแพทย์แผนปัจจุบันแต่ก็ยังมีวิธีการแพทย์ทางเลือกที่กำลังถูกผลักดันให้นำมารักษาผู้ป่วย โดยหนึ่งในวิธีการแพทย์ทางเลือกที่กำลังเป็นที่สนใจคือศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ (Homeopathy) ซึ่งมีแนวคิดว่าสารใดๆ ก็ตาม เช่น พืช

สมุนไพร ใบไม้ ดอกไม้ สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เกลือ แร่ธาตุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์สามารถเป็นสาเหตุของการเกิดโรคได้[1],[2] นอกจากศาสตร์ทางการแพทย์แล้วยังมีการบูรณาการศาสตร์ด้านอื่นๆมาช่วยในการกระบวนการวินิจฉัยและรักษาโรคได้แก่ ศาสตร์ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาช่วยในการวินิจฉัยโรค เช่น การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวาน[3] และการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นจากระดูขาวด้วยโครงข่ายประสาทเทียม[4] และการใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์ภาวะตัวรับฮอร์โมนของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมและอัตราการอยู่รอดของผู้ป่วยมะเร็งเต้านม[5] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้ศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ โดยเป้าหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาคือการทำนายว่าแนวทางการรักษานั้นจะเป็นผลให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นหรือไม่ เพื่อให้แพทย์ดำเนินการไปในทิศทางที่ถูกต้องมากขึ้น

บทความนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 จะอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการดำเนินงานวิจัยจะถูกอธิบายในส่วนที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคข้อเข่าเสื่อม (Osteoarthritis)

โรคข้อเข่าเสื่อม เป็นโรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ โดยพบในเพศหญิงบ่อยกว่าชาย ผู้ป่วยมักมีอาการปวดในเข่า บริเวณรอบๆ ลูกสะบ้า หรือในข้อพับเข่า มีเสียงดังเวลาขยับเคลื่อนไหวข้อ มีอาการฝืดหรือคล้ายข้อยึด หรือมีอาการบวมอักเสบในเข่า เป็นต้น จากอาการดังกล่าว จะส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถประกอบกิจวัตรประจำวัน เช่น ยืน เดินได้ตามปกติ ซึ่งการขยับเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่ดีนั้น ข้อเข่าจะต้องมีกระดูกอ่อนผิวข้อที่มีความแข็งแรง คือมีความหนา ยืดหยุ่น เรียบลื่นและทนทานในการรับแรงกระแทกจากภายนอก รวมทั้งมีน้ำหล่อเลี้ยงไขข้อที่มีคุณสมบัติและปริมาณเหมาะสมช่วยหล่อลื่นเพื่อให้การเคลื่อนไหวของข้อเข่าเป็นไปอย่างปกติในการใช้งานในชีวิตประจำวัน แต่ในผู้ป่วยที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อมจะพบว่า มีการบางตัวหรือสึกกร่อนหรือเปื่อยยุ่ยไปของกระดูกอ่อนผิวข้อ อาจมีลักษณะผิวข้อไม่เรียบ ขรุขระ หรือมีหินปูนเกิดขึ้นในข้อ รวมทั้งคุณสมบัติและปริมาณของน้ำหล่อเลี้ยงไขข้อที่เปลี่ยนแปลงไป จนอาจส่งผลให้เกิดการอักเสบของเยื่อบุข้อและก้อนกล้ามเนื้อบริเวณรอบเข่าตามมาได้

2.2 โฮมิโอพาธีย์(Homeopathy)

โฮมิโอพาธีย์มีรากศัพท์มาจาก Homeo ซึ่งแปลว่า เหมือนหรือคล้าย และคำว่า patho ซึ่งแปลว่าโรค ศาสตร์แขนงนี้มีมานานกว่า 200 ปี ค้นพบโดยนายแพทย์ Samuel Hahnemann (1755 - 1843) ชาวเยอรมัน จึงทำให้เกิดทฤษฎีที่เรียกว่า “law of similar” หรือ“like cure like” คือ สารใดๆ ก็ตาม เช่น พืช สมุนไพร ใบไม้ ดอกไม้ สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เกลือ แร่ธาตุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์สามารถเป็นสาเหตุของการเกิดโรคได้[1],[2]

2.3 ต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree) คือ กราฟต้นไม้ที่ประกอบด้วยจุดยอดและด้าน โดยจุดยอดภายในจะแทนลักษณะ หรือ ผลของการทดสอบ ใบจะแทนค่าของคลาสหรือการกระจายของคลาส[6]

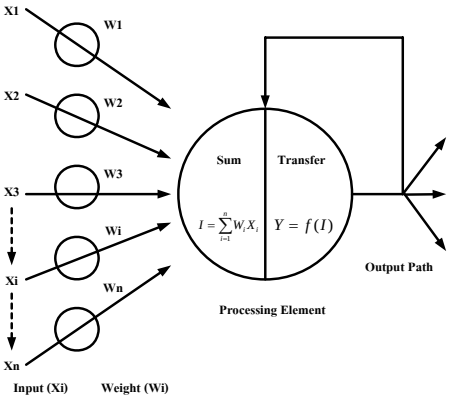
ID3 เป็นขั้นตอนวิธีแรกที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเพื่อให้สามารถสร้างแผนภูมิต้นไม้ที่ดีที่สุด แนวคิดของ ID3 พยายามหาตัวแบ่งจำแนกประเภทข้อมูล(Classifier) ที่ดีที่สุด โดยใช้หลักการทฤษฎีทางสารสนเทศ และการพยายามลดจำนวนครั้งในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ดังนั้นในการเลือกคุณลักษณะ (Attribute) เพื่อใช้ในการตัดสินใจของแต่ละโหนดจะพยายามเลือกคุณลักษณะที่จะให้สารสนเทศเพิ่มเติมสูงสุด(Highest Information Gain)โดยใช้เอนโทรปี(Entropy) เป็นตัววัดปริมาณสารสนเทศก่อนและหลังการจำแนก การที่เอนโทรปีมีค่าต่ำลงแสดงว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจัดกระจายน้อยลง หรือข้อมูลถูกจำแนกจนเป็นระเบียบมากขึ้น ทำให้ได้สารสนเทศจากข้อมูลชุดนั้นมากขึ้นด้วย

C4.5 เป็นขั้นตอนวิธีการจำแนกซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นต้นไม้ตัดสินใจที่เป็นวิธีการสร้างต้นไม้เช่นเดียวกับ ID3 แต่เพิ่มกระบวนการปรับปรุงต้นไม้เพื่อให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น

[7],[8],[9],[10] โดยงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจแบบ C4.5

2.4 โครงข่ายประสาทเทียม(Artificial Neural Network)

แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างการทำงาน และการเชื่อมต่อเลียนแบบระบบการทำงานของเซลล์สมองของมนุษย์[10],[11] งานวิจัยด้านโครงข่ายประสาทเทียมมีความแพร่หลายอย่างมาก โดยแบบจำลองที่นิยมใช้มากที่สุดคือแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ(Back Propagation Neural Network: BPNN) [11]ซึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างของแบบจำลอง BPNN

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมที่เข้ารับการรักษาโดยใช้ศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ ในโรงพยาบาลสำโรงทาบ จ. สุรินทร์ ซึ่งแต่ละรายมีข้อมูลการรักษาหลายครั้ง โดยรวบรวมทั้งหมดจำนวน 200ระเบียนด้วยการซักประวัติและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอาการสำคัญที่มาพบแพทย์ การเจ็บป่วยในอดีตและการเจ็บป่วยในปัจจุบัน

3.2 กำหนดค่าข้อมูล

ข้อมูลผู้ป่วยที่รวบรวมได้จะถูกกำหนดค่าข้อมูลตามคุณลักษณะที่กำหนดขึ้นจำนวน คุณลักษณะ 10(Attribute) ดังแสดงในตารางที่ เพื่อนำข้อมูลที่แปลงค่าแล้วไปประมวลผล 1 ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

นอกจากนี้ข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกปรับให้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกัน (*Normalization*) คือ 0 ถึง 5 ตามสมการที่ 1

$$X_{new} = \frac{X_{old} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 5 \qquad (1)$$

โดย

X_{new} คือ ค่าข้อมูลใหม่ที่ทำการนอร์มัลไลซ์แล้ว

X_{old} คือ ค่าคุณลักษณะเดิม

X_{min} คือ ค่าคุณลักษณะที่มีค่าน้อยที่สุด

X_{max} คือ ค่าคุณลักษณะ ที่มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 1: คุณลักษณะ(Attribute) และค่าของคุณลักษณะสำหรับอธิบายข้อมูลการรักษาโรคข้อเข่าเสื่อม

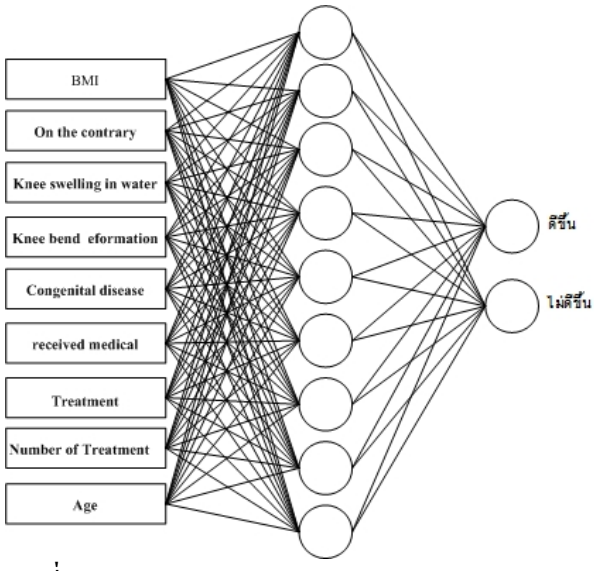
ลำดับที่	คุณลักษณะ	ค่าคุณลักษณะสำหรับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	ค่าคุณลักษณะสำหรับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม
1	ดัชนีมวลกาย (BMI)	(น้อยกว่า 18.5=0) (18.5 - 24.9=1) (25-29.9=2) (30-34.9=3) (35-39.9=4) (40 ขึ้นไป=5)	(น้อยกว่า 18.5=0) (18.5 - 24.9=1) (25-29.9=2) (30-34.9=3) (35-39.9=4) (40 ขึ้นไป=5)
2	ปวดข้อเข่า,เมื่อย, ตึงที่น่องและข้อพับเข่า	(ไม่ตึง=0) (ตึง=1)	(ไม่ตึง=0) (ตึง=5)
3	ขัดข้อเคลื่อนไหวได้ไม่เต็มที่	(ไม่ขัด=0) (ขัด=1)	(ไม่ขัด=0) (ขัด=5)
4	ข้อเข่าบวมมีน้ำในข้อ	(ไม่มี=0) (มี=1)	(ไม่มี=0) (มี=5)
5	เข่าคดผิดรูปร่าง	(ไม่คดหรือไม่โก่ง=0)	(ไม่คดหรือไม่โก่ง=0)

	หรือเข่าโก่ง	(คดหรือโก่ง=1)	(คดหรือโก่ง=5)
6	โรคประจำตัว	(ไม่มี=0) (มี=1)	(ไม่มี=0) (มี=5)
7	เคยรับยาแพทย์แผนปัจจุบันมาก่อน	(ไม่เคย=0) (NSAIDS=1) (STEROID=2)	(ไม่เคย=0) (NSAIDS=2.5) (STEROID=5)
8	รักษาโดยให้ยาโฮมิโอพาธีย์	(Symphytum30c=0) (Symp+arn+ruta30c=1)	(Symphytum30c=0) (Symp+arn+ruta30c=5)
9	จำนวนครั้งที่มารับยาโฮมิโอพาธีย์	(0 ครั้ง=0) (1 ครั้ง =1) (2 ครั้ง = 2)	(0 ครั้ง=0) (1 ครั้ง =2.5) (2 ครั้ง = 5)
10 (Target)	ระดับความเจ็บปวด (pain score)	(ระดับความเจ็บปวด 1-5 =improve) (ระดับความเจ็บปวด 6-10 =not improve)	(ระดับความเจ็บปวด 1-5 = improve) (ระดับความเจ็บปวด 6-10 = not improve)

3.3 ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม WEKA เวอร์ชัน3.6.9 เพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โดยใช้ชุดข้อมูลชุด ได้แก่ ชุด 2 ข้อมูลฝึกสอน(Training data set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data set) ในอัตราส่วน 80%:20% ดังแสดงในตารางที่ 2

โครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยโหนดในชั้นนำเข้าจำนวน 9 โหนดซึ่งสอดคล้องกับจำนวนคุณลักษณะลำดับที่ 1 ถึง 9 ในชั้นซ่อนจำนวน 9 โหนด ซึ่งได้จากการทดลองโดยเริ่มจากจำนวนโหนดซ่อนน้อยก่อน (เริ่มจาก 5 โหนด) แล้วค่อยเพิ่มจำนวนทีละหนึ่งจนกว่าจะได้ผลการทดลองที่เหมาะสมโดยใช้จำนวนโหนดซ่อนน้อยที่สุด และในชั้นผลลัพธ์มี 2 โหนด โดยผลลัพธ์ที่ต้องการจากแบบจำลองคือผู้ป่วยมีแนวโน้มอาการดีขึ้น (มีระดับความเจ็บปวด 1-5) หรืออาการไม่ดีขึ้น (มีระดับความเจ็บปวด 6-10) ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมดังแสดงในภาพที่ 2

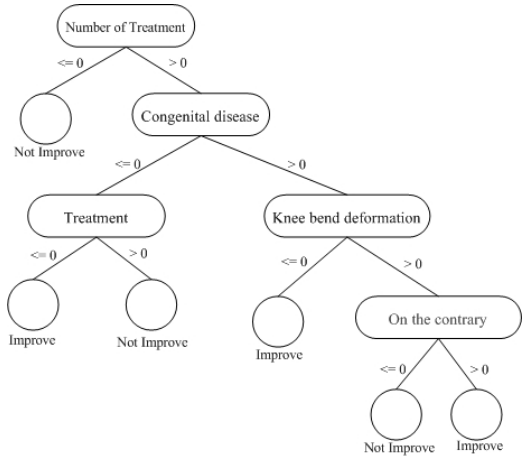


ภาพที่ 2: โครงสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 2: การแบ่งกลุ่มข้อมูลสำหรับฝึกสอนและทดสอบแบบจำลอง

ชุดข้อมูล	จำนวนข้อมูลผู้ป่วยที่มีอาการดีขึ้น	จำนวนข้อมูลผู้ป่วยที่มีอาการไม่ดีขึ้น
ชุดข้อมูลฝึกสอน	79	81
ชุดข้อมูลทดสอบ	27	13

นอกจากนี้แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจยังถูกสร้างขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเมื่อประมวลผลข้อมูลชุดฝึกสอนด้วยขั้นตอนวิธี C4.5 แล้วได้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

โดยสามารถสรุปเป็นกฎการตัดสินใจดังนี้

1. IF Number of Treatment <= 0 THEN Not improve
2. IF Number of Treatment > 0 AND Congenital disease <= 0 AND Treatment <= 1THEN Improve
3. IF Number of Treatment > 0 AND Congenital disease <= 0 AND Treatment > 1THEN Not improve
4. IF Number of Treatment > 0 AND Congenital disease > 0 AND Knee bend deformation <= 0 THEN Improve
5. IF Number of Treatment > 0 AND Congenital disease > 0 AND Knee bend deformation > 0 AND On the contrary <= 0 THEN Not improve
6. IF Number of Treatment > 0 AND Congenital disease > 0 AND Knee bend deformation > 0 AND On the contrary > 0 THEN Improve

กำหนดความหมายของตัวแปรในกฎโดยอ้างอิงกับคุณลักษณะในตารางที่ 1 ดังนี้

Number of Treatment คือ จำนวนครั้งที่มารับยาโฮมิโอพาธีย์

Congenital disease คือ โรคประจำตัว

Treatment คือ รักษาโดยให้ยาโฮมิโอพาธีย์

Knee bend deformation คือ เข่าคดผิดรูปร่างหรือเข่าโก่ง

On the contrary คือ ขัดข้อเคลื่อนไหวได้ไม่เต็มที่

Improve คือ อาการดีขึ้น

Not improve คือ อาการไม่ดีขึ้น

โดยสามารถแปลความหมายของกฎการตัดสินใจดังกล่าวตามค่าของคุณลักษณะในส่วนเงื่อนไขและข้อสรุปของกฎได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กฎข้อที่ 3ถ้าผู้ป่วยเคยมารับยาโฮมิโอพาธีย์ และไม่มีโรคประจำตัวและเคยรับยาโฮมิโอพาธีย์ซึ่งมีส่วนประกอบของตัวยา Symphytum+Arnica+Ruta30c[1] แล้ว ผู้ป่วยอาการไม่ดีขึ้น

กฎข้อที่ 6 ถ้าผู้ป่วยเคยมารับยาโฮมิโอพาธีย์ และมีโรคประจำตัว และมีอาการเข่าคดผิดรูปร่างหรือเข่าโก่ง และ มีอาการขัดข้อเคลื่อนไหวไม่เต็มที่ แล้วผู้ป่วยอาการดีขึ้น

4. ผลการวิจัย

เมื่อวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3-4

โดยจากตารางที่ 3-4 พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในชุดทดสอบได้ถูกต้อง 90% และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแบบ false positive: FP 2.5% (แบบจำลองให้ผลลัพธ์คืออาการไม่ดีขึ้น แต่คำตอบที่ถูกต้องคืออาการดีขึ้น) และแบบ false negative: FN 7.5% (แบบจำลองให้ผลลัพธ์คืออาการดีขึ้น แต่คำตอบที่ถูกต้องคืออาการไม่ดีขึ้น) ส่วนแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในชุดทดสอบได้ถูกต้อง 77.5% และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแบบ false positive: FP 12.5% และแบบ false negative: FN 10%

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมในรูปแบบร้อยละความถูกต้อง

แบบจำลอง	ชุดข้อมูลฝึกสอน	ชุดข้อมูลทดสอบ
แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	92.5%	90%
แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	80%	77.5%

ตารางที่ 4: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาโรคด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมในรูปแบบร้อยละความผิดพลาด

แบบจำลอง	ชุดข้อมูลฝึกสอน		ชุดข้อมูลทดสอบ	
	FP	FN	FP	FN
แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	7.5%	0%	2.5%	7.5%
แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	15.625 %	4.375 %	12.5%	10%

5. สรุปและเสนอแนะ

การรักษาโรคข้อเข่าเสื่อมด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์จำเป็นต้องวิเคราะห์อาการของผู้ป่วยเพื่อเลือกใช้สารประกอบของยาซึ่งไม่มีแนวทางการรักษาที่ชัดเจน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาด้วยศาสตร์โฮมิโอพาธีย์ในกลุ่มผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นร่วมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเปรียบเทียบกับเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ จากผลการทดลองพบว่า เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้อง

สูงคือ 90% และยังทราบถึงกฎการเรียนรู้จากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมได้ โดยในการศึกษาครั้งต่อไปจะมุ่งเน้นในการเพิ่มความแม่นยำของการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาให้มากขึ้นเช่น การกำหนดคุณลักษณะเพิ่มขึ้น เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์ตะวัน พลสระคู ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสำโรงทาบ จ.สุรินทร์ และดร.วงกต ศรีอุไร ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] อมร เปรมกมล , บุญชัย ตั้งสง่าศักดิ์ศรีและตะวัน พลสระคู. “การศึกษาเบื้องต้นถึงสัมฤทธิผลของการใช้ยาโฮมิโอพาธีย์ เดี่ยวเปรียบเทียบกับยาผสมในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม”, *การดำเนินการโครงการพิเศษ*,คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.

[2] กฤษฎา พันธุ์เพ็ง .Homeopathyโฮมีโอพาธีย์. http://www.thaihomeopathy.com/index.php/th/component/content/article/109-homeopathy-

[3] กิตติพล วิแสง ,สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา และคำรณ สุนัติ. “การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวาน”,คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี, 2552.

[4] สุรเดช บุญลือ, ทาณิกา คำมะนาถ, กัลญา แก้วแสน. “ระบบวินิจฉัยโรคเบื้องต้นจากระดูขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ”. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, 2552.

[5] ปฏิยากร โคผดุง, “ระบบต้นไม้ตัดสินใจสำหรบการวิเคราะห์ภาวะตัวรับฮอร์โมนของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมและ อัตราการอยู่รอดของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมในโรงพยาบาล”. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

[6] กาญจนา วงษ์กำภู, “ระบบงานสืบค้นงานวิจัยด้านจิตเวชศาสตร์โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ กรณีศึกษา สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา**”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, 2552**.**

[7] ชัดชัย แก้วตา และ อัจฉรา มหาวีรวัฒน์ ,“การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ”, *การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านคอมพิวเตอร์และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ* 28-29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553,หน้า 308-313.

[8] J. R. Quinlan. C4.5: *program for machine learning*, California :Morgan Kaufmann, 1993.

[9] ชุติมา อุตมะมุณีย์และ ประสงค์ ประณีตพลกรัง ,“การพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา”. *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศ* ฉบับที่ 2 กรกฎาคม ธันวาคม–พ2553.ศ. หน้า 39-.48

[10] ขวัญฤทัย แซ่ลิ้ม และ ณัฐวี อุตกฤษฎ์ , “การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ความต้องการโลหิตโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[11] นงเยาว์ ในอรุณและ พรรณี สิทธิเดช, “ระบบการจำแนกผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดและโรคหัวใจแบบอื่นโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ”. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554.

ระบบคัดกรองนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยการเปรียบเทียบเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

A Comparison of Decision Tree and Support Vector Machine Techniques for Classifying Students for e-Learning in Information Technology Course

ณัฐ พลอยอ่อง (Nat Ployong)[1] และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]taeployong@gmail.com, [2]nalinpatp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกโมเดลระหว่างเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อใช้พัฒนาระบบคัดกรองนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศโดยการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อเป็นการส่งเสริมผู้เรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นหลัก ให้สามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเองได้ ผลการเปรียบเทียบโมเดลที่ได้คือเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจให้ผลความถูกต้องสูงที่สุด จากการสร้างโมเดลแบบ 100 Folds ได้ค่าความถูกต้องที่ 74.46% ซึ่งมากกว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ให้ผลความถูกต้องสูงที่สุด จากการสร้างโมเดลแบบ 100 Folds ได้ค่าความถูกต้องที่ 72.48% จากผลดังกล่าวนี้ เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจถูกนำมาใช้พัฒนาโปรแกรมระบบคัดกรองนักศึกษา ฯ ทั้งนี้ค่าความถูกต้องที่ 74.46% เป็นผลมาจากความไม่ครบถ้วนของข้อมูลนักศึกษาที่ถูกเก็บบันทึกไว้ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ไม่มากนักแต่ยอมรับได้

คำสำคัญ: ต้นไม้การตัดสินใจ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน การทำเหมืองข้อมูล

Abstract

This paper presents a comparison of decision tree and support vector machine techniques for classifying students for e-learning in information technology courses. Results reveal that the decision tree technique can achieve a more accurate value of 74.46% using 100-fold cross-validation. The main reason not to achieve a great result is due to the incomplete collection of student data. However, it is better than the support vector machine technique that achieves a accurate value of 72.48% using 100-fold cross-validation. Consequently, the decision tree technique was used to develop a system for classifying students for e-learning in information technology courses provided at Suan Sunandha Rajabhat University. This system aims at facilitating student learning with more channels.

Keyword: Decision Tree, Support Vector Machine, Data Mining

1. บทนำ

ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้มีการจัดหลักสูตรให้นักศึกษาในระดับปริญญาตรีทั้งหมดต้องเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มวิชาการศึกษาทั่วไป (Global Education: GE) ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาจึงมอบให้อาจารย์ผู้มีความรู้ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำการสอนในรายวิชา แต่เนื่องด้วยการเรียนในห้องเรียน (Class Room) มีข้อจำกัดในด้านเวลา โดยในแต่ละคาบเรียน จะมีการเรียนเวลา 3 ชั่วโมง ส่งผลให้นักศึกษาทำความเข้าใจไม่ได้เท่าที่ควร อีกทั้งทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทามีจำนวนอาจารย์ที่มีความสามารถด้านเทคโนโลยีสารสนเทศไม่มากพอที่จะรองรับนักศึกษาทั้งหมดอย่างทั่วถึง

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบคัดกรองนักศึกษา ฯ เพื่อคัดกรองนักศึกษาเข้าใหม่ที่สามารถเรียนรู้

ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มวิชาการศึกษาทั่วไป โดยเป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมาก และเชื่อว่าตนเองเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ [1] นอกจากนี้ส่วนใหญ่ยังนิยมใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน เพื่อสืบค้นข้อมูลและทบทวนความรู้เพิ่มเติม ทั้งนี้การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์จะส่งผลสัมฤทธิ์ก่อให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างมาก [2] ซึ่งระบบคัดกรองนักศึกษาจะช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังช่วยจัดสัดส่วนห้องเรียนให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนได้ และช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนอีกด้วย เช่น ค่าสอนของอาจารย์ผู้สอน ค่าล่วงเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่ และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการให้บริการห้องเรียน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียน มีค่าใช้จ่ายต่อผู้เรียนที่ต่ำกว่าเดิม แล้วยังคงสามารถทำให้ผู้เรียน เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ [3]

ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกปัจจัยต่าง ๆ มาใช้เป็นตัวแปรต้นในการสร้างโมเดล และใช้ผลการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษาเป็นตัวแปรตาม โดยใช้โปรแกรมเวก้า (Weka) ในการสร้างโมเดลในการทำนาย แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) กับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เพื่อคัดเลือกโมเดลที่มีให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดในการพัฒนาระบบคัดกรองนักศึกษา ฯ และนำไปใช้กับนักศึกษาเข้าใหม่ ในปีต่อไป เหตุผลที่เลือกใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้อง เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน เข้าใจง่าย มีความถูกต้องแม่นยำมาก และเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นเทคนิคที่เน้นใช้ในการคัดแยกและจำแนกข้อมูล โดยอาศัยหลักการของการหาสัมประสิทธิ์ของสมการเพื่อสร้างเส้นแบ่งแยกกลุ่มข้อมูล ซึ่งมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง จึงเป็นอีกเทคนิคที่น่าสนใจในการนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้อง

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้การตัดสินใจ เป็นแบบจำลองวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการพยากรณ์ (Prediction) หรือการจำแนกข้อมูล (Classification) [4] โดยมีลักษณะการทำงานเหมือนโครงสร้างต้นไม้และมีการสร้างกฎการจำแนกต่าง ๆ เพื่อช่วยในการคาดเดา พยากรณ์ข้อมูล โดยกระบวนการนี้เป็นการเรียนรู้จากข้อมูลเก่าเพื่อให้สามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ เมื่อได้กฎการจำแนกแล้วสามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรแกรม เพื่อใช้ในการช่วยตัดสินใจได้ โดยเป็นแบบจำลองที่ง่ายต่อการเข้าใจและการปรับเปลี่ยนสร้างเป็นกฎการจำแนกโดยการสร้างต้นไม้การตัดสินใจจะเป็นการสร้างจากบนลงล่าง (Top – Down) แล้วทำการจัดปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อข้อมูลโดยรวมมากไว้ด้านบนสุดเรียกว่าโหนดราก (Root Node) แล้วแตกปัจจัยย่อยออกเป็นโหนดลูก (Child Node) ลงมาตามลำดับ สุดท้ายแตกออกเป็นใบหรือเรียกว่าลีฟโหนด (Leaf Node) ซึ่งเป็นผลการคาดเดา ทั้งนี้การทำงานจะเป็นแบบบนลงล่างหากถูกต้องตรงตามเงื่อนไขใดก็จะลงไปตามโหนดนั้น จนถึงโหนดสุดท้ายจึงจะได้ผลการทำงานของโมเดล (Model) และสามารถใช้การประเมินหรือวัดประสิทธิภาพโมเดลด้วยวิธีต่างๆ เช่น การวัดประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้ข้อมูลการสอน (Data Training) มาวัดประสิทธิภาพ หรือการใช้วิธี k-fold Cross Validation เมื่อได้ผลการวัดประสิทธิภาพแล้วก็ทำการเลือกโมเดลที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุด มาใช้งานต่อไป [4]

2.2 เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM)

เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล (Classification) โดยเทคนิค SVM จะทำการแบ่งข้อมูลด้วยระนาบหลายมิติ จากข้อมูลที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โมเดลของ SVM มีความคล้ายคลึงกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบง่ายโดยมีหน่วยเดียวที่จำลองลักษณะของเซลล์ประสาท ด้วยการใช้ Kernel Function โดยจะเรียกตัวแปรในการตัดสินใจว่า คุณสมบัติและตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะใช้ในการกำหนดระนาบหลายมิติ หรือเรียกว่า โครงสร้าง (Feature Space) และการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดเรียกว่า โครงสร้างในการคัดเลือก (Feature Selection) เซตที่ใช้แบ่งกลุ่มของข้อมูล เรียกว่า เวกเตอร์ (Vector) โดยทำการสร้างเส้นตรงเพื่อทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลออกจากกัน

โดยเส้นตรงต้องเข้าใกล้กลุ่มข้อมูลมากที่สุด และหากมีการปรับเส้นตรง ก็จะต้องมีแนวระนาบที่ขนาดกับเส้นเดินเดิมเสมอ ประโยชน์และความสามารถของเทคนิค SVM คือการใช้ระนาบหลายมิติเพื่อแบ่งแยกกลุ่มของเวกเตอร์โดยทำการแบ่งข้อมูลที่มีผลแตกต่างกันออกเป็นสองด้าน แยกออกจากกันโดยสิ้นเชิง อีกทั้งยังมีความละเอียดในการแบ่งข้อมูลอย่างมาก [5]

ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลกำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก ทั้งในด้านการทำธุรกิจ ด้านการส่งเสริมการขาย ด้านการเงินการธนาคารและในด้านอื่น ๆ โดยในทางด้านการศึกษาเริ่มมีการนำการทำเหมืองข้อมูลเข้ามาทำการวิเคราะห์สืบค้นสิ่งที่น่าสนใจในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านข้อมูลประวัติส่วนตัวของนิสิตและข้อมูลอื่น ๆ ที่ทางมหาวิทยาลัยหลายแห่งได้ทำการบันทึกเก็บไว้ เช่น ประวัติการศึกษา และเกรดเฉลี่ยสะสม เป็นต้น ซึ่งในอดีตไม่มีการนำออกมาใช้วิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ในด้านการศึกษามากนัก โดยเทคนิคที่นิยมในการทำเหมืองข้อมูลทางด้านการศึกษา มีดังนี้ การหากฎความสัมพันธ์ การจำแนกประเภทข้อมูล และการพยากรณ์ข้อมูล เทคนิคดังกล่าวมักเป็นที่นิยมในการทำเหมืองข้อมูลด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก [6]

ต้นไม้การตัดสินใจเป็นเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการทำเหมืองข้อมูลในด้านการจำแนกประเภทข้อมูล [7] โดยจะมีการรวบรวมเป็นชุดข้อมูล (Relation) ซึ่งประกอบด้วยแอตทริบิวต์ (Attribute) หลาย ๆ ตัวรวมกันเป็นอินสแตนซ์ (Instance) อยู่ภายในชุดข้อมูล แล้วนำมาใช้ในการสร้างโมเดล (Model) และทำการเลือกโมเดลมีประสิทธิภาพดีที่สุดจากโมเดลทั้งหมดที่ได้มาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ คือ กฎความสัมพันธ์ซึ่งจะนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้ เช่น การพยากรณ์ข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และใช้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในด้านการศึกษา การลงทะเบียนเรียน ตลอดจนค้นหาแนวโน้มในการสำเร็จการศึกษา

แต่อย่างไรก็ตาม เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจก็ยังเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ผู้ทำวิจัยส่วนใหญ่จะเลือกเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจมาใช้ในงานวิจัยเป็นอันดับแรก ๆ โดยมีงานวิจัยทั้งที่ใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจอย่างเดียวและทั้งแบบนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อวัดประสิทธิภาพกับเทคนิคอื่น ๆ เนื่องจากเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจมีความโดดเด่นในด้านความแม่นยำสูง เข้าใจง่าย มีความยืดหยุ่นสูงและเหมาะแก่การนำมาทำเหมืองข้อมูลในด้านการจำแนกประเภทได้เป็นอย่างยิ่ง ในขณะเดียวกัน ก็ได้มีผู้คิดค้นเทคนิคในการจำแนกข้อมูลใหม่และมีผู้ทำวิจัยมากมายได้นำไปใช้ในการทำวิจัย คือ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นเทคนิคที่เน้นใช้ในการคัดแยกและจำแนกข้อมูลที่เป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม หรือ 2 คลาส ที่อยู่ในระนาบเดียวกันหรือระนาบต่างกันและใช้เส้นตรง (Vector) ในการแบ่งกลุ่มทั้ง 2 ออกจากกัน จึงมีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลสูง เทคนิคทั้งสองนี้เป็นที่นิยมอย่างมากในการทำเหมืองข้อมูล และมีประสิทธิภาพสูง จึงเหมาะแก่การนำมาใช้ในงานวิจัย โดยทำการเปรียบเทียบว่าเทคนิคใดจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดและเหมาะสมที่สุด ในด้านการคัดกรองนักศึกษา

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การคัดเลือกข้อมูล

วิธีดำเนินงานวิจัยสำหรับการออกแบบและการพัฒนาระบบคัดกรองนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศโดยการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยนำข้อมูลดิบที่ได้เลือกมาใช้ในการวิเคราะห์โมเดล มาทำการเตรียมให้พร้อมสำหรับการนำเข้าสู่โปรแกรมเวก้า (Weka) เพื่อทำการวิเคราะห์โมเดลให้ได้ผลที่ถูกต้องและครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยข้อมูลดิบที่นำเข้ามาใช้มีจำนวน 4,955 ชุด ประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 11 ปัจจัย ดังนี้ 1) ผลการสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) ผลการเรียนเฉลี่ยรวมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า 3) คณะที่เข้าศึกษา 4) สถานภาพการรับทุนการศึกษา 5) วุฒิการศึกษา 6) อัตราเงินเดือนของบิดา 7) อัตราเงินเดือนของมารดา โดยทำการแยกกันระหว่างบิดากับมารดาเพื่อให้ได้ตัวแปรมากขึ้นและเพิ่มความเหมาะสมในการตัดสินใจได้มากขึ้น 8) โรคประจำตัว 9) สภาพร่างกาย 10) สถานภาพ บิดา-มารดา และ 11) ผลการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ในกลุ่มวิชาการศึกษาทั่วไปใช้เป็นผลคำตอบในการทำนายเพื่อพัฒนาโมเดล

3.2 การวิเคราะห์และเตรียมข้อมูล

ในจำนวนของข้อมูลดิบทั้งหมดนี้ ยังมีข้อมูลสูญหายอยู่ในแต่ละปัจจัยเป็นจำนวนมาก จึงทำการเลือกใช้วิธีการลบข้อมูลสูญหาย เฉพาะปัจจัย 1) ผลการสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ 2) ผลการเรียนเฉลี่ยรวมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และ 3) ผลการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ในกลุ่มวิชาการศึกษาทั่วไป เนื่องจากปัจจัยทั้ง 3 นี้เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถทำการแทนที่ข้อมูลที่สูญหาย เพราะจะทำให้ค่าความถูกต้องได้รับผลกระทบและคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง จึงเลือกใช้วิธีการลบข้อมูลสูญหาย ทำให้เหลือข้อมูลจำนวน 2,969 ชุด และยังมีจำนวนข้อมูลสูญหาย อยู่ในปัจจัย อัตราเงินเดือนของบิดา และอัตราเงินเดือนของมารดา จึงทำการเลือกวิธีในการเตรียมข้อมูล 2 วิธี คือวิธีการแทนที่ข้อมูลสูญหาย และวิธีการลบข้อมูลสูญหาย เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่มีต่อค่าความถูกต้อง

จากนั้นทำการแทนที่ข้อมูลสูญหาย โดยต้องการเลือกใช้ข้อมูลในรูปแบบนามบัญญัติ (Ordinal Scale) จึงใช้การแทนที่ข้อมูลสูญหายด้วยค่าฐานนิยม ปัจจัยอัตราเงินเดือนของบิดามีค่าฐานนิยมคือ “รายได้ต่ำกว่า 12,500 บาทต่อเดือน” ทำการแทนที่ข้อมูลสูญหายจำนวน 762 ชุด และปัจจัยอัตราเงินเดือนของมารดามีค่าฐานนิยมคือ “รายได้ต่ำกว่า 12,500 บาทต่อเดือน” ทำการแทนที่ข้อมูลสูญหายจำนวน 525 ชุด หลังจากทำการแทนที่ข้อมูลสูญหาย รวมข้อมูลที่ยังคงเหลือทั้งหมดจำนวน 2,969 ชุด ทำการแยกเก็บไว้ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับแบบลบข้อมูลสูญหาย จากนั้นทำการลบข้อมูลสูญหายจากปัจจัย อัตราเงินเดือนของบิดา และอัตราเงินเดือนของมารดา โดยหลังจากลบข้อมูลสูญหายแล้วรวมจำนวนข้อมูลที่ยังคงเหลือจำนวน 1,682 ชุด เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบกับแบบเติมข้อมูลสูญหาย เมื่อทำการเตรียมข้อมูลทั้ง 2 วิธีแล้ว จึงได้ทำการแปลงค่าข้อมูลจากข้อมูลที่เตรียมมา ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปแบบตัวเลขให้เป็นข้อมูลในรูปแบบนามบัญญัติ (Ordinal Scale) ทั้งหมด และทำการทดสอบตัวแปรทั้งหมดว่ามีความเกี่ยวข้องกับความถูกต้องโดยรวม แล้วเปรียบเทียบระหว่างโมเดลที่ใช้ข้อมูลแบบมีการแทนที่ข้อมูลสูญหายกับแบบลบข้อมูลสูญหายเพื่อดูผลกระทบต่อค่าความถูกต้อง จำนั้นทำการเปรียบเทียบโมเดลระหว่างเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จากนั้นคัดเลือกโมเดลที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยเปรียบเทียบเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยการตรวจสอบไขว้แบบ 10 Folds ผลที่ได้คือปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อค่าความถูกต้อง เนื่องจากเมื่อตัดปัจจัยออกค่าความถูกต้องจะลดลง จึงจำเป็นต้องใช้ปัจจัยทั้งหมดในการสร้างโมเดล แสดงได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ กับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) โดยใช้การตรวจสอบไขว้แบบ 10 Folds

ปัจจัย	ค่าความถูกต้องของเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (%)	ค่าความถูกต้องของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (%)
รวมทุกปัจจัย	73.76	72.14
ผลการสอบวัดความรู้พื้นฐานฯ	70.73	70.69
เกรดเฉลี่ย ม.ปลาย	72.11	69.41
คณะที่เข้าศึกษา	69.34	68.47
สถานภาพรับทุน	73.56	71.69
วุฒิการศึกษา	73.52	72.12
เงินเดือนบิดา	73.59	71.68
เงินเดือนมารดา	73.39	71.90
โรคประจำตัว	73.52	72.11
สภาพร่างกาย	73.52	72.11
สถานภาพบิดา-มารดา	64.97	62.54

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลแบบแทนที่ข้อมูลสูญหายกับแบบลบข้อมูลสูญหาย เพื่อหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อค่าความถูกต้อง ซึ่งเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจมีผลกระทบต่อค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยทุกโมเดลประมาณ 1% และเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีผลกระทบต่อค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยทุกโมเดลประมาณ 3% ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงได้ตามตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลแบบแทนที่ข้อมูลสูญหายกับแบบลบข้อมูลสูญหาย ด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ

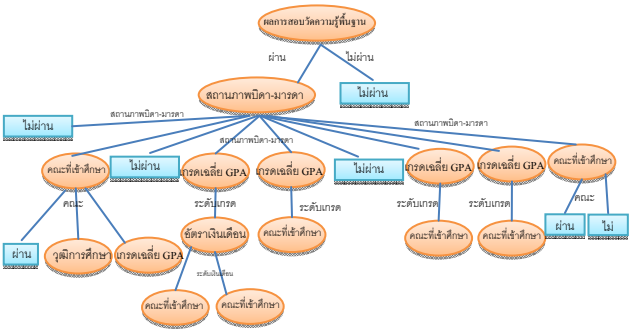
โมเดล	เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ		
	แบบแทนที่ข้อมูลสูญหาย ค่าความถูกต้อง (%)	แบบลบข้อมูลสูญหาย ค่าความถูกต้อง (%)	ผลต่าง
5 Folds	73.66	73.48	0.18
10 Folds	73.76	73.60	0.16
100 Folds	74.46	74.73	0.27
10 %	69.98	70.87	0.89
20 %	72.12	71.24	0.88
66 %	72.15	72.90	0.75
แบ่งข้อมูล 80/20	73.06	72.91	0.15

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลแบบแทนที่ข้อมูลสูญหายกับแบบลบข้อมูลสูญหาย ด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

โมเดล	เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน		
	แบบแทนที่ข้อมูลสูญหาย ค่าความถูกต้อง (%)	แบบลบข้อมูลสูญหาย ค่าความถูกต้อง (%)	ผลต่าง
5 Folds	71.84	70.39	1.45
10 Folds	72.14	69.85	2.29
100 Folds	72.48	70.45	2.03
10 %	65.53	63.03	2.50
20 %	67.32	65.55	1.77
66 %	70.56	67.63	2.93
แบ่งข้อมูล 80/20	71.04	68.69	2.35

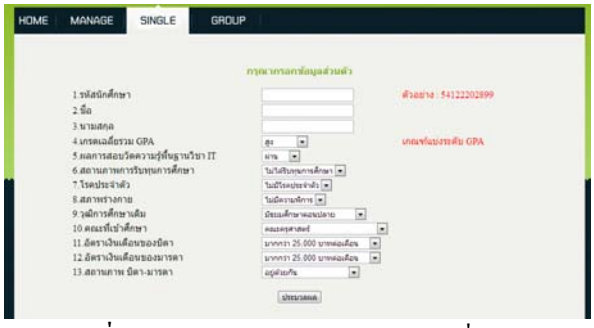
จึงทำการเลือกใช้ชุดข้อมูลแบบแทนที่ข้อมูลสูญหายมาใช้ในการทำการวิเคราะห์โมเดล เนื่องจากชุดข้อมูลแบบแทนที่ข้อมูลสูญหาย มีจำนวนข้อมูลมากกว่าชุดข้อมูลแบบลบข้อมูลสูญหาย จึงสามารถครอบคลุมตัวอย่างข้อมูลได้ดีกว่า

ผลการเปรียบเทียบโมเดลระหว่างเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน สามารถสรุปได้ว่าโมเดลที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดของเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ คือ โมเดลแบบ Cross - Validation 100 Folds มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 74.46% และโมเดลที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน คือ โมเดลแบบ Cross - Validation 100 Folds มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 72.48% จึงทำการเลือกเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมระบบคัดกรองความสามารถของนักศึกษา เพราะมีค่าความถูกต้องสูงกว่าโมเดลที่ได้จากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลที่ได้จากโมเดลของเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจจะอยู่ในรูปของกฎจำนวนทั้งหมด 77 กฎ แต่มีกฎที่ไม่ถูกต้องจำนวน 1 กฎ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ทำการตัดออกเนื่องจากไม่มีข้อมูลที่ผ่านการทำนายในกฎนั้น จึงเหลือกฎจำนวนทั้งหมด 76 กฎ สามารถแสดงได้ตามภาพที่ 1



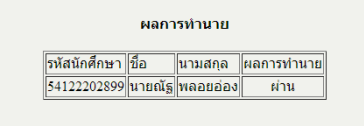
ภาพที่ 1 ต้นไม้ของโมเดลแบบ Cross – Validation 100 Folds

ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นจากกฎของเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ มีกระบวนการทำงานหลักอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนของการคัดกรองนักศึกษาแบบเดี่ยวหรือแบบทำนายทีละคน และการคัดกรองนักศึกษาแบบกลุ่มโดยการนำเข้าไฟล์ CSV เพื่อทำนายเป็นกลุ่มหลาย ๆ คนพร้อมกัน ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่นำเข้าสู่ระบบจะถูกประมวลผลตามกฎทั้งหมดและแสดงผลออกมาว่านักศึกษามีเกณฑ์สามารถเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศโดยการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลที่ได้จะมี 2 ค่า คือผ่านและไม่ผ่าน ดังแสดงได้ตามภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 4



ภาพที่ 2 หน้าจอกรอกข้อมูลส่วนตัวแบบเดี่ยว (ปัจจัย)

ภาพที่ 3 หน้าจอนำเข้าข้อมูลแบบกลุ่ม


ผลการทำนาย

รหัสนักศึกษา	ชื่อ	นามสกุล	ผลการทำนาย
54122202899	นายณัฐ	พลอยอ่อง	ผ่าน

ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผลการทำนาย

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบคัดกรองนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการเลือกใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ โมเดลแบบ 100 Folds มีค่าความถูกต้องที่ 74.46% เหตุผลที่โมเดลแบบ 100 Folds มีค่าความถูกต้องมากกว่าโมเดลแบบอื่น ๆ เนื่องจากการแบ่งข้อมูลทั้งหมดเป็น 100 ส่วนแล้วสลับกันใช้สอนและทดสอบ จึงทำให้มีความละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลมากกว่าโมเดลแบบอื่น ๆ ส่งผลให้ได้ผลของค่าความถูกต้องมากกว่า แต่ผลความถูกต้องที่ได้มีค่าสูงสุดเพียง 74.46% เนื่องจากข้อมูลดิบที่ได้มา เป็นข้อมูลแบบกรอกมือที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในส่วนของการแบ่งเกณฑ์เกรดเฉลี่ย (GPA) ซึ่งในงานวิจัยได้แบ่งเกณฑ์เป็นสามช่วง หากสามารถแบ่งได้ละเอียดมากขึ้นก็จะได้ผลการทำนายที่ละเอียดขึ้นตาม และการเปรียบเทียบการแทนที่ข้อมูลสูญหายกับการลบข้อมูลสูญหาย ทำให้ได้ผลดีขึ้นเล็กน้อย อาจทำการเปรียบเทียบกับวิธีอื่นแทน เพื่อให้ได้ผลที่ดีมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วรนุช ปัญจะวัตร. “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนตัว ปัจจัยสภาพแวดล้อมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์,” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2548.

[2] น้ำฝน พิทักษาไพศาล. “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนรู้กับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548.

[3] อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี. “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนพฤติกรรมการเรียน ของการเรียนในมหาวิทยาลัยเสมือนที่มีต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนของ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[4] ลาภ พุ่มหิรัญ และมาลีรัตน์ โสดานิล. “การพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่โดยใช้กฎการจำแนกเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[5] ภัทร์พงศ์ พงศ์ภัทรกานต์. “การเปรียบเทียบการจำแนกข้อมูลของแบบจำลอง CART, SVM, C5.0 และ แบบผสมผสานกัน,” การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[6] กฤษณะ ไวยมัย ชิดชนก ส่งศิริ และธนาวิน รักธรรมานนท์. “การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิงเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์,” วารสารเนคเทค. ฉบับที่ 3 ลำดับที่ 11 (2544) : 134-142.

[7] นฤพนต์ ว่องประชานุกูล. “วิธีที่เหมาะสมสำหรับการตัดกิ่งต้นไม้ตัดสินใจของการทำเหมืองข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2548.

การวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเซอร์วิซด้วยการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์

An Analysis of Service Capability Granularity Using Association Rules Mining

บวร เรืองแรงสกุล (Borvorn Ruengrangskul) และ ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (Twittie Senivongse)
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
borvorn.r@student.chula.ac.th, twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเว็บเซอร์วิซคือ หากโอเปอเรชันถูกออกแบบให้ทำงานได้ปริมาณน้อยในการเรียกใช้แต่ละครั้ง หรือเรียกว่ามีขนาดความสามารถเล็ก อาจทำให้ผู้ใช้บริการต้องเรียกใช้โอเปอเรชันต่าง ๆ ของเว็บเซอร์วิซนี้จากระยะไกลหลายครั้งกว่าจะบรรลุตามขอบเขตของงานที่ต้องการ และทำให้เกิดปริมาณการส่งข้อความในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก บทความนี้เสนอการประยุกต์ใช้การทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัย โดยใช้ดับเบิลอาร์เรย์ทรัย เพื่อหาลำดับของโอเปอเรชันที่ถูกเรียกต่อเนื่องกันบ่อยครั้ง ซึ่งอาจเป็นสัญญาณว่าโอเปอเรชันเหล่านี้มีขนาดความสามารถเล็กเกินไป หากผู้ออกแบบเซอร์วิซสามารถปรับปรุงโดยรวมกลุ่มเป็นโอเปอเรชันเดียวกันได้ จะช่วยลดปริมาณการสื่อสารที่จะเกิดขึ้นต่อไป งานวิจัยนี้ทำการทดลองวิเคราะห์การเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซระบบซื้อสินค้าออนไลน์ ผลการวิเคราะห์จะได้เป็นกฎความสัมพันธ์ของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันที่เกิดบ่อย รวมทั้งการแนะนำลำดับการเรียกใช้งานย่อยที่ปรากฏอยู่ในกฎความสัมพันธ์ส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถรวมกลุ่มเข้าด้วยกันได้

คำสำคัญ: ขนาดความสามารถ เว็บเซอร์วิซ การทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ เอไพรออรี ทรัย

Abstract

An important issue in Web service design is about service capability granularity. If a service operation is designed to have fine-grained capability with small function being achieved at each invocation, service consumers will have to remotely invoke several operations of the service for many times to achieve the work required. This can generate lots of message transmission in the network. This paper applies trie-based Apriori association rules mining using double-array trie to discover frequent operation sequences which can be a sign that the operations in these sequences are too fine-grained. If the service designer can combine operations in a sequence into a single operation, it can help reduce invocation traffic. As an experiment, we analyze invocations to an online shopping Web service. The results are the association rules defining frequent operation sequences and a recommendation of the common sub-operation-sequences which can be combined.

Keyword: Capability Granularity, Web Service, Association Rules Mining, Apriori, Trie.

1. บทนำ

ปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเว็บเซอร์วิซ คือ ความเหมาะสมของขนาดความสามารถของเซอร์วิซ (Service Capability Granularity) [1] ซึ่งหมายถึงขอบเขตการทำงานภายในแต่ละโอเปอเรชันของเว็บเซอร์วิซว่าครอบคลุมปริมาณงานมากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น โอเปอเรชัน

CheckOrderItem ซึ่งมีขอบเขตการทำงานคือตรวจสอบรายการในใบสั่งซื้อ มีขนาดความสามารถเล็ก (Fine-Grained) กว่าโอเปอเรชัน ProcessPurchaseOrder ซึ่งทำการประมวลผลใบสั่งซื้อ การออกแบบให้ความสามารถของเซอร์วิซมีขนาดเล็กจะช่วยให้โอเปอเรชันของเซอร์วิซสามารถถูกเรียกใช้ในการประกอบเป็นเซอร์วิซอื่นได้ง่าย แต่ในขณะเดียวกันขนาดความสามารถที่เล็กเกินไปนั้น อาจทำให้ผู้ใช้บริการต้องทำการเรียกใช้งานหลายโอเปอเรชันของเซอร์วิซต่อเนื่องกัน กว่าจะบรรลุตามขอบเขตของงานที่ต้องการ จึงทำให้เกิดปริมาณการส่งข้อความในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก บทความนี้เสนอการนำวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ (Association Rules Mining) ด้วยอัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัย (Trie-Based Apriori) ซึ่งใช้ในการหาลำดับของไอเท็มข้อมูลที่พบบ่อย (Frequent Item Sequence) [2] มาประยุกต์เพื่อวิเคราะห์การเรียกใช้โอเปอเรชันต่าง ๆ ของเว็บเซอร์วิซเพื่อหาลำดับของโอเปอเรชันที่ถูกเรียกต่อเนื่องกันบ่อยครั้ง (Frequent Operation Sequence) ซึ่งอาจเป็นสัญญาณว่าโอเปอเรชันเหล่านี้มีขนาดความสามารถเล็กเกินไป จึงทำให้มักถูกเรียกใช้ร่วมกันเสมอ หากผู้ออกแบบเซอร์วิซสามารถปรับปรุงโดยรวมกลุ่มเป็นโอเปอเรชันเดียวกันได้ จะช่วยลดปริมาณการสื่อสารที่จะเกิดขึ้นต่อไป ในการหาลำดับของโอเปอเรชันที่ถูกเรียกใช้บ่อยมีการประยุกต์ใช้ดับเบิล-อาร์เรย์ทรัย (Double-Array Trie) [3] เพื่อประสิทธิภาพในการจัดเก็บและค้นหาลำดับ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวิธีการโดยวิเคราะห์การเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซระบบซื้อสินค้าออนไลน์ ผลที่ได้จะเป็นกฎความสัมพันธ์ของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันที่เกิดบ่อย และมีการพิจารณาลำดับย่อยของการเรียกใช้งานโอเปอเรชันซึ่งปรากฏอยู่ในกฎความสัมพันธ์ส่วนใหญ่ (Common Sub-operation-sequence) เพื่อที่จะแนะนำผู้ออกแบบเว็บเซอร์วิซให้พิจารณาความเป็นไปได้ในการรวมกลุ่มโอเปอเรชันเหล่านี้

หัวข้อที่ 2 ของบทความจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงการใช้อัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัยด้วยโดยใช้ดับเบิล-อาร์เรย์ทรัยในการวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเซอร์วิซและแนะนำโอเปอเรชันที่จะรวมกัน หัวข้อที่ 4 กล่าวถึงการทดลองกับเว็บเซอร์วิซกรณีศึกษา และปิดท้ายด้วยบทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อในหัวข้อที่ 5

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยหลายงานได้เสนอแนวทางจัดการปัญหาที่เกี่ยวข้องกับขนาดของเซอร์วิซ Alahmari และคณะ [4] เสนอตัววัดขนาดของข้อมูล ขนาดของโอเปอเรชัน และขนาดของเซอร์วิซซึ่งประกอบด้วยหลายโอเปอเรชัน โดยทำการนับคะแนนตามที่กำหนดให้กับประเภทข้อมูล (เป็นข้อมูลพื้นฐานหรือข้อมูลที่มีโครงสร้างซับซ้อน) และลักษณะของโอเปอเรชัน (เป็นโอเปอเรชันที่ทำงานพื้นฐานหรือทำงานตามตรรกะทางธุรกิจหรือทั้งสองอย่าง) ผลการวัดจะเป็นแนวทางในการออกแบบให้กับผู้ออกแบบเซอร์วิซ Senivongse และคณะ [5] ใช้วิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอไพรออรีมาวิเคราะห์การเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซหนึ่ง ๆ เพื่อให้ได้กลุ่มโอเปอเรชันที่มีขนาดเล็กและมักถูกเรียกใช้งานต่อเนื่องกัน และน่าจะสามารถรวมเข้าด้วยกันได้ แต่ผลการวิเคราะห์ยังไม่สามารถแนะนำผู้ออกแบบเซอร์วิซวิซได้ดีนัก เนื่องจากยังไม่สามารถบอกลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชันในกลุ่มที่แนะนำให้รวมได้ เช่น จากกฎความสัมพันธ์ {A, B} → {C} จะบอกได้เพียงว่าถ้าโอเปอเรชัน A และ B ถูกเรียกใช้แล้ว โอเปอเรชัน C จะถูกเรียกใช้ด้วย แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าหากรวมเป็นโอเปอเรชันเดียวกันแล้ว ควรมีลำดับการทำงานตามโอเปอเรชันทั้งสามก่อนหลังกันอย่างไร Jiang และคณะ [6] เสนอการหาขนาดของเซอร์วิซที่เหมาะสมโดยการนำแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Model) ทั้งหลายที่มีในองค์กรมาพิจารณาร่วมกับแบบจำลองโครงสร้างองค์กร แล้วใช้วิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอไพรออรี มาทำการวิเคราะห์กลุ่มของโอเปอเรชันที่มักทำร่วมกันและผู้ที่เกี่ยวข้องกับโอเปอเรชันนั้น ๆ สำหรับเป็นแนวทางในการจัด

กลุ่มงานเป็นเซอร์วิซ แต่การจัดกลุ่มงานนั้นยังไม่สามารถบอกถึงลำดับก่อนหลังของโอเปอเรชันที่นำมารวมกันเป็นเซอร์วิซเช่นกัน

งานวิจัยอื่นที่คล้ายกันในแง่ของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโอเปอเรชันเพื่อรวมกลุ่มกัน แต่เพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างออกไป มีตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Tang และ Zou [7] ทำการวิเคราะห์การเรียกใช้งานโอเปอเรชันของหลายเซอร์วิซโดยใช้อัลกอริทึมเอไพรออรี เพื่อพิจารณารวมกลุ่มโอเปอเรชันของเซอร์วิซต่าง ๆ ที่ถูกเรียกใช้ร่วมกันเพื่อมาสร้างเป็นเซอร์วิซประกอบ (Composite Service) ตัวใหม่ Glatard และคณะ [8] ทำการรวมกลุ่มการทำงานในกระแสงานแบบ กริด (Grid Workflow) โดยการหุ้มห่อการทำงานให้เป็นเว็บเซอร์วิซเพื่อปรับเหมาะ (Optimize) ระยะเวลาดำเนินการของกระแสงาน ทั้งนี้การรวมกลุ่มงานจะช่วยลดภาระโดยรวม เนื่องจากเป็นการลดจำนวนครั้งในการเรียกใช้งาน

บทความนี้ใช้แนวคิดการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซหนึ่ง ๆ จากงานวิจัย [5] เป็นหลัก แต่เปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์จากการใช้อัลกอริทึมเอไพรออรี มาเป็นเอไพรออรีเชิงทรัย ซึ่งจะสามารถบอกลำดับการทำงานของโอเปอเรชันขนาดเล็กที่ควรรวมกลุ่มกันได้

3. การวิเคราะห์ขนาดความสามารถเซอร์วิซด้วยเอไพรออรีเชิงทรัย

ในส่วนนี้จะอธิบายทฤษฎีเอไพรออรีเชิงทรัยโดยใช้ดับเบิล-อาร์เรย์ทรัยและการประยุกต์ทฤษฎีเข้ากับขั้นตอนการวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเว็บเซอร์วิซ ซึ่งขั้นตอนประกอบด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซ 2) การจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในรูปของทรานแซกชันสำหรับเอไพรออรีเชิงทรัย 3) การหาลำดับการเรียกใช้งานโอเปอเรชันซึ่งพบบ่อยด้วยอัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัย 4) การสร้างกฎความสัมพันธ์จากลำดับของโอเปอเรชันที่พบบ่อย และ 5) การแนะนำลำดับของโอเปอเรชันที่ควรจะรวมกัน งานวิจัยนี้ได้ใช้เว็บเซอร์วิซการซื้อสินค้าออนไลน์เป็นเซอร์วิซตัวอย่าง

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิซ

ข้อมูลการเรียกใช้งานโอเปอเรชันต่าง ๆ ของเว็บเซอร์วิซจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล ข้อมูลที่ทำการบันทึก ได้แก่ 1) ไอพีแอดเดรสของผู้เรียกใช้งาน 2) ชื่อเว็บเซอร์วิซที่เรียกใช้งาน 3) ชื่อโอเปอเรชันที่เรียกใช้งาน 4) เวลาที่ผู้เรียกใช้งานส่งการร้องขอ และ 5) เวลาที่เซอร์วิซส่งการตอบกลับ

3.2 การจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในรูปทรานแซกชัน

ข้อมูลการเรียกใช้งานจะถูกนำมาสร้างเป็นฐานข้อมูลทรานแซกชัน (Transaction) สำหรับการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ ข้อมูลแต่ละทรานแซกชันคือกลุ่มของโอเปอเรชันของเว็บเซอร์วิซเดียวกัน ซึ่งถูกเรียกเป็นลำดับต่อเนื่องกันโดยผู้เรียกใช้เซอร์วิซรายหนึ่ง ดังนั้นในการสร้างแต่ละทรานแซกชัน จะพิจารณาจากข้อมูลการเรียกใช้โอเปอเรชันต่าง ๆ ของเว็บเซอร์วิซชื่อเดียวกัน ถูกเรียกจากไอพีแอดเดรสของผู้เรียกใช้งานเดียวกัน และเวลาสิ้นสุดของการเรียกใช้โอเปอเรชันหนึ่งจนถึงเวลาที่เริ่มเรียกใช้อีกโอเปอเรชันหนึ่งไม่เกินช่วงระยะเวลาที่ผู้ออกแบบเซอร์วิซกำหนดไว้ หากมีลักษณะเช่นนี้ จะถือว่าสองโอเปอเรชันนั้นถูกเรียกต่อเนื่องกัน และจะถูกจัดเป็นลำดับของโอเปอเรชันอยู่ในทรานแซกชันเดียวกัน ตัวอย่างของข้อมูลทรานแซกชันซึ่งสร้างจากข้อมูลการเรียกใช้โอเปอเรชันเป็นดังภาพที่ 1

3.3 การหาลำดับการเรียกใช้งานโอเปอเรชันซึ่งพบบ่อย

ข้อมูลการเรียกใช้งาน

ไอพีแอดเดรส	ชื่อโอเปอเรชัน	เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด
192.168.1.22	cartCreate	12:02:03	12:02:04
192.168.1.22	cartAdd	12:02:05	12:02:07
192.168.1.22	calculatePrice	12:02:09	12:02:10
192.168.1.22	cartAdd	12:02:15	12:02:16
192.168.1.22	calculatePrice	12:02:16	12:02:17

Transaction Threshold = 2000

ข้อมูลทรานแซกชัน

{cartCreate, cartAdd, calculatePrice}
{cartAdd, calculatePrice}

ภาพที่ 1: การสร้างข้อมูลทรานแซกชัน

การหาลำดับการเรียกใช้งานโอเปอเรชันซึ่งพบบ่อยจะประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัย โดยปกติแล้วอัลกอริทึมนี้ใช้เพื่อหาว่า ในข้อมูลจำนวนมากที่วิเคราะห์อยู่นั้นมีลำดับของไอเท็มข้อมูลใดบ้างที่พบร่วมกันบ่อย ในที่นี้ไอเท็มจะหมายถึงหนึ่งโอเปอเรชันที่อยู่ในทรานแซกชัน สองทฤษฎีหลักที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์นี้คือ 1) การใช้ทรัยในการจัดเก็บข้อมูลลำดับของโอเปอเรชันที่วิเคราะห์ และ 2) การประยุกต์อัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัยเข้ากับลำดับของโอเปอเรชันที่จัดเก็บในทรัย

1) การจัดเก็บลำดับของโอเปอเรชันในทรัย

ทรัย (Trie) [9] เป็นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้ลำดับ ซึ่งนิยมใช้จัดเก็บข้อมูลสตริงที่แต่ละตัวมีค่าไม่เหมือนกัน และมีความยาวแตกต่างกัน โครงสร้างข้อมูลทรัยประกอบด้วยโหนด (Node) และเส้นขอบ (Arc) โดยเส้นขอบใช้ในการเก็บค่าตัวอักษร และเส้นขอบจะชี้ออกจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดถัดไป โหนดแต่ละโหนดแทนค่าท่องผ่าน (Traverse) จากโหนดรากมายังโหนดนั้น ๆ โหนดลูกทั้งหมดของแต่ละโหนดล้วนมีสตริงขึ้นต้น (Prefix) ที่เหมือนกับข้อมูลที่เก็บในโหนดนั้น ด้วยลักษณะของการจัดเก็บลำดับของตัวอักษรในสตริงเช่นนี้ ทรัยจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์เพื่อจัดเก็บลำดับของไอเท็มข้อมูล (Item Sequence) สำหรับการวิเคราะห์ลำดับของไอเท็มที่พบร่วมกันบ่อย กล่าวคือ แต่ละเส้นขอบของทรัยจะใช้ในการเก็บค่าไอเท็มข้อมูล โหนดแต่ละโหนดแทนลำดับของไอเท็มข้อมูลที่ท่องผ่านจากโหนดรากมายังโหนดนั้น ๆ และโหนดลูกทั้งหมดของแต่ละโหนดจะมีลำดับของไอเท็มขึ้นต้นที่เหมือนกันกับข้อมูลที่เก็บในโหนดนั้น แต่เดิมทรัยใช้การจัดเก็บเป็นแบบอาร์เรย์และภายหลังมีการพัฒนาการจัดเก็บเป็นแบบหรือลิสต์ ต่อมาดับเบิล-อาร์เรย์ทรัย (Double-Array Trie) [3] ได้ถูกนำเสนอขึ้นมา ถึงแม้ว่าดับเบิล-อาร์เรย์จะใช้เวลาในการเพิ่มข้อมูลลงในทรัยมากกว่าลิสต์ แต่สามารถสืบค้นและลบข้อมูลออกจากทรัยได้เร็วกว่าแบบลิสต์ และใช้จำนวนโหนดในการจัดเก็บข้อมูลน้อยกว่าแบบลิสต์อีกด้วย ในงานวิจัยนี้ใช้ดับเบิล-อาร์เรย์ทรัยในการจัดเก็บข้อมูลลำดับของโอเปอเรชันไอเท็มในทรานแซกชัน การจัดเก็บจะอยู่ในรูปของอาร์เรย์ 1 มิติ จำนวน 2 อาร์เรย์ ได้แก่ BASE และ CHECK และจะเก็บเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการแยกแยะลำดับของโอเปอเรชันที่พบในฐานข้อมูลทรานแซกชัน ส่วนที่เหลือจะถูกจัดเก็บไว้ในสตริงอาร์เรย์ที่ชื่อ TAIL และใช้อักขระพิเศษ (#) เพื่อแสดงการสิ้นสุดของลำดับ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเนื้อที่ ผู้อ่านสามารถดูรายละเอียดของดับเบิล-อาร์เรย์ทรัยใน [3] ส่วนตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลจะแสดงในหัวข้อถัดไป

2) การประยุกต์อัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัยเข้ากับลำดับของโอเปอเรชัน

เอไพรออรีเชิงทรัย (Trie-Based Apriori) [2] เป็นอัลกอริทึมที่สามารถหาลำดับไอเท็มข้อมูลที่พบบ่อย (Frequent Item Sequence) ในทรานแซกชันต่าง ๆ ได้ โดยใช้ทรัยในการจัดเก็บไอเท็มข้อมูลตามลำดับที่ปรากฏในทรานแซกชัน พื้นฐานของเอไพรออรีเชิงทรัยคืออัลกอริทึมเอไพรออรี (Apriori) [10] ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยในทรานแซกชันต่าง ๆ ได้ โดยผู้วิเคราะห์ข้อมูลจะทำการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support Threshold) สำหรับใช้หากลุ่มข้อมูลที่พบร่วมกันบ่อย ทั้งนี้ค่าสนับสนุนของแต่ละกลุ่มข้อมูลจะหมายถึงสัดส่วนจำนวนทรานแซกชันที่พบข้อมูลกลุ่มนี้ปรากฏร่วมกัน ต่อจำนวนทรานแซกชันทั้งหมดในฐานข้อมูล ซึ่งหากมีค่าไม่น้อยกว่าค่าขั้นต่ำนี้แล้ว จะถือว่าข้อมูลกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่พบบ่อย

เมื่อนำเอไพรออรีมาประยุกต์เข้ากับการจัดเก็บลำดับของไอเท็มข้อมูลลงในทรัย จะมีการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำโดยผู้ออกแบบเซอร์วิซ จากนั้นการหาลำดับที่พบบ่อยจะมีขั้นตอนดังภาพที่ 3 โดยเริ่มจากการอ่านข้อมูลลำดับของโอเปอเรชันมาทีละทรานแซกชัน แล้วจึงอ่านข้อมูลโอเปอเรชันไอเท็มตามลำดับที่ปรากฏในทรานแซกชันนั้น เพื่อท่องไปยังโหนดต่าง ๆ ในทรัย หากเป็นโอเปอเรชันไอเท็มที่ยังไม่มีอยู่ในทรัย จะทำการสร้างโหนดใหม่ขึ้นมา เมื่อถึงโอเปอเรชัน ไอเท็มลำดับสุดท้ายที่โหนดใด โหนดนั้น

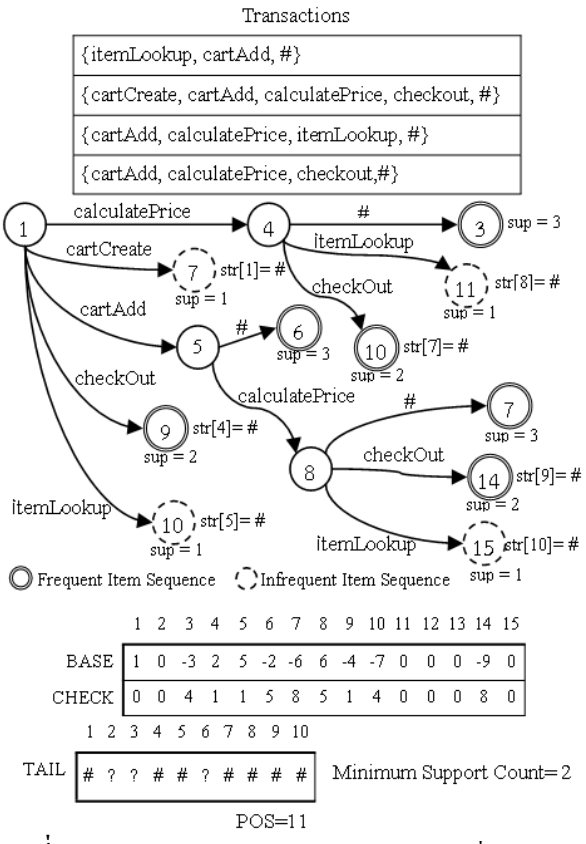
จะถือเป็นตัวแทนของข้อมูลลำดับของโอเปอเรชันในทรานแซกชันนั้น และจะทำการเพิ่มค่าสนับสนุนที่โหนดนั้น ในการเพิ่มลำดับของโอเปอเรชันที่มีความยาว L จะทำการตรวจสอบว่ามีลำดับของโอเปอเรชันที่มีความยาว L-1 อยู่บนทรัยหรือไม่ หากไม่พบลำดับที่มีความยาว L-1 นั่นแสดงว่าลำดับ L นั้นไม่ใช่ลำดับที่พบบ่อยและไม่จำเป็นต้องเพิ่มลำดับนั้นเข้าไปในทรัย หลังจากอ่านข้อมูลครบทุกทรานแซกชันแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนการลบ (Prune) โหนดที่ไม่เกิดบ่อยออกจากทรัย ซึ่งก็คือโหนดที่มีค่าสนับสนุนต่ำกว่าค่าขั้นต่ำ เพื่อให้เหลือแต่ลำดับที่เกิดบ่อยเท่านั้นบนทรัย ตัวอย่างลำดับของโอเปอเรชันไอเท็มในทรานแซกชัน การจัดเก็บบนดับเบิล-อาร์เรย์ทรัย ค่าสนับสนุน (sup) ของแต่ละลำดับ และลำดับที่พบบ่อย เป็นดังภาพที่ 2

3.4 การสร้างกฎความสัมพันธ์จากลำดับของโอเปอเรชันที่พบบ่อย

จากพื้นฐานของอัลกอริทึมเอไพรออรี กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) สามารถสร้างได้จากซับเซตที่ไม่ใช่เซตว่างของกลุ่มข้อมูลที่พบบ่อย โดยใช้สัญลักษณ์ → ในการแสดงความสัมพันธ์ ซับเซตที่อยู่ทางซ้ายจะเป็นเหตุ (Antecedent) และซับเซตที่อยู่ทางขวาจะเป็นผล (Consequent) ซึ่งหมายความว่า เมื่อพบข้อมูลในซับเซตที่อยู่ทางซ้ายแล้ว จะพบข้อมูลในซับเซตที่อยู่ทางขวาด้วย ดังนั้น

```
Let T = Transactional data
Let maxlength = Maximum length of transactions
for L=1 to maxlength
   for all transaction t in T do
      for startpos=0 to size of t
         itemsequence_L = {t_startpos, ..., t_startpos+L-1}
         if L = 1
            Trie.InsertAndAddSuppCount (itemsequence_L);
         else
            itemsequence_L-1 = {t_startpos, ..., t_startpos+L-2}
            if itemsequence_L-1 is frequent
               Trie.InsertAndAddSuppCount (itemsequence_L);
         end
      end
   end
   Pruning infrequent itemsequence
end
```

ภาพที่ 3: อัลกอริทึมเอไพรออรีเชิงทรัย



ภาพที่ 2: ลำดับของโอเปอเรชันไอเท็มในทรานแซกชันซึ่งอยู่บนดับเบิล-อาร์เรย์ทรัย

จากลำดับของโอเปอเรชันที่พบบ่อยทั้งหมด จะนำมาสร้างกฎความสัมพันธ์ระหว่างโอเปอเรชันที่ถูกเรียกใช้ต่อเนื่องกันได้ โดยสร้างจากลำดับย่อยของโอเปอเรชัน (Sub-operation-sequence) ทั้งหมดที่เป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น หากลำดับของโอเปอเรชันที่พบบ่อยเป็น {A, B, C} ซึ่งหมายความว่าในฐานข้อมูลทรานแซกชันจะพบการเรียกใช้โอเปอเรชัน A, B, C เป็นลำดับต่อเนื่องกัน และมีลำดับย่อยเป็น {A}, {B}, {C}, {A, B}, และ {B,C} ดังนั้นจะสามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ซึ่งยังรักษาลำดับตามเดิมจากลำดับย่อยเหล่านี้ได้หลายแบบคือ {A} → {B}, {B} → {C}, {A} → {B, C} และ {A, B} → {C} แต่เนื่องจากในที่สุดจะได้กฎความสัมพันธ์เป็นจำนวนมาก ผู้ออกแบบเซอร์วิซจะสามารถกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence Threshold) เพื่อเลือกเฉพาะกฎความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ (Strong Rule) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่าค่าขั้นต่ำมาใช้

เท่านั้น โดยค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์ใด ๆ คำนวณได้จากค่าสนับสนุนของลำดับของโอเปอเรชันที่พบบ่อย หารด้วยค่าสนับสนุนของลำดับย่อยของโอเปอเรชันที่อยู่ทางซ้ายของกฎ

3.5 การแนะนำลำดับของโอเปอเรชันที่ควรจะรวมกัน

กฎความสัมพันธ์ที่น่าสนใจทั้งหมดจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาความเหมาะสมในการรวมกลุ่มโอเปอเรชัน โดยทำการพิจารณาลำดับย่อยซึ่งปรากฏอยู่ในกฎความสัมพันธ์ส่วนใหญ่แล้วทำการจัดอันดับ (Rank) ตามจำนวนที่ปรากฏ (Count) เพื่อแนะนำให้ผู้ออกแบบเว็บเซอร์วิซพิจารณาความเป็นไปได้ในการรวมโอเปอเรชันในลำดับย่อยนี้เข้าด้วยกันเป็นโอเปอเรชันที่ใหญ่ขึ้น ตัวอย่างเช่น กฎความสัมพันธ์ตามภาพที่ 4 ลำดับของโอเปอเรชันที่แนะนำเป็นอันดับแรก คือ calculatePrice => cartGet เนื่องจากลำดับดังกล่าวปรากฏในกฎความสัมพันธ์เป็นจำนวน 4 กฎด้วยกัน

อย่างไรก็ตามลำดับของโอเปอเรชันที่แนะนำให้รวมกันนี้ไม่ได้เป็นการแนะนำให้รวมโอเปอเรชันดังกล่าวแทนที่โอเปอเรชันเดิม แต่เป็นการแนะนำให้รวมกันเพื่อสร้างเป็นโอเปอเรชันใหม่ที่มีขนาดความสามารถที่ใหญ่ขึ้นสำหรับเว็บเซอร์วิซเดิมหรือสำหรับเวอร์ชันใหม่ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการลดจำนวนครั้งในการเรียกใช้งานลง โดยไม่จำเป็นต้องกระทบต่อผู้ใช้งานที่เรียกใช้แบบเดิมอยู่

Strong Rule(s)

No.	Frequent Item Sequence	Confidence
1	{cartAdd, calculatePrice, cartGet}→ {itemLookup}	99.28
2	{cartAdd}→{calculatePrice}	98.09
3	{calculatePrice, cartGet}->{itemLookup}	98.04
4	{cartGet}→{itemLookup}	96.65
5	{cartAdd, calculatePrice}→{cartGet}	96.39
6	{calculatePrice}→{cartGet}	95.97

Most Effective Consecutive Operation Call

No.	Consecutive Operation Call	Count
1	calculatePrice => cartGet	4
2	cartAdd => calculatePrice	3
3	cartGet => itemLookup	3
4	cartAdd => calculatePrice => cartGet	2
5	calculatePrice => cartGet => itemLookup	2
6	cartAdd => calculatePrice => cartGet => itemLookup	1

ภาพที่ 4: การแนะนำลำดับของโอเปอเรชันที่ควรจะรวมกัน

4. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเซอร์วิซโดยใช้เว็บเซอร์วิซการซื้อสินค้าออนไลน์รายหนึ่งเป็นกรณีศึกษา โดยทำการบันทึกข้อมูลการเรียกใช้งานจริงลงในฐานข้อมูลจำนวนทั้งหมด 18,018 ระเบียน ช่วงเวลาระหว่างการเรียกใช้สองโอเปอเรชันที่ถือว่าเป็นการเรียกต่อเนื่องกันกำหนดเป็น 2 และ 3 วินาที และเปรียบเทียบผลการทดลองกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีเอไพรออรีใน [5] ด้วยค่าสนับสนุนขั้นต่ำ และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ระดับต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 1 ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าวิธีเอไพรออรีเชิงทรัยช่วยลดจำนวนกฎความสัมพันธ์ลง เนื่องจากสามารถคัดกรองกฎที่ได้จากวิธีเอไพรออรี ซึ่งยังไม่ได้คำนึงถึงลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันที่เกิดขึ้นจริงออกไปได้ ดังนั้นผู้ออกแบบเซอร์วิซจะสามารถใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์นี้ในการพิจารณารวมโอเปอเรชันได้อย่างถูกต้องและสะดวกขึ้น

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการปรับปรุงการวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเซอร์วิซด้วยการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์โดยการนำดับเบิล-อาร์เรย์ทรัย และเอไพรออรีเชิงทรัยมาใช้ ผลจากการทดลองพบว่าสามารถแนะนำลำดับของโอเปอเรชันที่มีแนวโน้มว่าสามารถรวมกันได้ และแสดงลำดับการเรียกใช้งานได้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ออกแบบเซอร์วิซสร้างโอเปอเรชันใหม่ที่มีขนาดความสามารถที่เพิ่มขึ้นจากเดิม สำหรับสิ่งที่จะพัฒนาต่อคือ การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ขนาดความสามารถของเซอร์วิซเพื่อติดตั้งในระบบเว็บเซอร์วิซ การปรับปรุงการแนะนำการรวมโอเปอเรชันให้คำนึงถึงความเข้ากันได้ของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันที่จะรวมกัน รวมทั้งการจัดการเวอร์ชันใหม่ของเซอร์วิซที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการรวมเป็นโอเปอเรชันใหม่

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบจำนวนกฎความสัมพันธ์ของวิธีเอไพรออรีกับเอไพรออรีเชิงทรัย

MinSupp (%)	MinConf (%)	Transaction Threshold (ms)			
		2000		3000	
		Apriori	Trie-Based Apriori	Apriori	Trie-Based Apriori
10	15	75	22	92	41
	30	75	17	92	36
	80	72	13	82	25
	90	66	13	72	25
	95	60	12	68	24
	99	28	2	39	12
	100	5	1	8	5
20	15	40	12	41	19
	30	40	12	41	18
	80	40	8	34	13
	90	37	8	28	13
	95	33	7	27	12
	99	13	1	14	3
40	50	27	6	26	6
	90	23	6	16	6
	95	22	6	16	6
	99	8	1	8	1
50	90	12	6	16	6
	95	11	6	16	6
	99	3	1	8	1

เอกสารอ้างอิง

[1] T. Erl, *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*, Prentice Hall: New Jersey, 2005.

[2] F. Bodon, “A trie-based APRIORI implementation for mining frequent item sequences,” *Proceedings of 1st International Workshop on Open Source Data Mining: Frequent Pattern Mining Implementations (OSDM 2005)*, Chicago, IL, 21 August 2005, pp. 56-65.

[3] J. Aoe, K. Morimoto, and T. Sato, “An efficient implementation of trie structures.,” *Software-Practice and Experience*, vol. 22, no. 9, September 1992, pp. 695-721.

[4] S. Alahmari, E. Zaluska, and D. C. De Roure, “A metrics framework for evaluating SOA service granularity,” *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2011)*, Washington DC, 4-9 July 2011, pp. 512-519.

[5] T. Senivongse, N. Phacharintanakul, C. Ngamnitiporn, and M. Tangtrongchit, “A capability granularity analysis on Web service invocations,” *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010 (WCECS 2010)*, vol. I, San Francisco, CA, 20-22 October 2010, pp. 400-405.

[6] J. Jiang, Y. Wu, and G. Yang, “Making service granularity right: an assistant approach based on business process analysis,” *Proceedings of 6th Annual ChinaGrid Conference (ChinaGrid 2011)*, Dalian, China, 22-23 August 2011, pp. 204-210.

[7] R. Tang and Y. Zou, “An approach for mining Web service composition patterns from execution logs,” *Proceedings of 12th IEEE Symposium on Web Systems Evolution (WSE 2010)*, Timisoara, Romania, 17-18 September 2010, pp. 53-62.

[8] T. Glatard, J. Montagant, D. Emsellem, and D. Lingrand, “A service-oriented architecture enabling dynamic service grouping for optimizing distributed workflow execution,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 24, July 2008, pp. 720-730.

[9] E. Fredkin, “Trie memory,” *Communication of the ACM*, vol. 3, issue 9, September 1960, pp. 490-499.

[10] R. Agrawal and S. Ramakrishnan, “Fast algorithms for mining association rules,” *Proceedings of 20th International Conference on Very Large Databases (VLDB 1994)*, Santiago, Chile, 12-15 September 1994, pp. 487-499.

เทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับการระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยชุดข้อมูลผลการทดสอบระหว่างเรียน

Data Mining Techniques for Identifying Factors Affecting Achievement of Students by the Exam's Results

วีระยุทธ พิมพาภรณ์ (Werayut Pimpaporn)[1] และ พยุง มีสัจ (Phayung Meesad) [2]

[1]คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ชลบุรี

[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ

[1]werayut.scisrc@gmail.com, [2]pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผ่านกระบวนการทดสอบตลอดภาคการศึกษา ด้วยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล โดยใช้วิธีการจำแนกกลุ่มข้อมูล (Cluster) เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการจัดกลุ่มข้อมูล และนำผลลัพธ์ที่ได้แต่ละกลุ่มข้อมูลไปสร้างกฎของกลุ่มด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

ผู้วิจัยเลือกวิธีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในกระบวนการระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน 3 แบบ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลโดยใช้ Information Gain จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 4 ค่าความถูกต้องในการจำแนก (ICI) เท่ากับ 46.76% จำแนกกลุ่มได้ 5 Class 2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลแบบดังเดิม จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 15 ค่าความถูกต้องในการจำแนก (ICI) เท่ากับ 47.11% จำแนกกลุ่มได้ 7 Class 3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ K-Means Clustering ด้วยการเรียงข้อมูลแบบ Gain ratio จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 14 ค่าความถูกต้องในการจำแนก (ICI) เท่ากับ 47.22% จำแนกกลุ่มได้ 8 Class และปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้จากต้นไม้ตัดสินใจได้แก่ คะแนนสอบกลางภาค (Socre.Mit) เป็นอันดับแรก คะแนนฝึกปฏิบัติ (Score.Lab) คะแนนสอบปลายภาค และจำนวนครั้งในการสอบผ่านตามลำดับ

คำสำคัญ: จำแนกกลุ่มข้อมูลข้อมูล ต้นไม้ตัดสินใจ ผลสัมฤทธิ์

Abstract

The propose of this research was to identify the factors that affect to the achievement of students by the exam's results with the data mining techniques. The cluster method is used for finding the best of model. The best model is brought to create the rule of cluster by the decision tree technique.

The researcher selected the method to create the model in order to identify the factors the affect to the achievement of students in 3 types as follows: 1) Creating the Model by Fuzzy C-Means Clustering, Ordering the data attribute by the Information Gain, the amount of the attribute is as 4, the Incorrectly Clustered Instances (ICI) is as 46.76% and the 5 classes of the clustering. 2) Creating the Model by Fuzzy C-Means Clustering, Ordering the data attribute by the Original Data, the amount of the attribute is as 15, the Incorrectly Clustered Instances (ICI) is as 47.11% and the 7 classes of the clustering. 3) Creating the Model by K-Means Clustering, Ordering the data attribute by the Gain Ratio, the amount of the attribute is as 14, the Incorrectly Clustered Instances (ICI) is as 47.22% and the 8 classes of the clustering.

Keyword: Clustering, Decision tree, Achievement

1. บทนำ

การศึกษาในระดับอุดมศึกษาถือเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศ เป็นผลทำให้สถาบันการศึกษาจำเป็นต้อง

พัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษาเพื่อเข้ามาช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสภาพแวดล้อมทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการสนองตอบต่อเทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) เป็นแนวคิดการคัดแยกข้อมูลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในปัจจุบันได้มีการนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ร่วมกับเทคนิคเหมืองข้อมูลอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดองค์ความรู้จากข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เทคนิควิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายเทคนิควิธี สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการ 1) K-Means 2) DBScan 3) Hierarchical Clustering และ 4) Fuzzy C-Means เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับจำแนกข้อมูลที่ดีที่สุดสำหรับการจำแนกกลุ่มข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นศึกษาวิธีการระบุปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียนเมื่อเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้เรียนทุกคนจะผ่านกระบวนการทดสอบในลักษณะต่าง ๆ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ โดยกระบวนการระบุปัจจัยผู้วิจัยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) ในการจำแนกข้อมูลผลการทดสอบของข้อมูลตลอดภาคการศึกษา เพื่อนำกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาค้นหาคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยจะนำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) มาใช้สำหรับการสร้างกฎเพื่ออธิบายคุณลักษณะเฉพาะของกลุ่มผู้เรียนที่มีการจำแนกด้วยโมเดลการจำแนกที่ดีที่สุด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์กลุ่ม (Clustering analysis)

การวิเคราะห์กลุ่มคือเทคนิคในการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning technique) ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่มีคุณลักษณะคล้ายกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน [1] โดยข้อมูลแต่ละกลุ่มจะถูกเรียนกว่า คลัสเตอร์ (Cluster) การวิเคราะห์หรือจำแนกกลุ่มข้อมูลนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ วิธีการแบบลำดับชั้น (Hierarchical algorithms) และ วิธีการแบบไม่เป็นลำดับชั้น (Non-hierarchical algorithms) [2]

2.2 K-Means Clustering

K-means clustering [3] คือวิธีการจำแนกกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการแบ่งข้อมูลอัตโนมัติตามค่า k ที่กำหนด โดยกระบวนการทำงานเลือกค่า k เริ่มต้นสำหรับเป็นค่ากลางในการจัดกลุ่ม และปรับค่าตามกระบวนการดังนี้ 1) เลือกข้อมูล di สำหรับวัดระยะห่างกับค่า K เริ่มต้นทุกค่า 2) กำหนดชุดข้อมูล di ให้กับ K ที่ใกล้ที่สุด และปรับค่า K ใหม่ให้เป็นค่ากลางของกลุ่มข้อมูล และหยุดเมื่อค่า K ไม่เปรียบแปลง [4] ดังนั้นกาใช้ K-means clustering จึงสามารถนำมาใช้งานเมื่อทราบจำนวนกลุ่มที่ต้องการจำแนกที่แน่นอน ทั้งนี้การวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลสามารถใช้วิธีการคำนวณระยะห่างได้หลายหลาย เช่น Euclidean, Person Correlation, Superman Rank Correlation เป็นต้น

2.3 Density-Based Spatial Clustering (DBScan)

อัลกอลิทึมดีบีแสกน (DBScan) [5] เป็นการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการวัดระยะห่างจากจุดข้อมูลเพื่อใช้ในการจับกลุ่มกับข้อมูลที่อยู่ภายในรัศมี โดยวิธีการนี้ใช้กับข้อมูลที่มีจำนวนมากและมีข้อมูลรบกวน (Noise data) อยู่ในชุดข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้ดี [6]

2.4 Hierarchical Clustering

การจัดกลุ่มแบบลำดับชั้น เป็นเทคนิควิธีการที่จัดกลุ่มตามความคล้ายกันของข้อมูล ด้วยวิธีการวัดความคล้ายหรือความต่างเช่น Euclidean, Cityblock, Mahalanobis, Cosine เป็นต้น [7] รูปแบบการแสดงผลของ Hierarchical Clustering จะถูกแสดงในรูปของต้นไม้ โดยในแต่ละ class node จะประกอบไปด้วย child notes เทคนิคนี้สามารถแบ่งวิธีการสร้างต้นไม้ได้เป็น 2 ประเภทคือ Agglomerative (Bottom-Up) และ Divisive (Top-Down) [8]

2.5 Fuzzy C-Means

การแบ่งกลุ่มด้วยเทคนิควิธี Fuzzy C-Means เป็นการแบ่งกลุ่มตามความเหมือนของรูปแบบ (Patterns) คุณสมบัติ (Attributes) หรือลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของข้อมูล โดยการตัดสินใจจะอยู่บนหลักของความไม่แน่นอน (Fuzzy) การจัดกลุ่มของข้อมูลสามารถอยู่ได้มากกว่าหนึ่งกลุ่มโดยพิจารณาจากความเป็นสมาชิกที่มีอยู่ในทุกค่ากลางของกลุ่มนั้น ๆ [9]

2.6 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจเป็นแบบจำลองเพื่อการทำนาย (Predictive model) เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับแบบจำลองที่มีลำดับชั้นของการตัดสินใจ [10] เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีความซับซ้อนน้อยเมื่อเทียบกับอัลกอริธึมอื่น ๆ มีการทำงานแบบ การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) การแสดงรูปแบบของต้นไม้ตัดสินใจ ประกอบไปด้วย โหนด (Node) แรกสุดเรียกว่า โหนดราก (Root Node) และแตกออกเป็นโหนดย่อยจนโหนดสุดท้ายเรียกว่า โหนดใบ (Leaf Node) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจด้วยขั้นตอนวิธีแบบ C4.5 [11]

2.7 การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง

วิธีการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์กับชุดข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้วัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ข้อมูลตามแนวคิดด้านการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) ด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งเป็นการคำนวณจากตาราง Confusion Matrix [2], [12]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เน้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของรายวิชา โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ 1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2. แบบทดสอบประจำบทเรียน (Formative test) และ 3. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยชุดข้อมูลที่นำมาทำการวิจัยเป็นข้อมูลที่จัดเก็บตลอด 4 ภาคการศึกษา มีข้อมูลทั้งหมด 1,042 ข้อมูล และมีจำนวนแอตทริบิวต์ จำนวน 22 แอตทริบิวต์ ได้แก่ ข้อมูลผู้เรียน แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) แบบทดสอบประจำบทเรียน 1 – 8 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ค่าเฉลี่ยตลอดการเรียน ค่าเฉลี่ยการทดสอบประจำบทเรียน จำนวนครั้งที่สอบผ่าน คะแนนสอบกลางภาค และเกรด

3.2 การเตรียมข้อมูล (Data pre-processing stage)

กระบวนการจัดเตรียมข้อมูลมีลำดับขั้นตอนดังนี้ ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Training Data Set) คิดเป็น 70% ของชุดข้อมูลทั้งหมด และ 2) ชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test Data Set) คิดเป็น 30 % ของข้อมูลทั้งหมด เพื่อให้การทดลองสามารถหาค่าการจำแนกข้อมูลที่ดีที่สุดในการทดสอบผู้วิจัยจึงนำชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์หาค่า GAIN ของข้อมูลในแต่ละชุด เพื่อใช้ในการเลือกแอทริบิวต์สำหรับสร้างแบบจำลองโดยการค่าของ GAIN ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี Information Gain และ Gain ratio ด้วยโปรแกรม Weka ทำให้ชุดข้อมูลสำหรับงานวิจัยในขั้นตอนการจำแนกข้อมูลมีชุดข้อมูลเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ชุดข้อมูลดังนี้ 1) ชุดข้อมูลดั้งเดิม (Original Data) 2) ชุดข้อมูล Information Gain (IG Data) และ 3) ชุดข้อมูล Gain ratio (GR Data) เพื่อใช้ในกระบวนการวิเคราะห์และจำแนกกลุ่ม

3.3 การสร้างแบบจำลองสำหรับการจัดกลุ่ม

3.3.1 K-Means Clustering (KMC)

การทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) นำข้อมูลสำหรับเรียนรู้ทั้ง 3 ชุดเข้าสู่อัลกอริธึมเพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูลโดยเริ่มจากมิติข้อมูลเท่ากับ 2 และเพิ่มมิติข้อมูลขึ้นที่ละ 1 ในแต่ละรอบการจำแนกจนครบ 22 มิติ 2) ปรับค่าพารามิเตอร์ K ในช่วง 2 ถึง 10 เพื่อหาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด 3) วัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยค่าผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม (Incorrectly Clustered Instances : ICI) โดยการเปรียบเทียบกับ Target Class จำนวน 8 Class (A, B+, .., F) ของชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ เพื่อใช้ในการเลือกแบบจำลองที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ในแต่ละชุดข้อมูลมาอย่างละ 3 ลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ข้อมูลแบบจำลอง K-Means Clustering

แอตทริบิวต์	Training Data Set	พารามิเตอร์ (K)	Class	ICI
14	GR	8	8	47.22%
7	Org	8	8	47.34%
4	IFG	5	5	47.57%

จากตารางข้อมูลแบบจำลองที่ 1 เมื่อพิจารณาค่าความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มพบว่า การจำแนกกลุ่มโดยใช้จำนวนแอทริบิวต์เท่ากับ 14 เรียงชุดข้อมูลด้วยวิธี Gain ratio กำหนดค่า *K* เท่ากับ 8 (14-GR-8) มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลน้อยที่สุด เท่ากับ 47.22% โดยจำแนกกลุ่มได้ 8 กลุ่มข้อมูลตามจำนวน Target Class รองลงมาคือ แบบจำลองที่มีแอทริบิวต์ 7 เรียบข้อมูลตามชุดข้อมูลดังเดิม (Original Data) จำนวน *K* เท่ากับ 8 (7-Org-8) มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลน้อยที่สุด เท่ากับ 47.34% โดยจำแนกกลุ่มได้ 8

3.3.2 Density-Based Spatial Clustering (DBS)

การทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) นำข้อมูลสำหรับเรียนรู้ทั้ง 3 ชุดเข้าสู่งอัลกอริธึมเพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูลโดยเริ่มจากมิติข้อมูลเท่ากับ 2 และเพิ่มมิติข้อมูลขึ้นที่ละ 1 ในแต่ละรอบการจำแนกจนครบ 22 มิติ 2) ปรับค่าพารามิเตอร์ *K* เท่ากับ 2 และค่า Epsilon ในช่วง 2 ถึง 10 เพื่อหาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด 3) วัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยค่าผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม (Incorrectly Clustered Instances: ICI) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ข้อมูลแบบจำลอง DBScan

แอตทริบิวต์	Training Data Set	พารามิเตอร์ (*K*)	Class	Noise	ICI
22	Org	6	5	20	69.33%
22	Org	7	5	12	69.33%
22	GR	6	5	20	69.33%

จากข้อมูลค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองแบบ Density-Based Spatial Clustering แสดงให้เห็นว่า พบว่า การจำแนกกลุ่มโดยใช้จำนวนแอทริบิวต์เท่ากับ 22 ทั้ง 3 ชุดข้อมูล โดยกำหนดค่า Epsilon เท่ากับ 6 ถึง 10 มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลน้อยที่สุด เท่ากับ 69.33% โดยจำแนกกลุ่มได้ 5 กลุ่มข้อมูลตามจำนวน Target Class

3.3.3 Hierarchical Clustering (HRC)

การทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) นำข้อมูลสำหรับเรียนรู้ทั้ง 3 ชุดเข้าสู่งอัลกอริธึมเพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูลโดยเริ่มจากมิติข้อมูลเท่ากับ 2 และเพิ่มมิติข้อมูลขึ้นที่ละ 1 ในแต่ละรอบการจำแนกจนครบ 22 มิติ 2) กำหนดให้ใช้วิธีการจำแนกแบบ Complete linkage 3) วัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยค่าผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ข้อมูลแบบจำลอง Hierarchical Clustering

แอตทริบิวต์	Training Data Set	พารามิเตอร์ (K)	Class	ICI
10	GR	5	5	51.39%
10	IFG	5	5	51.39%
4	IFG	9	7	53.13%

จากตารางข้อมูลแบบจำลองที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มพบว่า การจำแนกกลุ่มโดยใช้จำนวนแอทริบิวต์เท่ากับ 10 เรียงชุดข้อมูลด้วยวิธี Gain ratio และ Information Gain กำหนดค่า K เท่ากับ 8 มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลน้อยที่สุด เท่ากับ 51.39% โดยจำแนกกลุ่มได้ 8 กลุ่มข้อมูลตามจำนวน Target Class

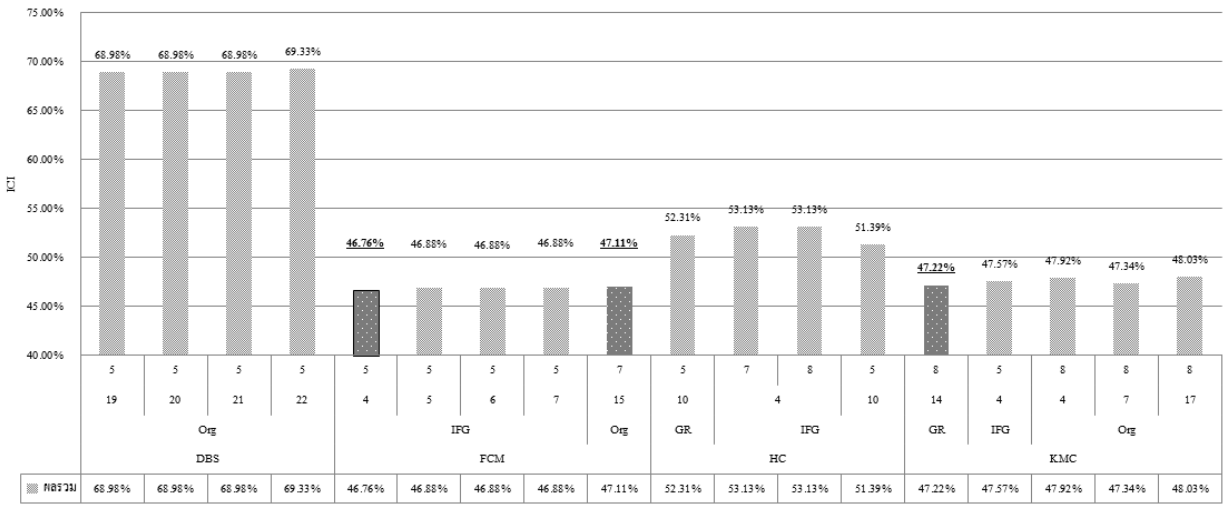
3.3.4 Fuzzy C-Means (FCM)

การทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) นำข้อมูลสำหรับเรียนรู้ทั้ง 3 ชุดเข้าสู่งอัลกอริธึมเพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูลโดยเริ่มจากมิติข้อมูลเท่ากับ 2 และเพิ่มมิติข้อมูลขึ้นที่ละ 1 ในแต่ละรอบการจำแนกจนครบ 22 มิติ 2) กำหนดจำนวนของกลุ่ม (Cluster Number) ในช่วง 2 ถึง 10 3) วัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยค่าผิดพลาดในการจำแนก รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 4: ข้อมูลแบบจำลอง Fuzzy C-Means

แอทริบิวต์	Training Data Set	พารามิเตอร์ (*K*)	Class	ICI
4	IFG	5	5	46.76%
7	IFG	5	5	46.88%
6	IFG	5	5	46.88%

จากตารางข้อมูลแบบจำลองที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มพบว่า การจำแนกกลุ่มโดยใช้จำนวนแอทริบิวต์เท่ากับ 4 ถึง 7 เรียงชุดข้อมูลด้วยวิธี Information Gain กำหนดค่าจำนวนของกลุ่ม (Cluster Number) เท่ากับ 5 มีค่าความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลน้อยที่สุด เท่ากับ 46.76% โดยจำแนกกลุ่มได้ 5 กลุ่มข้อมูลตามจำนวน Target Class



ภาพที่ 1: ค่า Incorrectly Clustered Instances ของการจำแนกแต่ละอัลกอริธึม

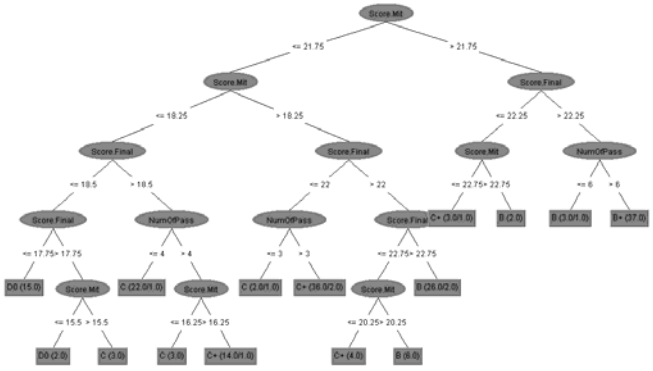
3.3.5 สรุปผลการสร้างแบบจำลองการจำแนกกลุ่มข้อมูล

จากการสร้างแบบจำลองด้วยอัลกอริธึมทั้ง 4 วิธี พบว่าแบบจำลองที่สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีที่สุด 5 อันดับของแต่ละอัลกอริธึมสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

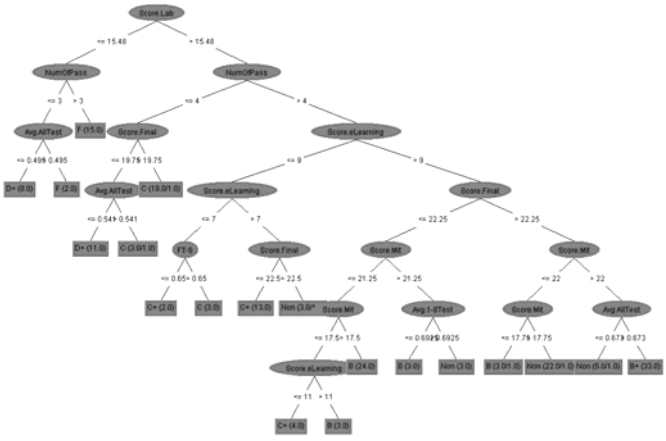
จากภาพผู้วิจัยทำการเลือกวิธีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในกระบวนการระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน 3 แบบ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลโดยใช้ Information Gain จำนวนแอทริบิวต์เท่ากับ 4 ค่า ICI เท่ากับ 46.76% จำแนกกลุ่มได้ 5 Class 2) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลแบบดังเดิม จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 15 ค่า ICI เท่ากับ 47.11% จำแนกกลุ่มได้ 7 Class และ 3) การสร้างแบบจำลองโดยใช้ K-Means Clustering ด้วยการเรียงข้อมูลแบบ Gain ratio จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 14 ค่า ICI เท่ากับ 47.22% จำแนกกลุ่มได้ 8 Class แบบจำลองที่ได้จะนำไปแบ่งกลุ่มเพื่อใช้ในการสร้างกฎของกลุ่มด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) ต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ปัจจัยของกลุ่มข้อมูล

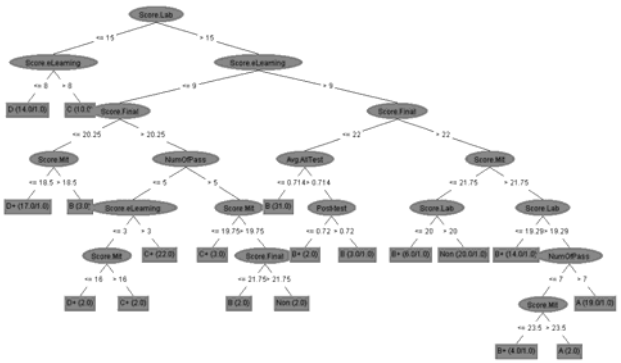
ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสร้างกฎเพื่อใช้ในการอธิบายลักษณะของกลุ่มข้อมูล โดยใช้เทคนิควิธี Decision Tree สร้างแบบจำลองกับชุดข้อมูลทั้ง 3 แบบ โดยผลลัพธ์ในการสร้างแบบจำลองแสดงดังภาพที่ 2 ถึง 4



ภาพที่ 2: แบบจำลอง FCM-IFG4-5



ภาพที่ 3: แบบจำลอง FCM-ORG10-7



ภาพที่ 4: แบบจำลอง KMC-GR14-8

4. สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิควิธีเหมืองข้อมูลในการสร้างกฎเพื่อระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อให้ได้แบบจำลองที่ดีที่สุด และสร้างกฎเพื่ออธิบายข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

จากผลการวิจัยพบว่าการจำแนกกลุ่มด้วยวิธีที่แตกต่างกันส่งผลต่อกฎที่ใช้ในการระบุลักษณะเฉพาะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเมื่อพิจารณาจากกฎที่สร้างได้จากกลุ่มข้อมูลที่จัดกลุ่มผมวิธี Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลโดยใช้ Information Gain จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 4 ให้ค่าความสำคัญในคะแนนสอบกลางภาค (Socre.Mit) เป็นอันดับแรก คะแนนสอบปลายภาค และจำนวนครั้งในการสอบผ่านตามลำดับ อีกทั้งการใช้ Fuzzy C-Means ด้วยการเรียงข้อมูลแบบดังเดิม จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 15 ให้ค่าความสำคัญกับคะแนนฝึกปฏิบัติ (Score.Lab) เป็นอันดับแรก และจำนวนครั้งในการสอบผ่าน ตามลำดับ การใช้ K-Means Clustering ด้วยการเรียงข้อมูลแบบ Gain ratio จำนวนแอทริบิวต์ เท่ากับ 14 ให้ค่าความสำคัญกับคะแนนฝึกปฏิบัติ (Score.Lab) เป็นอันดับแรก และคะแนนที่ได้จากระบบการเรียนออนไลน์ (Score.eLearning) ตามลำดับ

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่มีการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยชุดข้อมูลผลการทดสอบระหว่างเรียนตลอดการเรียนสามารถนำผลการทดสอบและคะแนนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์หากฎเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนสำหรับใช้ในการให้คำแนะนำ วางแผนการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] C.-F. Tsai, C.-T. Tsai, C.-S. Hung, and P.-S. Hwang, “Data Mining Techniques for Identifying Students at Risk of Failing a Computer Proficiency Test Required for Graduation,” *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 27, no. 3, pp. 481–498, 2011.

[2] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques: Concepts and Techniques*. Elsevier, 2011.

[3] J. Macqueen, “Some methods of classification and analysis of multivariate observations,” presented at the Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1967, pp. 281–297.

[4] K. Wagstaff, C. Cardie, S. Rogers, and S. Schrödl, “Constrained K-means Clustering with Background Knowledge,” in *Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning*, San Francisco, CA, USA, 2001, pp. 577–584.

[5] W.-J. Tsai, L.-I. Tong, and C.-H. Wang, “Developing a New Defect Cluster Index,” *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, vol. 25, no. 1, pp. 18–30, 2008.

[6] M. Ester, H. Kriegel, J. S, and X. Xu, “A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise,” 1996, pp. 226–231.

[7] Y. Zhao, G. Karypis, and U. Fayyad, “Hierarchical Clustering Algorithms for Document Datasets,” *Data Min Knowl Disc*, vol. 10, no. 2, pp. 141–168, Mar. 2005.

[8] J. H. Ward, “Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function,” *Journal of the American Statistical Association*, vol. 58, no. 301, pp. 236–244, 1963.

[9] G. Hamerly and C. Elkan, “Alternatives to the k-means algorithm that find better clusterings,” in *Proceedings of the eleventh international conference on Information and knowledge management*, New York, NY, USA, 2002, pp. 600–607.

[10] *Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications*. .

[11] J. R. Quinlan, “Induction of Decision Trees,” in *Machine Learning*, 1986, pp. 81–106.

[12] I. H. Witten, E. Frank, and M. A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Third Edition*, 3rd ed. Morgan Kaufmann, 2011.

การค้นพบรูปแบบการวางแผนการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาโดยใช้ การทำเหมืองความสัมพันธ์: กรณีศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

Pattern Discovery for Course Enrollment Planning of Undergrad Students Using Association Mining: A Case Study of Information and Communication Technology Curriculum

อาทิตยาพร โรจรัตน์ (Artittayaporn Rojarath)[1] และวรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ (Wararat Rungworawut)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]artittaya_roj@hotmail.com, [2]wararat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสถานบันการศึกษาต่างๆ มุ่งหวังให้นักศึกษาได้จบการศึกษาตามเกณฑ์ซึ่งแต่ละหลักสูตรก็มีเงื่อนไขการจบการศึกษาในหมวดวิชาต่างๆ ดังนั้นงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอรูปแบบการลงทะเบียนเรียนเพื่อใช้สำหรับการวางแผนการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาโดยใช้การทำเหมืองความสัมพันธ์ ซึ่งการทำเหมืองความสัมพันธ์สามารถค้นพบรูปแบบความสัมพันธ์การลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาที่จบการศึกษาแล้วนำมาเป็นข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนในอนาคต โดยการทดสอบผลจากการลงทะเบียนของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นกรณีศึกษา และประเมินความสัมพันธ์ของรูปแบบโดยใช้ค่าสนับสนุน(support) และค่าความเชื่อมั่น (confidence) อีกทั้งยังหาค่าสหสัมพันธ์ (lift) เพื่อทำการสนับสนุนรูปแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งจากผลการประเมินพบว่ารูปแบบที่น่าสนใจเพื่อการวิเคราะห์การวางแผนการลงทะเบียนเรียนกำหนดค่าสนับสนุนเท่ากับ 0.1 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 อีกทั้งได้ทำการวัดความสัมพันธ์ของกฎโดยใช้ค่า lift อีกด้วย ซึ่งผลการวิจัยได้รูปแบบกฎที่น่าสนใจเพื่อการวางแผนการลงทะเบียนเรียนทั้งหมด 11 กฎ

คำสำคัญ: การวางแผนหลักสูตร การทำเหมืองความสัมพันธ์ ค่าสนับสนุน, ค่าความเชื่อมั่น

Abstract

Currently education aims the students who have finish study on criterions that are defined in each groups of academic in curriculums. The objective of research is to purpose an approach of pattern discovery for course enrollment planning of undergrad student using association mining technique. This technique can find out the patterns of association mining enrollment from historic graduated students to help planning in the future. The experimental results were tested with the graduated student in curriculum of information communication and technology. The evaluation of patterns from association mining is used by support, confidence and lift value that are defined 0.1, 0.75 and 1.0 respectively. Moreover, the lift value is proofed the association of the patterns. The interesting patterns discovery found overall 11 rules.

Keyword: curriculum planning, association mining, support, confidence

1. บทนำ

สถานศึกษาในปัจจุบันได้มีการมุ่งเน้นปรับปรุงหลักสูตรเพื่อการพัฒนาและความเชี่ยวชาญของนักศึกษาให้มีคุณภาพ อย่างไรก็ตามเป้าหมายของสถานศึกษาอีกอย่างหนึ่งคือต้องการให้นักศึกษาได้จบตามเกณฑ์การศึกษาที่แต่ละหลักสูตรได้ตั้งกฎเกณฑ์ไว้จากหลักสูตรที่ได้ทำการปรับปรุง ซึ่งแต่ละหลักสูตรก็มีรายวิชาที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไป

โดยเฉพาะในหมวดวิชาเลือกซึ่งก็ขึ้นอยู่กับหลักสูตรว่ามีการเปิดเพื่อสร้างความเชี่ยวชาญให้นักศึกษามากน้อยเพียงใด นักศึกษาจึงต้องทำการวางแผนในการลงทะเบียนเพื่อที่จะสามารถพัฒนาตนเองให้จบการศึกษาตามเกณฑ์หลักสูตรที่กำหนด ทำให้เกิดปัญหาว่าควรจะวางแผนในการลงทะเบียนรายวิชาใดถึงจะได้ผลการศึกษาที่ดีขึ้น หรือผลการศึกษาใดควรจะพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงได้เกิดแนวคิดที่จะนำเสนอการหารูปแบบแนวทางการวางแผนการลงทะเบียนของนักศึกษาโดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองความสัมพันธ์ซึ่งได้ใช้กับกรณีศึกษานักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเทคนิคนี้จะสามารถค้นพบรูปแบบที่จะสามารถช่วยการวางแผนการลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ต่อเนื่องกัน และการวางแผนการลงทะเบียนระหว่างภาคการศึกษา และจากผลการลงทะเบียนของนักศึกษาจะสามารถช่วยวิเคราะห์ในการปรับปรุงหลักสูตรได้อีกด้วย ซึ่งรูปแบบที่ได้จะถูกประเมินด้วยค่าสนับสนุน ค่าความเชื่อมั่นและค่าสหสัมพันธ์ของการลงทะเบียนเรียนของข้อมูลผลการลงทะเบียนของนักศึกษาที่จบการศึกษาแล้วเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักศึกษาที่กำลังวางแผนจะลงทะเบียนเรียน

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทำเหมืองความสัมพันธ์ (Association Mining) [1]

การทำเหมืองความสัมพันธ์ คือ การได้มาซึ่งกฎความสัมพันธ์โดยเป็นการหารูปแบบที่เกิดขึ้นบ่อยคู่กัน เรียกว่า frequent pattern และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เรียกว่า association ของกลุ่มไอเท็มจากข้อมูลที่อยู่ในรูป transaction ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของกฎความสัมพันธ์ (Association Rules)

item1 → item2

ในการหากฎความสัมพันธ์นั้นจะมีขั้นตอนวิธีการหาหลายวิธีด้วยกัน แต่ขั้นตอนวิธีที่เป็นที่รู้จักและใช้อย่างแพร่หลายคืออัลกอริทึมแอพพริออริ (Apriori) หากต้องการทราบความสัมพันธ์ของกฎอย่างแท้จริง จะต้องคำนวณหาค่าสนับสนุน ค่าความเชื่อมั่นและการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

การคำนวณหาค่าสนับสนุน Support (Sup)

$$Support(X \rightarrow Y) = P(X \cup Y) \quad (1)$$

หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของจำนวนของค่า X เกิดขึ้นคู่กับค่า Y ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง [0-1] ถ้าเข้าใกล้ 1 หมายถึงเกิดรูปแบบนี้เป็นจำนวนมาก

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น Confidence (Conf)

$$Confidence(X \rightarrow Y) = P(X \cup Y)/P(X) \quad (2)$$

หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของจำนวนของค่า X เกิดขึ้นคู่กับค่า Y โดยที่มีลำดับเหตุการณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ Correlation Analysis หรือ Lift

$$Lift\ (X \rightarrow Y) = \frac{P(X \cup Y)}{P(X)P(Y)} \quad (3)$$

หมายถึง ค่าวัดความสัมพันธ์ระหว่างของค่า X และ Y ว่าสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ ถ้าค่า Lift มีค่าเท่ากับ 0 และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าข้อมูล X และ Y ไม่สัมพันธ์กัน หาก มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าข้อมูล X และ Y สัมพันธ์กันจริง

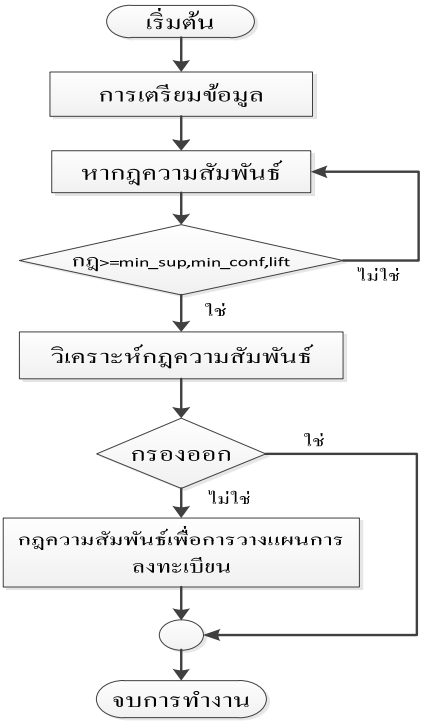
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ได้นำความรู้ด้านการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองความสัมพันธ์มาใช้เกี่ยวกับทางด้านการศึกษามากขึ้น เช่น งานวิจัย [3] กล่าวถึงการประยุกต์ใช้การทำเหมืองข้อมูลในการศึกษาการเก็บข้อมูลส่วนตัวและการจัดกลุ่มนักศึกษา ใช้อัลกอริทึมแอพพริออริกับฐานข้อมูลที่มีระเบียนผลการเรียนของนักศึกษาที่หลากหลายและลองสกัดเอากฎความสัมพันธ์ในรายการข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษาตามตัวแปรต่างๆ ใช้ เครื่องมือWEKA หากฎความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดที่จะช่วยให้สกัดสารสนเทศตามที่สามารถแสดงประวัติของนักศึกษาออกมาว่าดี และน่าพอใจหรือไม่น่าพอใจ งานวิจัย[4] ได้กล่าวถึงการศึกษาการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ในหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา โดยมีการเปรียบเทียบกับค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่น จะนำเสนอการลดกฎที่ไร้ประโยชน์ งานวิจัย [5] กล่าวถึงตัวแบบสำหรับการจัดองค์กรและวัดองค์ความรู้ในการอัพเกรดระบบของการศึกษาและการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่ใช้สนับสนุนการทำเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศใหม่จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินผล มีวัตถุประสงค์ที่จะพิจารณาช่องว่างที่เกิดจากการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้สามารถเก็บ

ข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นข้อมูลที่เก็บรวบรวมนี้จะต้องได้รับการรักษาและตีความเพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลและสารสนเทศที่จำเป็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ และงานวิจัย [6] ชี้ให้เห็นปัญหาหลักของการประยุกต์และปรับปรุงอัลกอริธึมแอพพริออริให้ดีขึ้น อัลกอริธึมนี้ถูกประยุกต์ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา พบกฎที่มีความสัมพันธ์ที่แน่นอนที่ให้ข้อมูลที่มีนัยสำคัญสำหรับหลักสูตร ข้อมูลประสิทธิภาพนักศึกษาในระบบจัดการการเรียนการสอนเป็นเรื่องที่ยากมากที่จะสร้างการตัดสินใจจากรูปแบบการเรียนการสอนให้ได้ผลที่ตรงกับการกระจายประสิทธิภาพของนักศึกษาเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของการเตรียมหลักสูตรและผลกระทบของหลักสูตร

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นได้นำข้อมูลจากนักศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ปีการศึกษา 2551 – 2552 ที่จบการศึกษาแล้วจำนวน 169 นักศึกษาทั้งหมดจะมีการลงทะเบียนรายวิชาบังคับเหมือนกันตามหลักสูตร จะแตกต่างกันที่วิชาเลือกของนักศึกษาแต่ละคน ซึ่งนำมาสร้างเป็นรูปแบบทำเหมืองความสัมพันธ์ของกฎซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: แผนผังการดำเนินงานของระบบ

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการดำเนินงานได้ดังนี้

3.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

จากการเก็บข้อมูลของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารดังกล่าว จำนวน 169 คน และทำการแปลงข้อมูล(Data Transformation)ก่อนเข้าทำการประมวลผลการทำเหมืองความสัมพันธ์ โดยเริ่มจากการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning)เพื่อขจัดข้อมูลที่ไม่สามารถประมวลผลได้ออกไป คือ จะลบรายวิชาที่ไม่มีนักศึกษาลงทะเบียน นักศึกษาที่ไม่ได้ลงทะเบียนเรียนตามหลักสูตร กรณีที่นักศึกษาได้เกรด F และกรณีที่นักศึกษามีสถานภาพเป็นI(Incomplete)= ยังไม่สมบูรณ์, P(Inprogress)=กำลังดำเนินการ, R(Repeat) = ซ้ำชั้น และ W(Withdrawal) = การขอถอนรายวิชา จากนั้นจะได้จำนวนรายวิชาในการลงทะเบียนทั้งหมดจำนวน 49 รายวิชา แยกออกเป็นหมวดหลัก 2 หมวด คือ c และ s ซึ่งจะมีรหัสรายวิชาจำนวน 6 หลัก xxxxxx เพื่อช่วยในการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ที่แสดงผลออกมา เมื่อทำการแปลงข้อมูลทั้งหมดแล้วจะได้ข้อมูลเพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ทั้งหมด 217 ระเบียน คำนวณหาค่าสนับสนุน ค่าความเชื่อมั่น และค่าสหสัมพันธ์ในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 1: รหัสและหมวดวิชา

วิชา	หมวดวิชา
c_xxxxxx	วิชาบังคับ
s_xxxxxx	วิชาเลือก

3.2 การประมวลผลหากฎความสัมพันธ์ (Data Processing)

จากข้อมูลนักศึกษา 169 คน ได้ทำการแปลงข้อมูลนำเข้าทั้งหมด 217 ระเบียนนำเข้าโปรแกรม WEKA [2] และกฎที่ได้ต้องผ่านค่าต่ำสุดของค่าสนับสนุน(min_sup) เท่ากับ 0.1 ค่าความเชื่อมั่น(min_conf) เท่ากับ 0.75 และค่าสหสัมพันธ์(lift) ที่กำหนดไว้ คือ 1.0 หมายความว่าการประมวลผลเพื่อหากฎความสัมพันธ์ถ้ากฎไหนมีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดของค่า min_sup, min_conf และค่า lift แล้วจะนำกฎนั้นไปวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ต่อไป แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะทำการประมวลผลเพื่อหากฎความสัมพันธ์ใหม่ ที่กำหนดค่าต่างๆดังที่ได้กล่าวไปเพราะว่าต้องการให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีจำนวนกฎมากพอจะนำมาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของรายวิชาต่างๆ

ให้สามารถแบ่งออกเป็นกรณีต่างๆได้ตามลำดับ ได้ผลกฎดังต่อไปนี้

1. c_322336=a 26 ==> c_322375=a 25 <conf:(0.96)> lift:(2.11)
2. c_000 161=a c_322336=a 23 ==> c_322375=a 22 <conf:(0.96)> lift:(2.1)
3. c_000 141=a c_322162=c 24 ==> c_322375=a 22 <conf:(0.92)> lift:(2.01)
4. c_322336=a 26 ==> c_000 161=a 23 <conf:(0.88)> lift:(3)
5. c_000 141=a s_322334=a 25 ==> c_322375=a 22 <conf:(0.88)> lift:(1.93)
6. c_322336=a c_322375=a 25 ==> c_000 161=a 22 <conf:(0.88)> lift:(2.98)
7. s_322381=a 30 ==> c_322375=a 26 <conf:(0.87)> lift:(1.9)
8. c_322271=a 36 ==> s_322334=a 31 <conf:(0.86)> lift:(2.08)
9. c_322462=b+ 35 ==> c_322375=a 30 <conf:(0.86)> lift:(1.88)
10. c_322271=a c_322375=a 28 ==> s_322334=a 24 <conf:(0.86)> lift:(2.07)
11. c_000 161=a s_322235=a 27 ==> c_322375=a 23 <conf:(0.85)> lift:(1.87)
12. c_322336=a 26 ==> c_000 161=a c_322375=a 22 <conf:(0.85)> lift:(4.59)
13. c_322212=c+ s_322334=a 28 ==> c_322375=a 23 <conf:(0.82)> lift:(1.8)
14. c_322376=a 40 ==> c_322375=a 32 <conf:(0.8)> lift:(1.75)
15. s_322381=a 30 ==> c_000 161=a 24 <conf:(0.8)> lift:(2.71)
16. s_322334=a s_322339=a 30 ==> c_322375=a 24 <conf:(0.8)> lift:(1.75)
17. c_322376=c+ 29 ==> c_000 141=b+ 23 <conf:(0.79)> lift:(1.76)
18. s_322235=a 38 ==> c_322375=a 30 <conf:(0.79)> lift:(1.73)
19. c_322473=c+ 28 ==> c_000 140=c+ 22 <conf:(0.79)> lift:(2.89)
20. s_322261=a 28 ==> c_322375=a 22 <conf:(0.79)> lift:(1.72)
21. c_322271=a 36 ==> c_322375=a 28 <conf:(0.78)> lift:(1.7)
22. s_322475=a 36 ==> c_322375=a 28 <conf:(0.78)> lift:(1.7)
23. c_322271=a s_322334=a 31 ==> c_322375=a 24 <conf:(0.77)> lift:(1.7)
24. c_322375=a s_322235=a 30 ==> c_000 161=a 23 <conf:(0.77)> lift:(2.6)
25. c_322212=c+ c_322375=a 30 ==> s_322334=a 23 <conf:(0.77)> lift:(1.85)
26. c_323242=c 33 ==> c_322221=d 25 <conf:(0.76)> lift:(2.28)

ภาพที่ 2: ผลการทำเหมืองความสัมพันธ์

3.3 การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ (Pattern Analysis)

การวิเคราะห์โดยวิธีการทำเหมืองความสัมพันธ์ จากผลการทดลอง ได้กฎมาทั้งหมด 26 กฎ มีการนำกฎที่ได้ทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ความสัมพันธ์ที่เกิดกับรายวิชาต่างๆ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1) วิชาบังคับ → วิชาบังคับ คือ นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนทั้งสองรายวิชา แต่เงื่อนไขของกฎ คือ ต้องลงทะเบียนเรียนตามแผนภาคการศึกษา เช่น กฎที่ 1

c_322336=a 26 ==> c_322375=a 25 <conf:(0.96)> lift:(2.11)

หมายถึง นักศึกษาลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322336 ในชั้นปีที่ 3 จำนวน 26 ได้เกรด A จะวางแผนเพื่อลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาเดียวกัน คือ วิชาบังคับ c_322375 จำนวน 25 คนได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 คิดเป็น 96% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.11

2) วิชาเลือก → วิชาบังคับ คือนักศึกษาสามารถลงทะเบียนรายวิชาเลือกและวิชาบังคับที่เป็นรายวิชาที่สามารถลงได้ในภาคการศึกษาเดียวกันหรือภาคการศึกษาต่อไปได้ เช่น กฎที่ 18

s_322235=a38==>c_322375=a30<conf:(0.79)>lift:(1.73)

หมายถึง นักศึกษาวางแผนลงทะเบียนเรียนเพื่อลงวิชาเลือก คือ วิชา s_322235 จำนวน 38 ได้เกรด A จะสามารถลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322375 ในภาคการศึกษาเดียวกัน ได้เกรด A เท่ากัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 คิดเป็น 79% และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 1.73

3) วิชาบังคับ → วิชาเลือก คือนักศึกษาสามารถลงทะเบียนรายวิชาบังคับที่ต้องลงทะเบียนเรียนและวางแผนลงทะเบียนเรียนเพื่อเลือกลงวิชาเลือกที่สามารถลงได้ในภาคการศึกษานั้น เช่น กฎที่ 8

c_322271=a 36 ==> s_322334=a 31 <conf:(0.86)> lift:(2.08)

หมายถึง นักศึกษาลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322271 จำนวน 36 ได้เกรด A จะสามารถวางแผนการลงทะเบียนเพื่อเลือกเรียนวิชาเลือก คือวิชา s_322334 จำนวน 31 ได้เกรด A เท่ากัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 คิดเป็น 86% และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.08

3.4 การกรองกฎร่วมกับแผนการศึกษา

จากการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ที่ได้ทั้งหมด 26 กฎ จะทำการกรองข้อมูล (Data Filter) ถ้ากฎที่ไม่ต้องกรองออกจะเป็นกฎความสัมพันธ์ที่ใช้ได้จริงโดยการวิเคราะห์ร่วมกันกับแผนการศึกษาของหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้จัดทำเป็นแผนการศึกษาออกมา กฎที่ถูกกรองออกเป็นกฎที่เกิดจากการลำดับการลงทะเบียนเรียนที่นักศึกษาไม่สามารถลงทะเบียนตามกฎนั้นได้ มีทั้งหมด 15 กฎ ยกตัวอย่างแยกเป็น 2 กรณี ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2: กรณีที่ 1 รายวิชาที่ไม่เป็นไปตามลำดับลงทะเบียน

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
4. c_322336=a ==>c_000161=a	0.88	3

จากตัวอย่างกฎที่ 4 หมายถึง นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชา c_322336 ในชั้นปีที่ 3 ได้เกรด A มีความสัมพันธ์กับรายวิชา c_000161 ในชั้นปีที่ 2 ได้เกรด A ซึ่งเป็นวิชาบังคับทั้งสองวิชา ปกติแล้วถ้าเป็นกฎที่ได้วิชาบังคับแล้วมีความสัมพันธ์กับวิชาบังคับจะไม่ถูกกรองออกถ้าดูตามหลักสูตรแต่ที่ต้องกรองกฎนี้ออกเพราะไม่สามารถวางแผนการเรียนเพื่อลงทะเบียนเรียนในรายวิชาบังคับทั้งสองวิชาได้ เนื่องจากเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดกับปี 2 ก่อนแล้วค่อยมาเกิดความสัมพันธ์กับปี 1 เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นไปไม่ได้ไม่เป็นไปตามลำดับการลงทะเบียน

ตารางที่ 3 : กรณีที่ 2 รายวิชาที่ไม่เป็นไปตามภาคการศึกษา

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
14. c_322376=a ==>c_322375=a	0.8	1.75

จากตัวอย่างกฎที่ 14 หมายถึง นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชา c_322376 ในชั้นปีที่ 3 ได้เกรด A มีความสัมพันธ์กับรายวิชา c_322375 ในชั้นปีที่ 3 เหมือนกัน แล้ว ได้เกรด A ซึ่งทั้งสองวิชาเป็นวิชาบังคับทั้งคู่ ปกติแล้วถ้าเป็นกฎที่ได้วิชาบังคับแล้วมีความสัมพันธ์กับวิชาบังคับจะไม่ถูกกรองออกถ้าดูตามหลักสูตร แต่ที่ต้องกรองกฎนี้ออกเพราะไม่สามารถวางแผนการเรียนเพื่อลงทะเบียนเรียนในรายวิชาบังคับทั้งสองวิชาได้ เนื่องจากเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดกับภาคปลายก่อนแล้วค่อยมาเกิดความสัมพันธ์กับภาคต้น เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นไปไม่ได้ไม่เป็นไปตามภาคการศึกษา

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการวิเคราะห์โดยวิธีการทำเหมืองความสัมพันธ์ มีรายวิชาที่นำมาวิเคราะห์กฎในการประมวลผลได้กฎออกมาทั้งหมด 26 กฎ และมีกฎที่สามารถช่วยในการวางแผนการลงทะเบียนของนักศึกษา ดังนี้

4.1 กฎที่สามารถช่วยในการวางแผนการลงทะเบียนเรียน

จากการวิเคราะห์ กฎที่ช่วยสำหรับการวางแผนการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษามีทั้งหมด 11 กฎเป็นไปตามลำดับแยกเป็น 3 กรณี ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 วิชาบังคับมีความสัมพันธ์กับวิชาบังคับและวิชาเลือก

ตารางที่ 4 : วิชาบังคับปี 2 → วิชาบังคับปี 2

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
26.c_323242=c ==> c_322221=d	0.76	2.28

ตัวอย่างกฎที่ 26 หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_323242 ในชั้นปีที่ 2 จำนวน 33 แล้วได้เกรด C จะสามารถวางแผนเพื่อปรับปรุงการเรียนในวิชาบังคับต่อไป คือ วิชา c_322221 ชั้นปีที่ 2 เหมือนกัน จำนวน 25 ได้เกรด D ให้มีผลการเรียนที่ดีขึ้นซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 คิดเป็น 76% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.28

ตารางที่ 5 : วิชาบังคับปี 2→วิชาบังคับปี 3

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
21.c_322271=a ==> c_322375=a	0.78	1.7

ตัวอย่างกฎที่ 21 หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322271ในชั้นปีที่ 2 จำนวน 36 แล้วได้เกรด A จะสามารถวางแผนการเรียนเพื่อลงทะเบียนเรียนในรายวิชาบังคับปีต่อไป คือ วิชาบังคับ c_322375 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 28 แล้วได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 คิดเป็น 78% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 1.17

ตารางที่ 6 : วิชาบังคับปี 2→ วิชาเลือก

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
8. c_322271=a ==>s_322334=a	0.86	2.08

ตัวอย่างกฎที่ 8 หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322271 ในชั้นปีที่ 2 จำนวน 36 ได้เกรด A จะสามารถวางแผนการลงทะเบียนเพื่อเลือกลงวิชาเลือก คือ วิชา s_322334 เป็นวิชาเลือกที่สามารถเลือกลงได้ตอนชั้นปีที่ 3 จำนวน 31 แล้วได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 คิดเป็น 86% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.08

ตารางที่ 7 : วิชาบังคับปี 3→ วิชาบังคับปี 3

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
1. c_322336=a ==> c_322375=a	0.96	2.11

ตัวอย่าง กฎที่ 1 หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322336 ในชั้นปีที่ 3 จำนวน 26 แล้วได้เกรด A จะสามารถวางแผนการเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนในรายวิชาบังคับชั้นปีเดียวกัน คือ c_322375 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 25 แล้วได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 คิดเป็น 96% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.11

กรณีที่ 2 วิชาเลือกมีความสัมพันธ์กับวิชาบังคับ

ตารางที่ 8 : วิชาเลือก→วิชาบังคับปี 2

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
15. s_322381=a 30==>c_000161=a	0.8	2.71

ตัวอย่างกฎที่ 15 หมายถึง นักศึกษาสามารถวางแผนลงทะเบียนเรียนวิชาเลือก คือ s_322381 จำนวน 30 แล้วได้เกรด A ซึ่งเป็นวิชาเลือกที่ลงได้ตั้งแต่ชั้นปีที่ 2 ขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์กันกับวิชาบังคับชั้นปีเดียวกัน คือ c_000161 ชั้นปีที่ 2 จำนวน 24 แล้วได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8 คิดเป็น 80% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 2.71

ตารางที่ 9 : วิชาเลือก→วิชาบังคับปี 3

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
7. s_322381=a ==> c_322375=a	0.87	1.90
18. s_322235=a ==>c_322375=a	0.79	1.73

ตัวอย่างกฎที่ 7 หมายถึงนักศึกษาสามารถวางแผนลงทะเบียนเรียนวิชาเลือก คือ s_322381 จำนวน 30 แล้วได้เกรด A ซึ่งเป็นวิชาเลือกที่ลงได้ตั้งแต่ชั้นปีที่ 2 ขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์กันกับวิชาบังคับชั้นปีแต่ต่อไป คือ c_322375 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 26 แล้วได้เกรด A เท่ากัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 คิดเป็น 87% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 1.9

กรณีที่ 3 รายวิชาที่มีความสัมพันธ์มากกว่า 2 ความสัมพันธ์

ตารางที่ 10 : รายวิชาที่มีความสัมพันธ์มากกว่า 2

กฎ	ค่าConf	ค่าLift
2. c_000 161=a c_322336=a ==> c_322375=a 22	0.96	2.1
10. c_322271=a c_322375=a ==> s_322334=a 24	0.86	2.07
11. c_000 161=a s_322235=a ==> c_322375=a 23	0.85	1.87
25. c_322212=c+ c_322375=a ==> s_322334=a 23	0.77	1.85

ตัวอย่างกฎที่ 25 หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับ c_322212 ในชั้นปีที่ 3 ได้เกรด C+ และลงวิชาบังคับ c_322375 ในชั้นปีที่ 3 เหมือนกันแล้วได้เกรด A จำนวน 30 จะสามารถวางแผนการลงทะเบียนเพื่อเลือกลงวิชาเลือกที่มีความสัมพันธ์กันกับทั้งสองวิชา คือ วิชาเลือก s_322334 จำนวน 23 คนแล้วได้เกรด A ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 คิดเป็น 77% ที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนตามกฎนี้ และเป็นกฎที่มีความสัมพันธ์กันจริงมากกว่า 1 คือ 1.85

จากกฎความสัมพันธ์ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้ง 11 กฎ แต่ละกฎบอกให้ทราบถึงรูปแบบของรายวิชาที่มีความสัมพันธ์กันที่ช่วยในการวางแผนการลงทะเบียนในอนาคต สามารถวางแผนเพื่อปรับปรุงการเรียนในรายวิชาที่ต้องลงทะเบียนเรียนตามแผนการศึกษาให้มีผลการเรียนที่ดีขึ้น เช่น จากกฎที่ 26.c_323242=c ==> c_322221=d แสดงให้เห็นว่าถ้าไม่ตั้งใจเรียนในรายวิชาบังคับ c_323242 ก็จะทำให้รายวิชาที่มีความสัมพันธ์กัน คือ รายวิชาบังคับ c_322221 มีแนวโน้มของเกรดที่น้อยลงด้วยและยังเป็นการวางแผนสำหรับการที่จะเลือกลงวิชาเลือกให้มีความสอดคล้องกับวิชาบังคับ จากกฎที่ใช้ได้จริงทั้ง 11 กฎ แสดงให้เห็นว่ามีวิชาเลือกอยู่ 3 รายวิชา คือ s_322334, s_322381 และ s_322235 ที่มีความสัมพันธ์กับวิชาบังคับจริงและทำให้เกรดมีแนวโน้มที่ดีขึ้นด้วย เช่น จากกฎที่ 8. c_322271=a ==>s_322334=a แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิชาบังคับกับวิชาเลือก คือ เมื่อเราลงวิชาบังคับ c_322271 ได้เกรด A แล้วถ้าเราลงวิชาเลือก s_322334 ก็มีโอกาสได้เกรด A เช่นเดียวกัน

5. สรุป

การลงทะเบียนของนักศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีรายวิชาที่เปิดลงทะเบียนให้นักศึกษาได้ลงทะเบียนหลายรายวิชาซึ่งหมายถึงหลายทางเลือกสำหรับการลงทะเบียนเรียน ดังนั้นนักศึกษาจึงต้องวางแผนการลงทะเบียนก่อนการลงทะเบียนเรียนจริงเพื่อให้ผ่านหลักสูตรตามที่คณะกำหนด ดังนั้นจากแบบจำลองการหากฎความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการทำเหมืองความสัมพันธ์นี้จะช่วยให้นักศึกษาสามารถวางแผนการลงทะเบียนในแต่ละภาคการศึกษาได้ จากการวิเคราะห์ได้กฎความสัมพันธ์ทั้งหมด 26 กฎ เมื่อผ่านการกรองกฎแล้ว ได้กฎที่มีความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริง 11 กฎ อีกทั้งในบางกฎความสัมพันธ์สามารถเป็นแผนปรับปรุงหลักสูตรในรายวิชาที่มีความสัมพันธ์กันได้ ในอนาคตผู้ทำวิจัยจะทำการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ เพื่อจะได้วิธีการพยากรณ์เพื่อการวางแผนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] J.Han and M. Kamber, *Data Mining : Concept and Techniques*.Second ed, Morgan Kaufmann Publishers, pp.285-382.,2006.

[2] Mark Hall, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer,Peter Reutemann and Ian H, *The WEKA Data Mining Software: An Update*; SIGKDD Explorations, Volume 11, Issue 1,2009

[3] S. Parack, Z. Zahid and F. Merchant. “Application of Data Mining in Educational Databases for Predicting Academic Trends and Patterns,” *in Proc, ICTEE*, 2012, pp. 1-4.

[4] Y. Fang and C. Zhang. “Improving the Quality of Graduate Education by Association Rules Analysis,” *in Proc, FSKD*, 2008, pp. 570 – 573

[5] E.P. Pimentel and N. Omar. “Towards a Model for Organizing and Measuring Knowledge Upgrade in Education with Data Mining,” *in Proc, IRI*, 2005, pp. 56-60.

[6] Q. Yang and Y. Hu. “Application of Improved Apriori Algorithm on Educational Information,” in *Proc, ICGEC*, 2011, pp. 330-33

การบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับระบบธุรกิจอัจฉริยะ
Integration of the Spatial data in a Business Intelligence System

เอกภพ บุญเพ็ง(Akkapop Boonpeng)[1] อนุสรณ์ เบญจธนรัตน์(Anusorn Benjatanarat)[2]
สุรางคนา ธรรมลิขิต (Surangkana Thamlikhit)[3] และพีระศักดิ์ เพียรประสิทธิ์(Peerasak Pearprasit)[4]
สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[1]aekapop@buu.ac.th, [2]anusornb@buu.ac.th, [3]stharm@buu.ac.th, [4]peerasak@buu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI) และระบบสารเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบที่ใช้ในการจัดเก็บ จัดการ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลสำหรับการตัดสินใจของผู้บริหาร ระบบ BI เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้เครื่องมือ BI เพื่อสนับสนุนกระบวนการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และเครื่องมือในการจัดทำรายงาน ส่วนระบบ GIS เป็นระบบสารสนเทศที่เน้นการจัดเก็บข้อมูลที่เชื่อมโยงไปยังตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ระบบ GIS มีเครื่องมือสำหรับการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

งานวิจัยนี้นำเสนอการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลระบบ BI เพื่อที่จะนำเสนอข้อมูลตำแหน่งพื้นที่บนส่วนแสดงผลภาพรวม (Dashboard) ของระบบ BI โดยใช้ข้อมูลทางด้านการศึกษาของสำนักงานสภาการศึกษาเป็นกรณีศึกษา ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการออกแบบดาต้ามาร์ท (Data mart) และการออกแบบข้อมูลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่ จากนั้นนำเสนอการพัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server ผลการดำเนินงานพบว่า การบูรณาการระหว่างระบบทั้งสองสามารถทำให้ผู้บริหารได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: ระบบธุรกิจอัจฉริยะ การบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่บนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

Abstract

Business Intelligence (BI) system and Geographic Information System (GIS) are both used to store, manage, analyze and present data for executive decision making. BI system is an information system that employs BI tools to support the process of gathering, analyzing data and providing reporting facilities, whereas GIS is an information system that is linked to a geographical location. GIS has built in functionality for handling different spatial data formats and analyzing tools.

This paper presents the integration of the spatial data in a BI system in order to provide a location-based view of BI dashboard using educational data marts of "The Office of the Education Council" as our case study. We first showed how to design the data mart schema which is the integration between BI schema and spatial data. Then we introduced Microsoft SQL Server as a BI tool for implementation. Finally, we showed that the integration of both GIS and BI can enhance BI reports and also allow an executive to make decision better.

Keyword: Business Intelligence, Spatial BI, Geo BI

1. บทนำ

ในปัจจุบันซอฟต์แวร์ BI เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจหรือที่เรียกว่า "ระบบธุรกิจอัจฉริยะ" ซึ่งเป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล (Data Sources) หลายแพลตฟอร์ม (Platforms) ให้สามารถเก็บอยู่ในระบบเดียวกันหรืออยู่ในคลังข้อมูล ระบบนี้สามารถสร้างรายงานที่ทำให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้รูปแบบหลายมิติ (Multidimensional Data) ผู้ใช้สามารถเรียกดูรายงานแบบเจาะลึก (Drill Down) หรือ พลิกแพลง (Slice and Dice) เพื่อเรียกดูข้อมูลบางส่วนได้ จากงานวิจัยของ [1] ข้อมูลที่เก็บในระบบฐานข้อมูลขององค์กรทั่วไปมากกว่า 80 % จะมีการจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ เช่น ที่อยู่ของหน่วยงาน ตำบล อำเภอ จังหวัด และรหัสไปรษณีย์ เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตามในระบบสารสนเทศส่วนใหญ่ขององค์กรเหล่านั้นไม่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

ในปัจจุบันโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) บางผลิตภัณฑ์อาจจะมีข้อจำกัดในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ การประมวลผลข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ ถึงแม้ว่าแนวโน้มการพัฒนาซอฟต์แวร์ DBMS จะเพิ่มขีดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่และฟังก์ชันการทำงานของข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ฐานข้อมูล [2]

ในขณะที่ความต้องการของผู้ใช้งานบางกลุ่มอาจมีความต้องการรายงานที่สามารถแสดงผลข้อมูลของระบบ BI และแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ได้ ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาระบบจำเป็นต้องมีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มารองรับเพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน จากการศึกษา [3] พบว่าซอฟต์แวร์ GIS ส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มากกว่าที่จะมีฟังก์ชันการทำงานเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ DBMS ทั่วไป

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่ในการวางแผนและกำหนดนโยบายด้านการจัดการศึกษาของประเทศ ที่ผ่านมา สกศ. ได้วิจัยและพัฒนาระบบคลังข้อมูลสำหรับการประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศโดยใช้ซอฟต์แวร์ BI เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบดังกล่าว แต่ปัญหาที่พบก็คือ ผู้บริหารของ สกศ. ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลในหลายมิติและในขณะเดียวกันก็ต้องการให้แสดงผลข้อมูลบนแผนที่ได้ เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการวิเคราะห์และวางแผน

ดังนั้นปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นโจทย์วิจัยสำหรับการพัฒนาระบบต่อยอดจากระบบ BI เพื่อให้สามารถแสดงผลข้อมูลได้บนแผนที่ งานวิจัยนี้นำเสนอระบบ Spatial Business Intelligence ซึ่งเป็นระบบที่บูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับระบบ BI เพื่อรวมความสามารถของทั้งระบบ GIS และระบบ BI เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานข้อมูลสามารถเรียกดูรายงานเชิงวิเคราะห์ในหลายมิติและแสดงแผนที่ได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้นและเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น คณะผู้วิจัยได้ใช้ดาต้ามาร์ทด้านการศึกษา (Educational Data Mart) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศไทย สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) รายละเอียดเกี่ยวกับดาต้ามาร์ทของ สกศ. ขั้นตอนของการดำเนินงานวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบจะนำเสนอในส่วนที่ 3 ส่วนที่ 4 จะนำเสนอผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 นำเสนอบทสรุปและแนวทางในการพัฒนาระบบต่อยอด

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ซอฟต์แวร์ธุรกิจอัจฉริยะ (BI Software)

ซอฟต์แวร์ BI เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการจัดทำระบบธุรกิจอัจฉริยะหรือระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการตัดสินใจที่ผู้บริหารสามารถเรียกดูข้อมูลในรูปแบบของกราฟและตาราง เพื่อการวางแผนกลยุทธ์หรือใช้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์พยากรณ์อนาคตขององค์กร ตลอดจนใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงานองค์กร [4, 5] ผู้พัฒนาระบบ BI ใช้ซอฟต์แวร์ BI ในรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล (ซึ่งแต่ละแหล่งข้อมูลอาจจะใช้ซอฟต์แวร์ DBMS ที่แตกต่างกัน) มาจัดเก็บอยู่ที่เดียวกันที่เรียกว่า “คลังข้อมูล” เครื่องมือของซอฟต์แวร์ BI สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ (1) เครื่องมือในการสร้างคลังข้อมูล (Data Warehouse Building Tools) หรือที่เรียกว่า “Extract Transform and Load : ETL” (2) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำรายงาน (Reporting Service Tools) (3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analytic Tools) ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหลายมิติ (Multidimensional Model) (4) เครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์ (Forecasting Tools) และ (5) เครื่องมือที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining Tools) [6]

ซอฟต์แวร์ผลิตภัณฑ์ BI ที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะ เช่น SAS, Oracle Business Intelligence Suite, IBM Cognos, Pentaho และ Microsoft SQL Server เป็นต้น รายละเอียดและคุณลักษณะเด่นของแต่ละผลิตภัณฑ์แสดงใน [7] สำหรับงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft SQL Server 2008 R2 เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ DBMS ที่รวมเครื่องมือในการสร้างระบบคลังข้อมูล ภายในชุดซอฟต์แวร์ประกอบด้วย (1) SQL Server Integration Services (SSIS) มีเครื่องมือ ETL สำหรับกระบวนการแปลงข้อมูล (2) SQL Server Analysis Services (SSAS) สำหรับการสร้างแบบจำลองข้อมูล คลังข้อมูล และโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล (3)

SQL Server Reporting Services (SSRS) สำหรับการสร้างรายงานเพื่อใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ Microsoft SQL Server 2008 R2 ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือรองรับการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data Type) และมีเครื่องมือที่เรียกว่า “Map Wizard” ซึ่งเป็นโปรแกรมที่อยู่ในโปรแกรม “Report Builder” ทำให้สามารถสร้างรายงานที่แสดงผลข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ได้ [8]

2.2 ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI System)

การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะ มีขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากการพัฒนาระบบสารสนเทศทั่วไปขององค์กร เนื่องจากระบบ BI เป็นระบบที่มุ่งเน้นการเรียกดูรายงาน ดังนั้นขั้นตอนการพัฒนาระบบจะเริ่มจากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งาน การวิเคราะห์รายงานที่ต้องการ การออกแบบคลังข้อมูล และพัฒนาระบบรายงานหรือสนับสนุนการตัดสินใจ [9]

ในส่วนของการออกแบบคลังข้อมูลนั้นมีความแตกต่างจากการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ [10] นำเสนอการออกแบบคลังข้อมูล เริ่มจากการออกแบบข้อมูลจากส่วนย่อยของระบบงาน หรือเรียกว่าดาต้ามาร์ท (data mart) เมื่อออกแบบแต่ละส่วนย่อยของระบบงานเสร็จแล้ว จึงนำมารวมกันเป็นคลังข้อมูล (Data Warehouse)

โครงสร้างของดาต้ามาร์ท ประกอบด้วยตารางที่เก็บข้อมูลที่เราสนใจค้นหาคำตอบในเรื่องต่าง ๆ ที่เรียกว่า “Fact Table” และตารางที่เก็บคำอธิบายของแต่ละมิติของข้อมูล ที่เรียกว่าตารางมิติ (Dimension Table) ในการออกแบบดาต้ามาร์ทจะมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลจาก Fact Table ไปยังตารางมิติ เทคนิคของการออกแบบคลังข้อมูลและดาต้ามาร์ทมีหลายวิธีการในการสร้างแบบจำลองข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Star Schema, Snowflake Schema, Fact Constellation Schema เป็นต้น [11]

2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ระบบ GIS [12, 13] คือระบบสารสนเทศที่ใช้ในการจัดเก็บวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลร่วมกับตำแหน่งของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ โดยที่ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบ GIS นั้นจะมีการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งบนแผนที่ ซึ่งมีทั้งข้อมูลที่แสดงลักษณะทางกายภาพ เช่น ถนน แม่น้ำ และข้อมูลที่แสดงลักษณะนามธรรม เช่น เส้นแบ่งเมือง เป็นต้น ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ประกอบด้วยเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนวัตถุต่าง ๆ 3 ชนิด คือ จุด (Point) เส้น (Line) และเส้นรูปปิด (Polygon) ซึ่งทั้งหมดจะถูกอ้างอิงตำแหน่งพิกัดจากพื้นที่โลก รูปแบบของข้อมูลมี 2 ประเภท คือ ข้อมูลเวกเตอร์ และ ข้อมูลแรสเตอร์ ระบบ GIS นำเสนอข้อมูลเหล่านั้นเป็นรูปภาพบนแผนที่จึงช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจ ตีความ และเห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ บนแผนที่ได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ระบบ GIS มีการใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการทหาร ด้านการคมนาคม ด้านการศึกษา เป็นต้น โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ GIS เช่น GRASS GIS, ArcGIS, MapInfo เป็นต้น

สำหรับตัวอย่างการประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในด้านต่าง ๆ นั้น W. Haofang et al., [14] ได้รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุทกวิทยามาจัดเก็บในระบบจัดการฐานข้อมูล SQL Server เพื่อจำลองสถานการณ์น้ำท่วมบนถนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ งานวิจัย [3] ได้กล่าวถึงนักวิเคราะห์ GIS ในบริษัทประกันภัยได้นำข้อมูลอสังหาริมทรัพย์และข้อมูลพื้นที่ความเสี่ยงน้ำท่วมมาจำลองบนพื้นที่ ทำให้นักวิเคราะห์สามารถคำนวณเงินสำรองของบริษัทเพื่อใช้ในกรณีที่มีภัยพิบัติเกิดขึ้น ดังนั้นจะพบว่าระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับองค์กรเช่นกัน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Spatial Business Intelligence

M. Angelaccio et al., [15] กล่าวถึงการบูรณาการระบบ BI และระบบ GIS เข้าด้วยกัน ด้วยการใช้ชื่อเรียกว่า “Geo Business Intelligence” หรือ “Localization Intelligence” ว่าเป็นการรวมเทคโนโลยีบูรณาการระบบธุรกิจอัจฉริยะเข้ากับที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ และใช้สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานทางธุรกิจ ซึ่งจะเป็นการนำข้อมูลทางธุรกิจที่เชื่อมโยงกับตำแหน่งเชิงพื้นที่มาแสดงผลบนส่วนแสดงผลภาพรวม (Dashboard) โดยนำเสนอวิธีการที่เรียกว่า “Smart Data Localization : SDL” ผลการวิจัยพบว่าวิธีการ SDL สามารถนำข้อมูล metadata เช่น ที่ตั้งภูมิศาสตร์ มาใช้เป็นข้อบ่งชี้ ในการวิเคราะห์และแสดงผลบนแผนที่ได้

จากงานวิจัย [16] นำเสนอการบูรณาการระบบ GIS และระบบ DSS สำหรับการวิเคราะห์การลงทุน โดยนำปัจจัยเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์ในระบบ DSS และทำเหมืองข้อมูลจนพบองค์ความรู้ (Knowledge) จากคลังข้อมูล และงานวิจัย [17] ได้แสดงถึงแนวทางใหม่ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงและภัยคุกคาม โดยการเรียกใช้ส่วนประกอบของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล “ที่อยู่” โดยใช้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งพื้นที่มาระบุกับข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในระบบคลังข้อมูล จนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่าตำแหน่งใดควรจะมีหน่วยงานเพิ่มในบริเวณใด

2.5 ระบบคลังข้อมูลสารสนเทศสำหรับการประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศ

งานวิจัย [18] นำเสนอระบบคลังข้อมูลสารสนเทศสำหรับการประเมินการจัดการศึกษาของประเทศ โดยใช้ซอฟต์แวร์ BI เป็นเครื่องมือในการสร้างคลังข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานการวิเคราะห์และประเมินการจัดการศึกษาตามกรอบตัวชี้วัดสำหรับติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศรายละเอียดของเกณฑ์การประเมินผลฯ แสดงในงานวิจัย [19] ผลการดำเนินงานวิจัย [18] พบว่า ระบบ BI ที่สร้างขึ้นสามารถแสดงรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศในรูปแบบรายงานหลายมิติ เช่น ผู้บริหารสามารถเรียกดูข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเข้าเรียนของนักเรียนตามภูมิภาค หรือเขตพื้นที่ หรือเจาะลึกลงในรายละเอียด (Drill Down) ข้อมูลระดับจังหวัดได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวมีข้อจำกัด กล่าวคือไม่สามารถแสดงผลข้อมูลเชิงบูรณาการระหว่างข้อมูล BI และข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้คณะผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบต่อยอดจากระบบ BI ของ สกศ. ที่มีอยู่เดิม โดยการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่และพัฒนาระบบรายงานที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริหาร สกศ. ที่ต้องการให้ระบบสามารถแสดงรายงานหลายมิติและแสดงแผนที่ซึ่งอยู่บนหน้าจอเดียวกัน ทำให้ผู้บริหารสามารถได้มุมมองในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น

3. การพัฒนาระบบบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และระบบ BI

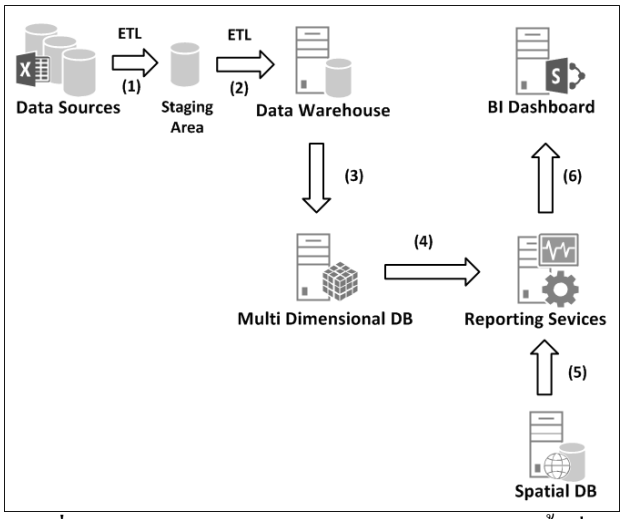
3.1 สถาปัตยกรรมการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และระบบ BI

สถาปัตยกรรมการบูรณาการของข้อมูลในระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่จะมีขั้นตอนในการดำเนินงานที่คล้ายคลึงกับขั้นตอนของการสร้างคลังข้อมูลทั่ว ๆ ไป แต่สิ่งที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ก็คือ ผู้พัฒนาระบบจะต้องทำการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบฐานข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบของตาราง ข้อมูลเชิงพื้นที่ใน Spatial DB แสดงในภาพที่ 1 และขั้นตอนการสร้างคลังข้อมูลแสดงดังภาพที่ 2

	ID	NAME	GEOM
1	1		0x0000000001046300000000000000795A234100000060514...
2	2	01	0x00000000010001F1000000000604A78294100000040F6C...
3	3	02	0x0000000001041E160000000000A036D42641000000007E4...
4	4	03	0x00000000104628D0000000002091A72241000000407EB...
5	5	04	0x0000000010463D8000000000060C3102841000000C0A46...
6	6	05	0x000000000104C0230300000000020E8101C41000000E0D4...
7	7	06	0x0000000001040B5F0000000000A064FE254100000000564...

	ID	NAME	GEOM
1	1	Chai Nat	0x0000000001041703000068 7C98BD6C075940E0F6216FB9D...
2	2	Chaiyaphum	0x000000000104A5280000E8A529029C645940F0EEACDD76...
3	3	Chanthaburi	0x00000000100662A0000080C04013290594040AF5B04C692...
4	4	Chiang Mai	0x0000000001049B15000098F3FE3F4EE15840302619390B23...
5	5	Chiang Rai	0x0000000001040B150000383509DE90FD584070EF1B5F7B7...
6	6	Chon Buri	0x000000000104FE1E0000A886FD9E583E5940C064E42CEC...
7	7	Chumphon	0x000000000104CC2500001475E61E12CC584040AB5B3D271...
8	8	Kalasin	0x0000000001040A3100009C5FCD0182E55940D015DF50F81...
9	9	Kamphae...	0x000000000104D10D0000507155D977DF58407077BAF3C4...

ภาพที่ 1 : แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ใน Spatial DB



ภาพที่ 2 : แสดงสถาปัตยกรรมการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และระบบ BI

ขั้นตอนการสร้างระบบบูรณาการข้อมูลดังกล่าว มีดังนี้

(1) ขั้นตอนการนำข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล จัดเก็บในรูปแบบเดียวกัน และนำเข้าสู่แหล่งพักข้อมูล (Staging Area) โดยผ่านกระบวนการ ETL ข้อมูลที่นำมาจัดเก็บในระบบ เช่น จำนวนนักเรียน จำนวนประชากร เป็นต้น

(2) ขั้นตอนการนำข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ใน Staging Area เข้าสู่ระบบคลังข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบคลังข้อมูล ในที่นี้แสดงดาต้ามาร์ทที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเข้าเรียนของนักเรียนในเขตพื้นที่ของจังหวัดต่าง ๆ

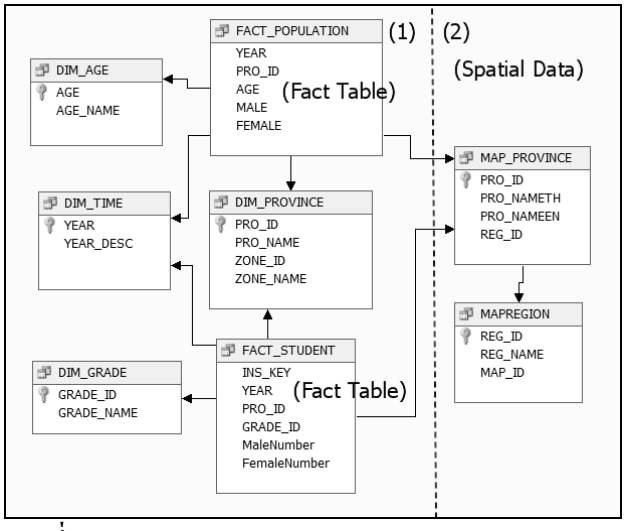
(3) ขั้นตอนการนำดาต้ามาร์ทที่ออกแบบไปผ่านกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SSAS ผลลัพธ์ที่ได้คือคิวบ์ ซึ่งเป็นโมเดลข้อมูลของการวิเคราะห์ประมวลผลแบบออนไลน์ที่มีโครงสร้างหลายมิติ (Multidimensional Structure)

(4) และ (5) เป็นขั้นตอนการสร้างรายงานโดยดึงข้อมูลจากคิวบ์ และข้อมูลเชิงพื้นที่จาก Spatial DB ซึ่งในที่นี้จะต้องอาศัยการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่ทำให้ข้อมูลทั้งสองระบบเชื่อมโยงกัน

(6) เป็นขั้นตอนการนำรายงานไปแสดงผลที่ส่วนแสดงผลภาพรวม ซึ่งทำให้ได้รายงานที่สามารถแสดงผลร่วมกับแผนที่

3.2 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลการบูรณาการสองระบบ

ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่แสดงการบูรณาการระหว่างระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งโครงสร้างข้อมูลของระบบ BI แสดงด้วยหมายเลข (1) เชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่แสดงด้วยหมายเลข (2) ด้วยคีย์ "PRO_ID" ที่มีอยู่ในทั้งสองตาราง คือ ตาราง FACT_POPULATION และ ตาราง MAP_PROVINCE ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลโดยรหัสจังหวัด ดังนั้นหากผู้พัฒนาระบบต้องการให้แสดงข้อมูลแผนที่ในระดับของอำเภอ ตำบล รหัสไปรษณีย์และอื่น ๆ ก็สามารถสร้างตารางแผนที่ ซึ่งเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ และเก็บรหัสอำเภอ รหัสตำบล รหัสไปรษณีย์ เหล่านี้มาเพื่อใช้ในการเชื่อมโยงรหัสดังกล่าวที่มีอยู่ในระบบ BI

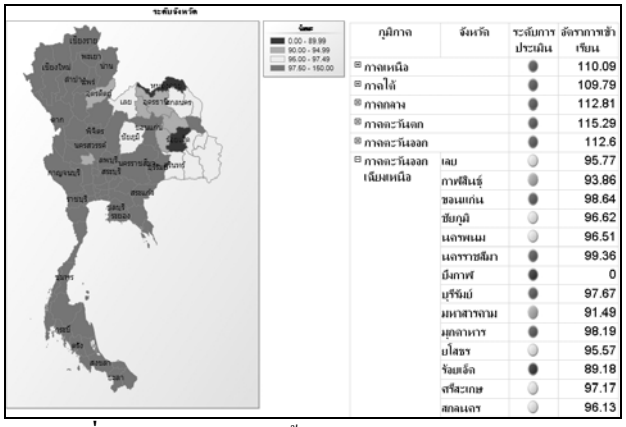


ภาพที่ 3 : แสดงโครงสร้างข้อมูลบูรณาการระหว่างระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่

จากแนวคิดของการออกแบบระบบบูรณาการดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถนำไปประยุกต์กับการออกแบบโครงสร้างข้อมูลการบูรณาการระหว่างระบบ BI และข้อมูลเชิงพื้นที่ในด้านต่าง ๆ ซึ่งผู้พัฒนาระบบจำเป็นต้องเลือกใช้เครื่องมือที่รองรับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ และสามารถประมวลผล รวมถึงแสดงข้อมูลบนแผนที่ได้

4. ผลการดำเนินงาน

คณะผู้วิจัยใช้เครื่องมือ “Report Builder” และ “Map Wizard” เพื่อให้เกิดการประมวลผลและการแสดงผลข้อมูลของการเชื่อมโยงข้อมูลของทั้งสองระบบ จากภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างของการเรียกดูข้อมูลอัตราการเข้าเรียนของประชากร ซึ่งในระบบ BI เดิม จะมีการกำหนด KPI (Key Performance Indicator) สำหรับเป็นเกณฑ์ให้ผู้บริหารวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินการจัดการศึกษา การใช้สีเป็นเครื่องมือในการจำแนกผลการประเมิน เป็นระดับ “ดีมาก” “ดี” “พอใช้” และ “ปรับปรุง” จากความสามารถของระบบที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแผนที่และแสดงผลอยู่บนหน้าจอเดียวกันได้นั้น ทำให้ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่าย และทำให้เห็นภาพของผลการประเมินการจัดการศึกษาที่ชัดเจน โดยระดับของผลการประเมินและสีที่ปรากฏบนแผนที่นั้น ทำให้ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์ปัญหาในเชิงพื้นที่ของการจัดการศึกษาได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 4 : แสดงรายงานเชิงพื้นที่เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหาร

5. บทสรุป อภิปรายผลและแนวทางในการพัฒนาต่อยอดในอนาคต

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดของการบูรณาการระบบ BI และข้อมูลภูมิศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยใช้ระบบคลังข้อมูลสารสนเทศของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการเป็นกรณีศึกษา โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์ SSIS ในการสร้างคลังข้อมูลและบูรณาการข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์เข้าไปเป็นมิติหนึ่งในคิวบ์ และใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft SQL Server ในการพัฒนาระบบดังกล่าว ผลการศึกษา พบว่า โครงสร้างข้อมูลการบูรณาการของระบบ BI และ GIS สามารถรองรับการสร้างรายงานที่ขยายขีดความสามารถของซอฟต์แวร์ BI และซอฟต์แวร์ GIS ทำให้ผู้พัฒนาสามารถนำแนวคิดนี้ไปพัฒนาต่อยอดในการออกแบบระบบบูรณาการสำหรับระบบสารสนเทศต่าง ๆ ในองค์กรที่ต้องการให้แสดงผลข้อมูลอยู่บนแผนที่ที่สามารถทำให้ผู้ใช้อ่านผลการวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น ขณะเดียวกันก็สามารถใช้เครื่องมือ BI ในการเรียกดูรายงานหลายมิติ ที่สามารถเจาะลึกลงรายละเอียด (Drill Down) หรือ เรียกดูข้อมูลสรุปในภาพรวม (Roll Up) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ภูมิภาค เขตพื้นที่การศึกษา เขตจังหวัด เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่สนับสนุนงบประมาณและข้อมูลด้านการศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] PitneyBowes, "Location Intelligence:The New Geography of Business," BusinessWeek Research Services.,Pitney Bowes Inc.2006.

[2] L. P. Paolino Di Felice, "INTEGRATION OF SPATIAL DATA TYPES AND OPERATORS INTO RELATIONAL DBMSs: A SURVEY " in *IADIS International Conference Applied Computing* 2006 2006, pp. 702-705.

[3] ESRI, "GIS and Business Intelligence: The Geographic Advantage," in *An ESRI White Paper*, ed: ESRI, 2006.

[4] M. Z. Elbashir, P. A. Collier, and M. J. Davern, "Measuring the effects of business intelligence systems: The relationship between business process and organizational performance," *International Journal of Accounting Information Systems*, vol. 9, pp. 135-153, 2008.

[5] J. Schiff. (2010, February 11, 2013). *Ten Benefits of Business Intelligence Software*. Available: http://www.enterpriseappstoday.com/business-intelligence/ten-benefits-of-business-intelligence-software-1.html

[6] C. Coronel, S. Morris, and P. Rob, *Database Principles: Fundamentals of Design, Implementation, and Management*, Tenth International Edition ed.: Joe Sabatino, 2013.

[7] R. L. S. John Hagerty, James Richardson. (6 February 2012, 21 January 2013). *Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms*. Available: http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1 -1982NPD&ct=120208&st=sb

[8] A. Aitchison, *Beginning Spatial with SQL Server* 2008: Apress, 2009.

[9] A. Gutiérrez and A. Marotta, "An Overview of Data Warehouse Design Approaches and Techniques," ed. Instituto de Computación, Facultad de Ingenieria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 2000.

[10] A. Sen and A. P. Sinha, "A comparison of data warehousing methodologies," *Commun. ACM*, vol. 48, pp. 79-84, 2005.

[11] D. L. Moody and M. A. R. Kortink, "From Enterprise Models to Dimensional Models: A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design," in 12*th Conference*

on Advanced Information Systems Engineering, Stockholm, Sweden, 2000.

[12] K.-T. Chang, *Introduction to geographic information systems*. New York: McGraw Hill., 2003.

[13] อุทัย สุขสิงห์, การจัดการระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (*GIS)* ด้วยโปรแกรม *ArcView* 3.2*a*-3.3. กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีสารสนเทศ (ไทย-ญี่ปุ่น) 2547.

[14] W. Haofang, C. Wenyan, and S. Su-Lin, "Design of Jinan City Flood Prevention and Warning Decision-Making Support System Based on SQL Server and GIS," in *Database Technology and Applications*, 2009 *First International Workshop on*, 2009, pp. 488-492.

[15] M. Angelaccio, B. Buttarazzi, A. Basili, and W. Liguori, "Using Geo-Business Intelligence to improve Quality of Life," in *Satellite Telecommunications (ESTEL)*, 2012 *IEEE First AESS European Conference on*, 2012, pp. 1-6.

[16] R. Chenyuan, W. Wen, and L. Huijin, "Research on the GIS-based Business Decision System," in *Geoinformatics*, 2010 18*th International Conference on*, 2010, pp. 1-6.

[17] M. Ponjavic and A. Karabegovic, "Innovation in business intelligence systems: Spatial component for advanced threat and risk analysis," in *Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, 2012 *Federated Conference on*, 2012, pp. 945-948.

[18] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, "รายงานการวิจัยและพัฒนาระบบคลังข้อมูลสารสนเทศสำหรับประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศ," 2554.

[19] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, "รายงานการออกแบบและพัฒนาระบบข้อมูลและระบบการประมวลผลข้อมูลสำหรับการประเมินผลการจัดการศึกษาของประเทศ," กรุงเทพ 2551.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการเลือกอาชีพโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
Comparative Efficiency of Classification Choosing a Career with Data Mining Techniques.

ชัชชฎา วันดี (Chatchada Wandee)[1] จิรัฏฐา ภูบุญอบ (Jiratta Phuboon-ob)[2]
และฉัตรเกล้า เจริญผล (Chatklaw Jareanpon)[3]
สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]Emails: chatchada.wd@gmail.com, [2]jiratta.p@msu.ac.th, [3]chatklaw.j@msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลการเลือกอาชีพของนิสิตระดับปริญญาตรีหลังสำเร็จการศึกษา โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ชุดข้อมูลภาวะการมีงานทำของบัณฑิต และข้อมูลระเบียนประวัติของนิสิตระดับปริญญาตรีหลังสำเร็จการศึกษา คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554 จำนวน 12 คุณลักษณะ และ 2,515 ระเบียน ซึ่งได้นำเทคนิคแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม และการเรียนรู้แบบเบย์มาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ จากนั้นจึงทำการเลือกตัวอย่างโดยใช้การแบ่งตามสัดส่วนข้อมูลเรียนรู้ตามสัดส่วน 60,70,80 และ 90 ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ มีประสิทธิภาพในการจำแนกสูงสุดด้วยค่าเฉลี่ย 89.45% ซึ่งแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม การเรียนรู้แบบเบย์ ได้ให้ค่าความความถูกต้องเท่ากับ 86.85%, 80.52%, ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้อมูลภาวะการมีงานทำของบัณฑิต ข้อมูลระเบียนประวัติของนิสิต ประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลการเลือกอาชีพ

Abstract

This research aims to study the comparative of classification choosing the career in undergraduate students after graduated. In this research used the data set of the status having the job of graduates, which used the data set of students for undergraduate after graduation from Faculty of Informatics in Mahasarakham university from 2007-2011 years. The total of data set have 12 attributes and 2,515 record. This research using techniques Decision tree, Artificial neural network and Naive bayes. The results from the model was according to the following ratio 60,70,80 and 90, which showed that the highest accuracy is Decision tree with 89.45% but Artificial neural network and Naive bayes is 86.85% and 80.52% respectively.

Keyword: status having the job of graduates, students data of undergraduate after graduation, Choosing a career

1. บทนำ

การที่จะพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าจะต้องมีการผลิตประชากรที่มีความรู้ความสามารถให้ครบทุกด้าน ตรงกับตลาดแรงงานและสภาพเศรษฐกิจตามความต้องการของประเทศที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งตลาดแรงงานจะขึ้นอยู่กับสภาพการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ ณ ช่วงเวลานั้น ทำให้การเลือกอาชีพนับว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตมนุษย์ ในการเลือกอาชีพจะต้องมีการเริ่มต้นด้วยการวางแผน ตั้งแต่วัยเรียน โดยเป็นการวางแผนระยะยาวที่ต้องใช้เวลานาน ซึ่งคนเรามีความถนัด ความสามารถ และความสนใจในงานอาชีพแตกต่างกัน ดังนั้นหลายคนอาจต้องตัดสินใจเลือกอาชีพที่อาจตรงหรือไม่ตรงกับสาขาที่เรียน ด้วยเหตุผลที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นทุกมหาวิทยาลัยจึงได้จัดทำแบบสำรวจภาวะการมีงานทำของบัณฑิต เพื่อใช้ในการสำรวจปัญหา/อุปสรรคในการหางานทำ และเพื่อให้ทราบว่านิสิตที่สำเร็จการศึกษาออกไปเลือกที่จะประกอบอาชีพอะไร โดยบัณฑิตจะต้องบันทึกข้อมูลให้กับมหาวิทยาลัยหลังจากสำเร็จการศึกษา ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลภาวะการมีงานทำของบัณฑิต [1] และข้อมูล

ระเบียนประวัติของนิสิต [2] ที่สำเร็จการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2554 ของคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 2,515 ระเบียน 12 คุณลักษณะ มาใช้ในงานวิจัยนี้ และในการวิจัยจะต้องเลือกใช้เทคนิควิธีในการจำแนกข้อมูลที่เหมาะสมกับข้อมูล เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกให้มีความถูกต้องมากที่สุด

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่าเทคนิคการจำแนกข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมีหลากหลายวิธี ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอเทคนิคในการจำแนกข้อมูล 3 เทคนิควิธี ได้แก่ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม การเรียนรู้แบบเบย์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree: DT)

ต้นไม้ตัดสินใจ [3, 4] คือ แบบจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ จะมีการสร้างกฎต่างๆ ขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งแต่ละโหนด (Node) จะแสดงคุณลักษณะ (Attribute) ที่ใช้ทดสอบข้อมูล รูปแบบของต้นไม้จะประกอบด้วยโหนดแรกสุดที่เรียกว่า Root node จาก Root node จะแยกออกเป็นโหนดลูก และที่โหนดลูกก็จะมีลูกของตัวเองซึ่งโหนดในระดับสุดท้ายจะเรียกว่า Leaf node ซึ่งแสดงกลุ่มหรือคลาส (Class) ที่กำหนดไว้ สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึม C4.5 [5]

ถ้าให้ชุดข้อมูล C ประกอบด้วยค่าที่เป็นไปได้ คือ $\{c_1,c_2...c_n\}$และให้ค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นเป็นค่า c_i ซึ่งมีค่าเท่ากับ $P(c_i)$ จะได้ค่า Information Gain *ของ* C เขียนแทนด้วย $I(C)$ ดังสมการที่ (1)

$$I(C) = \sum_{i=1}^{n} -P(c_i)\ log_2\ P(c_i) \qquad (1)$$

ถ้าให้ข้อมูลสอน คือ T โดยคุณลักษณะที่เป็นโหนด เช่นค่า x และมีค่าทั้งหมดที่เป็นไปได้เท่ากับ n ค่า ซึ่งโหนดปัจจุบันจะแบ่งตัวอย่างค่า T ออกตามกิ่งเป็น $\{t_1,\ t_2...\ t_n\}$ ตามค่าที่เป็นไปได้ของค่า x ดังนั้น จึงสามารถคำนวณค่า Information Gain หลังจากแบ่งตามคุณลักษณะ ดังสมการที่ (2)

$$I_x(T) = \sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{T} I(t_1) \qquad (2)$$

ค่า Gain ของคุณลักษณะ x ดังสมการที่ (3)

$$Gain(x)=I(T) - I_x(T) \qquad (3)$$

จากนั้นคำนวณค่า Information Gain ของ Split Information ตามคุณลักษณะแต่ละตัว ถ้าให้ T คือชุดของตัวอย่างเมื่อแบ่งตัวอย่างนี้ตามคุณลักษณะ x จะได้ชุดของตัวอย่างย่อยในแต่ละกิ่ง คือ $\{t_1,\ t_2,...,\ t_n\}$ จำนวน n ชุดตามค่าที่เป็นไปได้ในคุณสมบัติ x เมื่อคำนวณค่า Split Information ได้ ดังสมการที่ (4)

$$Split\ Information= \sum_{i=1}^{n} \frac{t_i}{T} \log_2 \frac{t_i}{T} \qquad (4)$$

ค่า Gain Ratio สามารถคำนวณได้จาก *Gain Ratio = Gain - Split Information* ค่า Gain Ratio สูงสุดจะถูกเลือกเป็นคุณลักษณะเริ่มต้น และเลือกคุณลักษณะถัดไป ตามค่า Gain Ratio น้อยลงตามลำดับ

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network: ANN)

โครงข่ายประสาทเทียม [6, 7] มีพื้นฐานมาจากการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Back Propagation Algorithm เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสามเทียมวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน Multilayer Perceptron เพื่อปรับค่าน้ำหนักสำหรับข่ายงานไปข้างหน้าหลายชั้น โดยเคลื่อนจากข้อมูลชั้นนำเข้า ชั้นซ่อน ไปจนถึงชั้นแสดงผล ดังภาพที่ 1 ซึ่งจะคำนวณค่าผิดพลาดระหว่างเอาต์พุตของข่ายงานและค่าจริง เพื่อใช้ในการปรับค่าเวกเตอร์น้ำหนัก และจะทำซ้ำไปซ้ำมาจนได้ค่าเวกเตอร์น้ำหนักที่ให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด ดังสมการที่ (5)

$$n = \sum_{i=1}^{z} x_i\ w_i + b \qquad (5)$$

โดยที่ n คือ ผลรวมที่ได้จากฟังก์ชันผลรวม

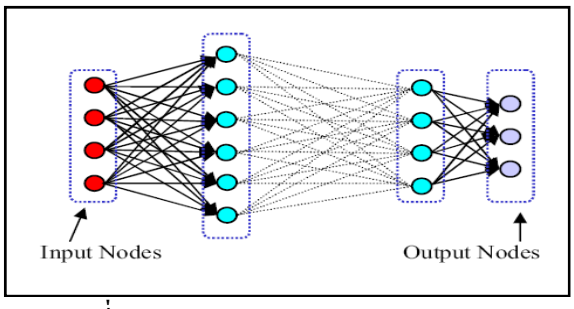
x_i คือ ค่าข้อมูลเข้าตัวที่ i

w_i คือ ค่าน้ำหนักของนิวรอนตัวที่ i

z คือ จำนวนนิวรอนชั้นข้อมูลเข้า

b คือ ค่าความโน้มเอียง

i คือ มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง z



ภาพที่ 1: โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation

2.3 การเรียนรู้แบบเบย์ (Naive bayes: NB)

การเรียนรู้แบบเบย์ [8, 9] เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งใช้งานได้ดีและเหมาะสมกับกรณีของเซตตัวอย่างที่มีจำนวนมากและมี Attribute ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้หลักการของความน่าจะเป็นซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของเบย์ (Bayes theorem) เข้ามาช่วยในการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายก็เพื่อต้องการสร้างอัลกอริทึมที่อยู่ในรูปของความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นค่าที่บันทึกได้จากการสังเกต จากนั้นนำอัลกอริทึมมาหาว่าสมมติฐานใดถูกต้องที่สุดโดยใช้ความน่าจะเป็นเข้ามาช่วย ข้อดีของวิธีการเรียนรู้แบบนี้คือเราสามารถใช้ข้อมูลและความรู้ก่อนหน้า (Prior knowledge) เข้ามาช่วยในการเรียนรู้ได้ ซึ่งพบว่าวิธีนี้ให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีไม่ด้อยกว่าวิธีการเรียนรู้ประเภทอื่น ดังสมการที่ (6)

$$P(H|E) = \frac{[P(E|H) \times P(H)]}{P(E)} \quad (6)$$

โดยที่ $P(H|P)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H เมื่อเกิดเหตุการณ์ E

$P(H)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H

เมื่อศึกษาข้อมูลถ้าแอททริบิวต์ที่ต้องการนำมาวิเคราะห์มีหลาย แอททริบิวต์ สามารถแสดงการจำแนกประเภทข้อมูล ที่มีแอททริบิวต์มากกว่าหนึ่ง แอททริบิวต์ดังสมการที่ (7)

$$P(H|E_1, E_2..E_N) = \frac{[P(E_1|H) \times P(E_2|H) \times ..\times P(E_n|H) \times P(H)]}{P(E_1,E_2..E_N)} \quad (7)$$

จากสมการที่ (7) ค่า $E_1,E_2,...E_N$ คือ ข้อมูลเหตุการณ์ใดๆที่มีหลายเหตุการณ์ ซึ่งในการคำนวณจะทำให้ มีค่าที่สูงจนเกินจริง ดังนั้นจึงสามารถตัดพจน์ $P(E_1,E_2,....,E_n)$ ที่เป็นเศษส่วนออกได้เพราะเป็นค่าคงที่

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัสการ สิงห์โต อัครวุฒิ ปรมะปุญญา และ ปฐมาภรณ์ เถาว์พัน [10] ใช้เทคนิค Naive bayes, KNN, Rule base และ Decision tree กับชุดข้อมูล 4 ชุด จากฐานข้อมูล UCI ได้ทำการสร้างโมเดลการจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริทึมต่างๆ โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และเลือกแอทริบิวต์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคลาสมากที่สุด โดยวัดประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยโมเดลที่แตกต่างกัน จากค่าความถูกต้อง พบว่า Decision tree, Rule base, KNN และ Naive bayes ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในการจำแนกข้อมูลตามลำดับ

กฤตยา ทองผาสุก [8] ได้เสนอการเปรียบเทียบ ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ กฎนาอีฟเบย์ และ เคเนียรเรสเนเบอร์ เพื่อการสร้างอัลกอริทึมที่แตกต่างกันจำนวน 10 อัลกอริทึม โดยเทคนิคเคเนียรเรสเนเบอร์ เป็นเทคนิคที่ดีที่สุดโดยให้ค่าความถูกต้อง 76.9231%

Aitkenhead M.J. [11] ได้นำเสนอการพัฒนาการจำแนกร่วมกับต้นไม้ตัดสินใจ จากปัญหาการจำแนกและจัดหมวดหมู่นั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันหรือคุณสมบัติของระบบต่างกันและข้อมูลยังมีการสูญหายหรือเกิดการรบกวนทำให้ข้อมูลไม่มีคุณภาพ จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยเลือกใช้อัลกอริทึม C4.5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการหรือโครงสร้างของข้อมูลได้ง่าย และสามารถจัดการกับช่วงของค่าและชนิดของมูลได้ และอัลกอริทึมนี้ยังมีความเข้าใจกว่าวิธีอื่นๆ

Lawrence O. Hall และคณะ [12] ได้นำเสนองานวิจัยที่ทดสอบเทคนิค Pruning สำหรับ อัลกอริทึม C4.5 คือ Error Based Pruning (EBP) ผลที่ได้คือต้นไม้มีขนาดใหญ่แต่ความถูกต้องไม่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ค่าพารามิเตอร์ Certainty Factor เท่ากับ 0.25 โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับข้อมูลหลายชุด เพื่อทดลองว่ามีผลต่อขนาดของต้นไม้และความถูกต้องหรือไม่ ผลที่ได้พบว่ามีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน

S.chen และคณะ [13] ได้นำเสนอการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่มีการกำหนดค่าคอร์เนลฟังก์ชันรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ที่หลากหลาย ทำให้ตัวแทนที่สร้างขึ้น

สามารถนำไปแก้ปัญหาที่หลากหลายเช่นเดียวกัน รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของโมเดลอีกด้วย

ภัทร์พงศ์ พงศ์ภัทรกานต์ [14] ใช้ชุดข้อมูลนักศึกษาที่เข้าศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2546-2549 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ซึ่งคอมมิตตีแมชชีนเป็นการทำงานระหว่าง SVM ร่วมกับ C5.0 โดยได้ทำการทดลองวัดประสิทธิภาพความถูกต้องเปรียบเทียบกับนิวรอลเน็ตเวิร์ก ซึ่งแบบจำลองแบบคอมมิตตีแมชชีน มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 75.32 %

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

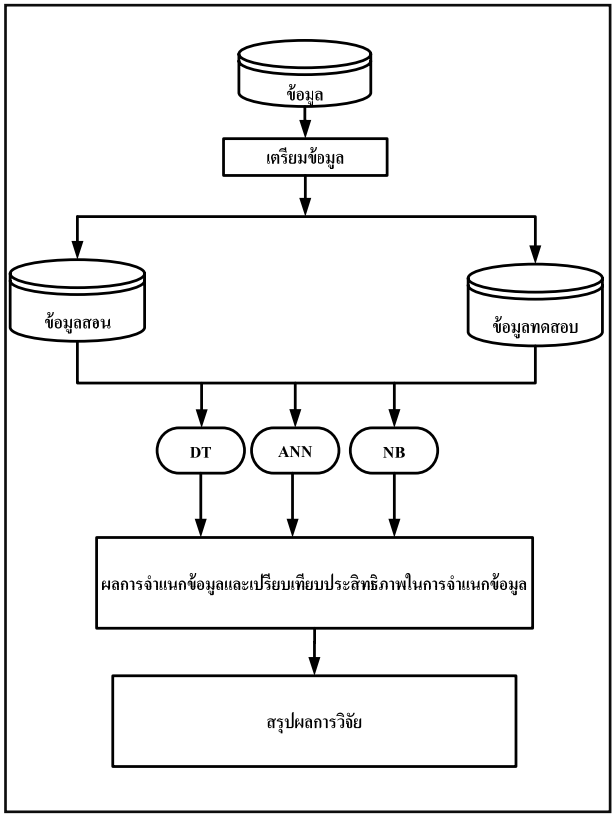
งานวิจัยนี้นำข้อมูลภาวะการมีงานทำของบัณฑิต และข้อมูลระเบียนประวัติของนิสิตระดับปริญญาตรีหลังสำเร็จการศึกษา คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยใช้ชุดข้อมูลระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 – 2554 มีจำนวน 12 คุณลักษณะ และ 2,515 ระเบียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แอตทริบิวต์ ที่นำมาใช้ในการวิจัย

ที่	รายละเอียด	ที่	รายละเอียด
1.	สาขาที่เรียน	7.	อาชีพบิดา
2.	เพศ	8.	รายได้บิดา/ปี
3.	โรงเรียนเดิม	9.	อาชีพมารดา
4.	เกรดโรงเรียนเดิม	10.	รายได้มารดา/ปี
5.	เกรดเฉลี่ยรวม	11.	ตำแน่งงาน
6	เกรดเฉพาะวิชาสาขา	12.	ตรงหรือไม่ตรงสาขา

3.2. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูล โดยเริ่มจากการเตรียมข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาอาจมีความไม่สมบูรณ์ เช่น ข้อมูลแปลกปลอม หรือ ข้อมูลขาดหาย จึงต้องทำการกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) และการแปลงข้อมูล (Data Trasformation) [15] จากนั้นจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลสำหรับสอน และชุดข้อมูลสำหรับ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ขั้นตอนเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูล

จากนั้นทำการเลือกตัวอย่างโดยใช้การแบ่งตามสัดส่วนข้อมูลเรียนรู้ตามสัดส่วน 60,70,80 และ 90 ตามลำดับ โดยใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) สมาชิกทั้งหมดของประชากรเป็นอิสระซึ่งกันและกัน แล้วสุ่มหน่วยของการสุ่ม (Sampling unit) จนกว่าจะได้จำนวนตามที่ต้องการ โดยแต่ละครั้งที่สุ่ม สมาชิกแต่ละหน่วยของประชากรมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน ซึ่งก่อนที่จะทำการสุ่มนั้น จะต้องนิยามประชากรให้ชัดเจน ทำรายการสมาชิกทั้งหมดของประชากรสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีที่ทำให้โอกาสของสมาชิกแต่ละหน่วยในการถูกเลือกมีค่าเท่ากัน[16] โดยจะใช้การสุ่มด้วยวิธีการใช้ตารางเลขสุ่ม (table of random number) ซึ่งตัวเลขในตารางได้มาจากการอาศัยคอมพิวเตอร์กำหนดค่า

เมื่อได้ชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ โดยจะนำชุดข้อมูลมาทำการจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริทึม DT, ANN, และ NB จากนั้นจะนำชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบ มาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล โดยวัดค่าความถูกต้องแม่นยำ

จากการค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) [17] ของชุดข้อมูลทดสอบ ดังสมการที่ (8)

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n} \quad (8)$$

โดยที่ e_i คือ ผลต่างระหว่างค่าข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์

n คือ ข้อมูลในการพยากรณ์

4.ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพวิธีการจำแนกข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งในการทดสอบแต่ละครั้งได้ผลลัพธ์ความถูกต้องไม่เท่ากัน เพราะในแต่ละครั้งของการเลือกตัวอย่างข้อมูลจะได้ข้อมูลไม่เหมือนกัน ดังนั้นความถูกต้องจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เลือกมาได้ด้วย และจะพบว่าการแบ่งสัดส่วนข้อมูลจะมีผลกับความถูกต้องด้วย คือ ถ้าสัดส่วนการแบ่งข้อมูลมากจะมีถูกต้องมากขึ้นผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูล

อัลกอริทึม / ช่วงข้อมูล	ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย		
	DT	ANN	NB
60:40	88.53	85.96	80.035
70:30	89.97	87.21	80.81
80:20	89.21	86.95	79.91
90:10	90.48	87.30	81.33
ค่าเฉลี่ย	89.45	86.85	80.52

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าอัลกอริทึม DT มีค่าความถูกต้องสูงสุดให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 89.45% อัลกอริทึม ANN มีค่าความเฉลี่ยเท่ากับ 86.85% และอัลกอริทึม NB มีค่าความเฉลี่ยเท่ากับ 80.52%

5.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ในการทดสอบแต่ละครั้งได้ผลลัพธ์ความถูกต้องไม่เท่ากัน เพราะในแต่ละครั้งของการเลือกตัวอย่างข้อมูลจะได้ข้อมูลไม่เหมือนกัน ดังนั้นค่าความถูกต้องจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เลือกมาได้ด้วย และจะพบว่าการแบ่งสัดส่วนข้อมูลจะมีผลกับความถูกต้องด้วย คือ ถ้าสัดส่วนการแบ่งข้อมูลมากจะมีค่าความถูกต้องมาก ในการจำแนกข้อมูลได้ทำการเลือกตัวอย่างโดยใช้การแบ่งตามสัดส่วนข้อมูลเรียนรู้ตามสัดส่วน 60,70,80 และ 90 ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องของอัลกอริทึม DT ให้ค่าความถูกต้องสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ย 89.45% รองลงมาคือ ANN และNB มีค่าความถูกต้องสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ย 86.85% และ 80.52% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอัลกอริทึม DT ให้ประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลมากที่สุดและเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้งานวิจัยนี้มากที่สุด

ในอนาคตผู้วิจัยมีจะนำประโยชน์จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลในงานวิจัยนี้ ไปพัฒนาเพื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยว่าเหตุใดนิสิตจึงได้ตัดสินใจเลือกอาชีพที่ตรงหรือไม่ตรงกับสาขาที่ตนเรียนมา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับคณะหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ไปวางแผนพัฒนาโครงสร้างหลักสูตรหรือวางแผนการศึกษาให้กับนิสิตได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กองแผนงาน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. . ระบบภาวะการมีงานทำของบัณฑิต. [ออนไลน์]. 2554 [สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2554]; http://www.survey.msu.ac.th/.

[2] กองทะเบียนและประมวลผล. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. งานทะเบียนและประมวลผล. [ออนไลน์]. 2554 [สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2554]; http:// www.regpr.msu.ac.th.

[3] มลธิดา ฤทธิ์สมบูรณ์, สุชา สมานชาติ. การพัฒนาระบบสนับสนุนการพิจารณาอนุมัติให้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ 2551; 4[7]: 9-14.

[4] กฤษณะ ไวยมัย, ชิดชนก ส่งศิริ, ธนาวินท์ รักธรรมานนท์. การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ 2544; 3[11]: 134-142.

[5] Quinlan John Ross. C4.5: programs for machine learning. 1st ed. London: England; 1988.

[6] เรวดี ศกดิ์ดุลยธรรม. การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่ง ในการสร้างฐานความรู้ เพื่อการทำนายสัมฤทธิ์ ผลทางการเรียนของนักศึกษา. นนทบุรี: วิทยาลัยราชพฤกษ์; 2552.

[7] นรินทร์ พนาวาส, นิเวศ จิระวิชิตชัย. การจำแนกมะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น. งานประชุมสัมมนาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 4; 27 พฤษภาคม 2554; ชลบุรี.

[8] กฤตยา ทองผาสุข. การเปรียบเทียบเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจกฎนาอีฟเบย์ และเคเนียรเรสเนเบอร์ เพื่อการจำแนกข้อมูล. National Conference on Computer Informastion Technolgies 2011; 26-28 มกราคม 2554; นครปฐม. pp. 30-35.

[9] ธัญญาภรณ์ บุญยัง, เอกรัฐ หล่อพิเชียร. การเปรียบเทียบข้อมูลของแบบจำสองเคเนียรเรสเนเบอร์ นาอีฟเบย์ ต้นไม้ตัดสินใจ และกฎพื้นฐาน. National Conference on Computer Informastion Technolgies 2011; 26-28 มกราคม 2554; นครปฐม. pp. 19-23.

[10] พัสกร สิงห์โต, อัครวุฒิ ปรมะปุญญา, เถาว์พัน ป. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. National Conference on Computer Informastion Technolgies 2011; 26-28 มกราคม 2554; นครปฐม. pp. 42-48.

[11] Aitkenhead. MJ. A co-evolving decision tree classification method. ScienceDirect 2008 2008; pp. 18-25.

[12] Lawrence O. Hall, Richard Collins, Bowyer KW. Error-Based Pruning of Decision Trees Grown on Very Large Data Sets Can Work. International Conference on Tools for Artificial Intelligence 2002; pp. 233 - 238.

[13] S.Chen, W.Wang, H.V.Zuylen. Construct support vector machine ensemble to detect traffic incidnt. Expert Systems with Applications 2009; 36pp. 10976-10986.

[14] ภัทร์พงศ์ พงศ์ภัทรกานต์. การวิเคราะห์ปัจจัยทีDส่งผลต่อการพ้นสภาพของนักศึกษา ระดับปริญญาตรีโดยใช้คอมมิตตีแมชชีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. เลย. : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย; 2553.

[15] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. การออกแบบและพัฒนาคลังข้อมูล = Data warehouse. 1st ed. กรุงเทพฯ: วี.ซี.พี; 2552.

[16] สิรินทร์ นิยมางกูร. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. 1st ed. กรุงเทพฯ สานักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2541.

[17] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS 11st ed. กรุงเทพฯ ธรรมสาร 2553.

การพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียน สภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Complaint Management System for the Faculty Council of Mahasarakham University

อนิรุทธ์ สายสิงห์ (Anirut Saiysing)[1] และจิรัฏฐา ภูบุญอบ (Jiratta Phuboon-ob)[2]

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[1]ople_2617@hotmail.com, [2]jiratta.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนของสภาคณาจารย์ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนของสภาคณาจารย์โดยใช้การพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคามตามแนวทางของวัฏจักรการพัฒนาระบบThe System Development Life Cycle (SDLC) ในการดำเนินการกำหนดนิยามปัญหา การวิเคราะห์ระบบการออกแบบระบบการพัฒนาระบบ การทดสอบระบบ การใช้งานจริง และการบำรุงรักษาและพัฒนาต่อ ซึ่งจากผลการประเมินพบว่าความพึงพอใจต่อการใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.19 , S.D.=0.57) ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์โดยผู้ใช้ทั่วไป พบว่า ภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.47 , S.D.= 0.33)

คำสำคัญ: ระบบรับเรื่องร้องเรียน สภาคณาจารย์

Abstract

This research aims to develop a system to receive Faculty complaints through the internet, and to study the satisfaction of the end users of this system.Use of this Faculty Council complaint system will complement The System Development Life Cycle(SDLC)at Mahasarakham University. The process to define the problem included system analysis, design, development, testing, eployment, maintenance and further development. Evaluation of the Faculty Council complaint system by experts resulted in a high degree of satisfaction, witha meanof 4.05 and a standard deviationis 0.57.The results of the average userof the complaint system also demonstrateda high degreeof satisfaction witha mean of 4.47 and a standard deviation is 0.33.

Keyword: Complaint management system, Faculty Council

1. บทนำ

เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่สำคัญมากในปัจจุบันเนื่องจากมีบทบาทสำคัญในการดำเนินงานในแต่ละสายงานมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นเทคโนโลยีที่สามารถสื่อสารโต้ตอบกันได้ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

สภาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม [1] ซึ่งมีบทบาทหน้าที่ให้คำปรึกษาต่ออธิการบดี และเป็นสื่อกลางระหว่างคณาจารย์ ประชาคมและผู้บริหารมหาวิทยาลัย รวมทั้ง สภาคณาจารย์ ได้ดำเนินงานด้านการรับเรื่องร้องทุกข์หรือเรื่องร้องเรียนต่างๆเพื่อนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูงของมหาวิทยาลัย เพื่อหาทางแก้ไขปัญหานั้น ๆ ต่อไปสภาคณาจารย์จึงดำเนินการจัดทำระบบรับร้องเรียนเรื่องราวต่างๆผ่านระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้แก่ ระบบรับเรื่องร้องเรียนเรื่องการกระทำผิดจรรยาบรรณวิชาชีพอาจารย์ การกระทำผิดจรรยาบรรณบุคลากรสายสนับสนุน รับแจ้งเบาะแสและรับร้องเรียนเรื่องอื่นๆ เพื่อให้สะดวกในการส่งเรื่องร้องเรียนดังกล่าว ซึ่งบางครั้งคณาจารย์ บุคลากร และนิสิตไม่สะดวกที่จะนำเรื่องมาส่งด้วยตนเอง วิธีการนี้จึงน่าจะเป็นช่องทางหนึ่งที่จะสามารถรับข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

ทั้งนี้การรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ที่เกี่ยวกับการกระทำผิดจรรยาบรรณวิชาชีพอาจารย์ และจรรยาบรรณบุคลากรผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้นยังมีปัญหาในการกรอกข้อมูลบางส่วน เช่นไม่ระบุข้อมูลที่เป็นความจริง หรือกรอกข้อมูลไม่ครบทุกข้อที่กำหนดไว้ จึงทำให้การรับเรื่องร้องเรียนไม่สมบูรณ์ และผู้ที่ต้องการร้องเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงตัวในการร้องเรียน เนื่องจากกลัวว่าจะเป็นการเปิดเผยข้อมูลซึ่งนำไปสู่ตัวเอง และกลัวว่าจะส่งผลที่ไม่ดีถึงตัวเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบรับร้องเรียนสภาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ต้องการร้องเรียนและเกิดความพึงพอใจต่อการเข้ามาร้องเรียนการกระทำผิดต่างๆมากขึ้นรวมทั้งเป็นการพัฒนาระบบรับร้องเรียนของสภาคณาจารย์ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์และพัฒนาระบบ

การวิเคราะห์ หมายถึง การศึกษาการทำงานและลักษณะของระบบว่าประกอบด้วยสิ่งใดบ้างมีความต้องการอะไรบ้างในระบบ หรือสิ่งที่ต้องปรับปรุงในงานที่จะทำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนในการทำงานเป็นขั้นตอน [2]

ระบบ หมายถึง สิ่งที่ประกอบขึ้นมาจากหน่วยย่อยหรือองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.2 การพัฒนาระบบ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาความพึงพอใจผู้ใช้ระบบและการพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคามตามแนวทางของวงจรการพัฒนา The System Development Life Cycle (SDLC)โดยเป็นระบบที่ทำงานบนเครือข่าย [3] ซึ่ง SDLC นั้นมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาจุดมุ่งหมายและเป้าหมายในการดำเนินการพัฒนา

2. การกำหนดความต้องการสารสนเทศของผู้ใช้ว่ามีความต้องการในด้านใดมากที่สุด

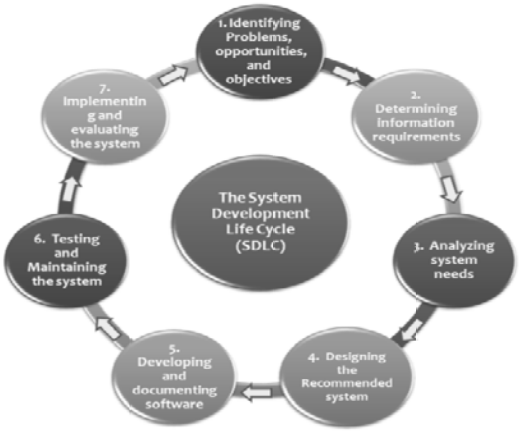
3. การวิเคราะห์ระบบเพื่อให้เกิดความเป็นไปได้ในการพัฒนาและการตรงตามความต้องการของผู้ใช้

4. การออกแบบระบบเพื่อให้ทราบลำดับขั้นตอนในการพัฒนาและรู้แนวทางในการดำเนินการ

5. การพัฒนาซอฟต์แวร์และจัดทำเอกสารเพื่อให้ระบบใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์

6. การทดสอบและบำรุงรักษาระบบเพื่อให้ผู้พัฒนาได้ทราบจุดบกพร่องของระบบที่พัฒนาขึ้น และสามารถที่จะแก้ไขได้ตรงตามจุดที่เกิดปัญหา

7. การดำเนินงานและประเมินผลเป็นขั้นตอนหลังจากมีการให้กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น และใช้เครื่องมือในการประเมินผลการใช้ระบบ



ภาพที่ 1 วงจรการพัฒนา The System Development Life Cycle (SDLC)

ซึ่งระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ได้ดำเนินงานตามขั้นตอนของวงจรการพัฒนา The System Development Life Cycle (SDLC)ทั้ง 7 ขั้นตอน ทำให้การพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ทราบจุดปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นก่อนการพัฒนาระบบและระหว่างการพัฒนาระบบดังกล่าว

2.3 การทดสอบระบบ

สมชาย กิตติชัยกุลกิจ [4] ได้ให้ความหมายของการทดสอบระบบว่า “การทดสอบระบบเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพและการทำงานของระบบโดยรวม ต้องพยายามทดสอบภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุดแล้วทำการทดสอบโดยใช้กรณีที่เหมือนกับการใช้งานจริง”

2.4 การศึกษาความพึงพอใจและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการประเมินความพึงพอใจจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างโดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีผลกระทบจริงในการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบชุดคำสั่งหรือระบบว่ามีคุณภาพหรือไม่นั้นจำเป็นต้องใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึง

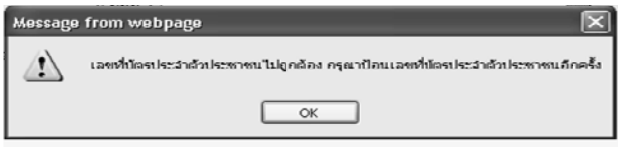
พอใจของระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยมีการทดลองใช้ชุดคำสั่งหรือเข้าใช้ระบบจริงและตอบแบบสอบถามหลังจากการใช้ระบบใหม่เพื่อนำแบบสอบถามมาคำนวณทางสถิติและสรุปผลการวิจัย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้จากการคำนวณโดยใช้หลักทางสถิติ ซึ่งได้อธิบายไว้ในข้อ 3.5

2.5 ศึกษาระบบงานที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลระบบร้องเรียน ร้องทุกข์ สำนักนายกรัฐมนตรี http://www.1111.go.th[5]

ภาพที่ 2 ระบบร้องเรียน ร้องทุกข์สำนักนายกรัฐมนตรี

พบว่า ระบบมีการป้องกันการร้องเรียนข้อมูลที่เป็นเท็จ โดยระบบจะมีการตรวจสอบเลขบัตรประชาชน หากกรอกเลขบัตรประชาชนผิด ระบบจะไม่รับข้อมูลและให้กลับมาใส่กรอกใหม่



ภาพที่ 3 การแจ้งกรอกเลขบัตรประชาชนไม่ถูกต้อง

ในส่วนของการกรอกข้อมูลร้องเรียน ระบบจะตรวจสอบว่าเนื้อหาหรือประโยคที่กรอกเข้าไปนั้นเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการร้องเรียนร้องทุกข์หรือไม่ หากไม่ใช่ระบบจะแจ้งว่ารายละเอียดเรื่องร้องเรียนของท่านข้อมูลยังไม่เพียงพอและให้เพิ่มเติมข้อมูล

ภาพที่ 4 การแจ้งกรอกข้อมูลร้องเรียนไม่ชัดเจน

ข้อบกพร่อง คือ เมื่อระบบรับเรื่องร้องเรียนเข้าเรียบร้อยแล้ว ผู้ร้องเรียนไม่สามารถที่จะตรวจสอบหรือทราบได้ว่าเรื่องที่ร้องเรียนไปนั้นอยู่สถานะของการดำเนินการใด

จากการศึกษาระบบงานที่เกี่ยวข้องในซึ่งมีทั้งจุดเด่นและจุดด้อยของระบบ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องมีการพัฒนาระบบที่จะทำขึ้นให้มีความสมบูรณ์ในการใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพในทุกด้าน ได้แก่ การรับข้อมูลเข้า การประมวลผลข้อมูล การแสดงผล การการจัดเก็บข้อมูลและความปลอดภัยของข้อมูล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

การรับเรื่องร้องเรียนของสภาคณาจารย์ที่ผ่านมาเป็นการเขียนเอกสารร้องเรียนด้วยมือจึงทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลส่วนการร้องเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตนั้นไม่สามารถที่จะยืนยันได้ว่าผู้ที่ร้องเรียนนั้นมีตัวตนจริง เมื่อส่งข้อมูลในรูปแบบใดเข้าไป ระบบก็จะรับข้อมูลนั้นทั้งหมด และยังไม่สามารถที่จะแยกข้อมูลร้องเรียนว่า เป็นการร้องเรียนประเภทใด จึงทำให้เจ้าหน้าที่หรือผู้ดูแลเกี่ยวกับข้อมูลร้องเรียนทำงานล่าช้าและอาจเกิดความผิดพลาดเกี่ยวกับข้อมูลได้ ผู้ร้องเรียนไม่สามารถทราบว่าข้อมูลการร้องเรียนนั้นอยู่ในสถานะใด

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบใหม่

ขั้นตอนการทำงานของระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม แสดงได้ดังภาพ

ภาพที่ 5 ER-Diagram แสดงความสัมพันธ์ระบบรับเรื่องร้องเรียนระหว่างผู้ร้องเรียน และผู้ถูกร้องเรียน

3.3 การพัฒนาระบบงาน

ในการพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ ได้พัฒนาบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1. ระบบปฏิบัติการเครื่อง คือ Window XP , Window 7

2. โปรแกรมที่ใช้คือ Dreamweaver,editPlus2,PHP

3. Database คือ MYSQL

ซึ่งการพัฒนาระบบนั้นได้ทำการทดสอบระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ควบคู่ไปกับการเขียนโปรแกรมเพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไขไปในตัวจนกระทั้งระบบมีความสมบูรณ์และใช้งานเกิดประสิทธิภาพ

3.4 การทดสอบและการประเมินระบบ

หลังจากพัฒนาระบบรับเรื่องรองเรียนสภาคณาจารย์เสร็จแล้วได้ทำการทดสอบ และได้ให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้พร้อมทั้งประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพและการยอมรับระบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้งานระบบ ได้แก่1. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 2.กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปโดยแบ่งเป็นนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) คือ จำนวนค่าคะแนนซึ่งเกิดจากการเอาคะแนนทุกตัวมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนของคะแนนทั้งหมดโดยใช้สูตร [6]

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (1)$$

ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน(Standard Deviation) คือ รากที่สองของค่าความแปรปรวน หรือรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนที่เบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้นโดยใช้สูตร[6]

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \qquad (2)$$

4. การทดสอบระบบ

4.1 ผลการทดสอบการเข้าใช้งานระบบ

ผลการพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ เมื่อเข้าสู่ระบบจะเห็นหน้าหลัก ซึ่งผู้ใช้ต้องทำการล็อกอินถึงจะสามารถเข้าร้องเรียนได้หรือไม่ก็ต้องสมัครสมาชิกก่อนเพื่อให้ได้ User และ Password ในการเข้าใช้งานหรือร้องเรียนดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 หน้าหลักของระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์

หลังจากผู้ใช้พิมพ์ชื่อผู้ใช้งานและใส่รหัสผ่านของตนเองลงในTextBoxพร้อมกับใส่รหัสความปลอดภัย(Captcha)ที่ปรากฏในหน้าจอแล้วกดปุ่ม Loginก็จะเข้าสู่หน้าจอระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ โดยจะมีเมนูให้เลือกดำเนินการ ดังนี้1. เมนูร้องร้องเรียน2.เมนูติดตามผลร้องเรียน 3. พูดคุยสอบถาม หน้าจอการร้องเรียนจะมีเมนูให้เลือกประเภทการร้องเรียน และต้องกรอกข้อมูลรายละเอียดในช่อง Text Boxให้ครบ

ภาพที่ 8 หน้าจอการร้องเรียน

ในหน้าสมัครสมาชิกหากกรอกเลขบัตรประชาชนไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งเตือนข้อมูลไม่ถูกต้อง

ภาพที่ 9 การแจ้งเตือนกรอกเลขบัตรประชาชนไม่ถูกต้อง

หน้าจอการติดตามการร้องเรียนและแจ้งสถานะเรื่องร้องเรียน

ภาพที่ 10 การติดตามเรื่องร้องเรียนและสถานะการร้องเรียน

4.2 ผลการพัฒนาด้านความปลอดภัยของข้อมูล

ระบบได้เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสมัครเป็นสมาชิก ซึ่งได้มีการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลด้วยการใช้ระบบ Username, PasswordและCAPTCHAในการพิสูจน์ตัวตนและได้มีการเข้ารหัสผ่านด้วยอัลกอริทึม SHA1 มีการกำหนดระดับสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลและฐานข้อมูล ซึ่งผู้ดูแลระบบมีอำนาจสิทธิ์ในการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้ได้ ซึ่งถือได้ว่าการเข้าถึงข้อมูลร้องเรียนนั้นมีความปลอดภัย

5. ผลการพัฒนาระบบ

หลังจากที่พัฒนาระบบเสร็จแล้วนั้น ได้มีการทดลองใช้ระบบโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการใช้ระบบซึ่งเป็นผู้ที่มีความต้องการในการใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียน โดยผลการประเมินความพึงพอใจ มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านและกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 397 คน สรุปผลได้ดังนี้

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 1 ความพึงพอใจต่อการใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ความสะดวกในการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
ความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม	4.33	0.57	มาก
ระบบป้องกันความปลอดภัยของการใช้งาน	4.33	0.57	มาก
ความถูกต้องของการประมวลผล	4.33	0.57	มาก
ความสวยงามของโปรแกรม	4.33	0.57	มาก
ระบบช่วยเหลือหรือคู่มือใช้งานเหมาะสม	3.67	0.57	มาก
ข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน	4.33	0.57	มาก
โดยรวม	**4.19**	**0.57**	**มาก**

จากตาราง ผู้เชี่ยวชาญได้ทดลองใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ พบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.19 , SD.= 0.57) ทั้งนี้ พบว่า ระบบช่วยเหลือหรือคู่มือใช้งานเหมาะสมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากแต่เป็นลำดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด($\overline{X}$=3.67 ,SD.=0.57)

กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป

ตาราง 2 ความพึงพอใจต่อระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ภาพรวมรายด้าน

ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความสามารถในการนำข้อมูลเข้า	4.48	0.30	มาก
ด้านความสามารถด้านการประมวลผล	4.61	0.26	มากที่สุด
ด้านความสามารถด้านการแสดงผลข้อมูล	4.40	0.29	มาก
ด้านความสามารถด้านการจัดเก็บข้อมูลและความปลอดภัย	4.39	0.47	มาก
โดยรวม	**4.47**	**0.33**	**มาก**

จากตาราง ความพึงพอใจต่อระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปภาพรวม พบว่ามีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก($\overline{X}$=4.47 ,SD.=0.33) โดยด้านความสามารถด้านการประมวลผลมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.61 ,SD.=0.26)ส่วนความพึงพอใจระดับมากเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ด้านความสามารถในการนำข้อมูลเข้า ($\overline{X}$ =4.48,SD.=0.30)ความสามารถด้านการแสดงผลข้อมูล ($\overline{X}$=4.40,SD.=0.29) และด้านความสามารถด้านการจัดเก็บข้อมูลและความปลอดภัย($\overline{X}$=4.39 , SD.= 0.47)ตามลำดับ

6. สรุปผล

การพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์เพื่อเป็นช่องทางส่งเรื่องร้องเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อความถูกต้องของข้อมูลและความสะดวกรวดเร็ว โดยได้พัฒนาฟังก์ชั่นต่างๆเพื่อให้ผู้ใช้ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้นซึ่งกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 397 คน ได้มาจากการกำหนดขนาดโดยใช้วิธีของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%ความคลาดเคลื่อน $\pm$ 5% [7]สรุปผลได้ดังนี้ ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ใช้ฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่และมีการพัฒนาเพิ่มเติมให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้

โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MYSQL และพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ด้วยโปรแกรมภาษา PHP ซึ่งทำให้ระบบมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับข้อกำหนดและความต้องการของระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ใหม่ โดยมีระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบต่อประสิทธิภาพของระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถสรุปความพึงพอใจต่อระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์จากกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปดังนี้

1. ด้านความสามารถในการนำข้อมูลเข้า พบว่า ผู้ใช้ทั่วไปมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.48) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความคล่องตัวในการป้อนข้อมูลเพื่อค้นหาและติดตามผล($\overline{X}$ =4.71) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้

2. ด้านความสามารถด้านการประมวลผล พบว่าผู้ใช้ทั่วไปมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.61)โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความถูกต้องในการประมวลผลข้อมูล ($\overline{X}$ = 4.79)

3. ด้านความสามารถด้านการแสดงผลข้อมูล พบว่า ผู้ใช้ทั่วไปมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.40) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือผลลัพธ์ที่แสดงผลมีความถูกต้อง ($\overline{X}$ = 4.76)

4. ด้านความสามารถด้านการจัดเก็บข้อมูลและความปลอดภัย พบว่า ผู้ใช้ทั่วไปมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.47)โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือการจัดเก็บข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ($\overline{X}$ = 4.39)

ทั้งนี้ ระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์ที่พัฒนาขึ้นมีการจัดการความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล โดยอ้างอิงแนวทางปฏิบัติข้อกำหนดของกฎหมายแห่งพระราชบัญญัติ ว่าด้วยข้อมูลข่าวสารทางราชการ พ.ศ. 2540 ว่าด้วยการเปิดเผยข้อมูลข่าวสารส่วนบุคคลและพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสมัครเป็นสมาชิกจะมีการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลโดยง่ายด้วยการให้ใช้ Username,Password และมี CAPTCHA ในการพิสูจน์ตัวตน ในฐานข้อมูลมีการเข้ารหัสด้วยAlgorithm SHA1 มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลโดยอ้างจากลักษณะตำแหน่งงานและพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้ทั่วไป ซึ่งถือได้ว่าเป็นมาตรการเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบและฐานข้อมูลของระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

7. ข้อเสนอแนะและพัฒนาในการทำวิจัยในครั้งนี้

1. ควรจัดหาเจ้าหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงเพื่อดูแลระบบพร้อมทั้งจัดเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ควรมีระบบสำรองข้อมูลที่ดี เนื่องจากฐานข้อมูลระบบรับเรื่องร้องเรียนสภาคณาจารย์มีการใช้แบบออนไลน์อาจถูกโจมตีจากผู้บุกรุกจนเกิดความเสียหายต่อฐานข้อมูลได้

3.ควรมีการพัฒนาให้ใช้งานในโทรศัพท์มือถือ หรือ PDA, Tablet Smart Phone ที่เป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบันนี้ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาระบบรับเรื่องร้องเรียน ให้สามารถรองรับการใช้งานของอุปกรณ์ดังกล่าวในอนาคตได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] สภาคณาจารย์, "*รายงานประจำปี*," สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

[2] เลาดอน เคนเนท,"*ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ.*" เอ็ดดูเคชั่นอินไซน่า :กรุงเทพฯ, 2545.

[3] ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์,"*ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ.*" กรุงเทพฯ, 2545.

[4] สมชาย กิตติชัยกุลกิจ, "*เรื่องซอฟต์แวร์มีแค่นี้,*" สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ญี่ปุ่น-ไทย):กรุงเทพฯ, 2548.

[5] http://www..1111go.th/form.aspx. 1 เมษายน 2553

[6] บุญชม ศรีสะอาด. "*หลักการวิจัยเบื้องต้น,*" สุวีริยาสาส์น : กรุงเทพมหานคร, 2545.

[7] ธานินทร์ ศิลป์จารุ, "*การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยSPSS,*"บริษัท วีอินเตอร์พริ้นท์ จำกัด:กรุงเทพ, 2550.

การพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก
Prostate Cancer Prediction

กิตติพัฒน์ แก้วสุวรรณ (Kittipat Kaewsuwan)[1] และวรัญญู วงษ์เสรี (Waranyu Wongseree)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
[1]kittipat_kaew@hotmail.com, [2]waranyu.wongseree@gmail.com

บทคัดย่อ

โรคมะเร็งต่อมลูกหมากเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต โดยตัวแปร ที่สำคัญในการทำให้เกิดมะเร็งต่อมลูกหมากได้แก่ สารโปรตีนที่ผลิตโดยเซลล์ต่อมลูกหมาก (PSA) ปริมาณมะเร็ง น้ำหนักต่อมลูกหมาก อายุ การอักเสบของต่อมลูกหมาก การบุกรุกถุงน้ำเชื้อ การเจาะถุงหุ้ม ลักษณะของเซลล์มะเร็งเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติ ดังนั้นเพื่อการพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบการเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบต่างๆ คือ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (LR) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งข้อมูลตัวแปรในการเกิดโรคของกลุ่มผู้ป่วยที่ศึกษาทั้ง 164 คนจะถูกแบ่งออก เป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้และชุดข้อมูลในการตรวจสอบ เพื่อใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกและต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (10-fold cross-validation) ผลการวิจัยพบว่าตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของระบบการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกและต้นไม้ตัดสินใจ พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของการทำนายความถูกต้องของต้นไม้ตัดสินใจเท่ากับ 93.86 และของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเท่ากับ 86.24 ดังนั้นต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ดีกว่าการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถพัฒนาเป็นระบบสำหรับพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมากต่อไปได้

คำสำคัญ: มะเร็งต่อมลูกหมาก การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ต้นไม้ตัดสินใจ

Abstract

Prostate cancer is a major cause of death. The variables are log prostate-specific antigen (lpsa), log cancer volume (lcavol), log prostate weight (lweight), age of patient, log of the amount of benign prostatic hyperplasia (lbph), seminal vesicle invasion (svi), log of capsular penetration (lcp), gleason score (gleason) and percent of Gleason score 4 or 5 (pgg45). In an automatic regression system, the Logistic regression and the Decision tree were applied to develop regression models. The 164 samples of prostate cancer data were used. The result of these models was that the Decision tree is better than the Logistic regression model for this data. As of these results, they can be used for further developed into experts system for prostate cancer.

Keyword: Prostate Cancer, Logistic Regression, Decision Tree

1. บทนำ

โรคมะเร็งต่อมลูกหมากส่วนมากเกิดในผู้ชายสูงอายุ สำหรับในประเทศไทยอายุที่พบบ่อยคือมากกว่า 60 ปี และพบมากเป็นอันดับที่ 5 ของมะเร็งในเพศชาย ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะมาพบแพทย์ในระยะลุกลามซึ่งทำให้การรักษาไม่สามารถทำให้หายขาดได้ เนื่องจากมะเร็งในระยะเริ่มต้นสามารถรักษาให้หายขาดได้ [2] การค้นหาประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อโรคมะเร็งต่อมลูกหมากและทำการตรวจเพื่อให้ได้ผลในระยะเริ่มต้น จึงมีความสำคัญทั้งในด้านการรักษาและปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การตรวจค้นหามะเร็งต่อมลูกหมากประกอบด้วย การตรวจทางทวารหนักและการเจาะเลือดเพื่อหาสารบ่งชี้มะเร็งคือ พี เอส เอ

การพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากได้จากการนำข้อมูลตัวแปรที่สำคัญในการทำให้เกิดมะเร็งต่อมลูกหมากรายบุคคลมาเป็นเครื่องมือสร้างตัวแบบประเมินความเสี่ยง เมื่อทราบถึงปริมาณความเสี่ยงจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการรักษาได้อย่างรวดเร็ว แต่การพยากรณ์การเกิดโรคเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและยากต่อการระบุปัจจัยที่ความเสี่ยงสูงได้อย่างชัดเจน นักวิจัยหลายท่านได้พยายามที่จะพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากเพื่อนำมาประเมินการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากในอนาคต ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการถดถอยโลจิสติกเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ ข้อมูลในลักษณะการแจกแจงเพื่อให้สอดคล้องกับสมมติฐานของตัวแบบเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถนำไปให้การพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากในเกณฑ์ที่ดีได้

บทความนี้จึงได้นำเสนอวิธีการพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค ต้นไม้ตัดสินใจ วิธี J48 เปรียบเทียบกับวิธีการถดถอยโลจิสติก

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ซึ่งงานของการทำเหมืองข้อมูล ได้แก่การจัดหมวดหมู่ (Classification) และการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) โดยเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบการจัดหมวดหมู่ ซึ่งปัญหา ประเภทนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นค่าที่แน่นอน เช่น อาจให้คำตอบเป็น (ใช่, ไม่ใช่) ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree), ระบบโครงข่ายประสาท (Neural Networks), ทฤษฎี Naïve-Bayes, วิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-nearest neighbor) ส่วนการแก้ปัญหาแบบการวิเคราะห์การถดถอย จะเหมือนกับแบบการจัดหมวดหมู่ ต่างกันตรงที่ผลลัพธ์ที่ได้จาก การวิเคราะห์การถดถอย เป็นค่าแน่นอนที่ไม่จำกัดได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least square method) ในการประมาณค่าตัวแบบ วัตถุประสงค์ของการถดถอยโลจิสติก คือการหาตัวแบบที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลมากที่สุดในขณะเดียวกันก็หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับชุดของตัวแปรอิสระ นอกจากนี้ยังอาจจะใช้ในการพยากรณ์เกี่ยวกับจำแนกกลุ่มตัวแบบการถดถอยโลจิสติกมีสมการดังนี้

$$logit(Y) = b_0 + b_1X + \ldots + b_kX_k \quad (1)$$

เราสามารถแปลงสมการให้กลับคืนเป็น $odds(Y = 1)$ ความน่าจะเป็นที่จะทำนายถูกโดยใช้ฟังก์ชันเลขชี้กำลัง (exponential function) ดังนี้

$$odds(Y = 1) = e^{b_0 + b_1X + \ldots + b_kX_k} \quad (2)$$

ต่อจากนั้นก็แปลงสมการกลับคืนไปเป็นความน่าจะเป็นที่ $(Y = 1)$

$$P(Y = 1) = \frac{e^{b_0 + b_1X + \ldots + b_kX_k}}{1 + e^{b_0 + b_1X + \ldots + b_kX_k}} \quad (3)$$

การวิเคราะห์แบบต้นไม้ตัดสินใจ คือ โครงสร้างต้นไม้ที่ประกอบไปด้วยโหนดตัดสินใจ (Decision Nodes) แล้วเชื่อมต่อกันด้วยสาขา (Branches) โดยขยายจากโหนดราก (Root Node) มายังโหนดใบ (Leaf Nodes) ค่าคุณสมบัติ (Attribute) ที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบเงื่อนไขจะอยู่ในโหนดตัดสินใจ ซึ่งผลลัพธ์การเปรียบเทียบจะอยู่ในสาขา (Branches) และในแต่ละสาขาจะพาไปสู่โหนดตัดสินใจอื่น หรือโหนดใบ ซึ่งโหนดใบจะเก็บผลลัพธ์ของการจำแนกไว้ [3]

การวิเคราะห์แบบต้นไม้ตัดสินใจและการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเป็นการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ซึ่งจะมีการทำงานแบบการเรียนรู้แบบมีครูสอน (Supervised Learning) สามารถสร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่ได้จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าเรียกว่าชุดการสอน (Training set) ได้อัตโนมัติ และพยากรณ์กลุ่มของรายการที่ยังไม่เคยนำมาจัดหมวดหมู่

ในงานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยขั้นตอนวิธีแบบ J48 โดยนิยามให้

$$Entropy(s) = \sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i \quad (4)$$

โดยที่ p_i จำนวนความถี่ของฉลาก i ใน s เพื่อใช้ในการหาค่าความน่าจะเป็น ซึ่งจะบอกเป็นหนึ่งฉลากเท่านั้นโดยที่ค่าปริมาณที่บอกถึงความไม่เป็นระเบียบของระบบ (Entropy) จะมีคาเป็น 0 และถ้ามีค่าเป็น 1 นั้นหมายถึงทุกฉลากค่าความน่าจะเป็นที่เท่ากันซึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้โดยนิยาม

$$p_i = (k_i|N) \quad (5)$$

ที่ N เท่ากับค่าทั้งหมดของรูปแบบกลุ่มของฉลาก (Class Labeled) โดย k_i จะเท่ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน N

กระบวนการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ จะเริ่มจากการที่ไม่มีต้นไม้ อยู่แล้วนำข้อมูลกลุ่มการเรียนรู้ เขามาคำนวณและวนทำจนกระทั่งไม่สามารถแตกข้อมูลออกไปได้อีก

- คำนวณค่าปริมาณที่บอกถึงความไม่เป็นระเบียบของระบบ ดังสมการ

$$Entropy(s) = -\sum_{i=1}^{n} (k_i|N)\, log_2 (k_i|N) \quad (5)$$

- เลือกคุณลักษณะที่มีค่าการคำนวณค่าเกนสารสนเทศ (Information Gain) ที่มีค่ามากที่สุดเพื่อนามาสร้างเป็นโหนดรากของต้นไม้

- สร้างต้นไม้ ในการตัดสินใจในระดับถัดไปด้วยการทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1 และ 2 จนกระทั่งข้อมูลย่อยมีเหลือเพียงฉลากเดียว (one label) และค่าปริมาณที่บอกถึงความไม่เป็นระเบียบของระบบเป็นศูนย์

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้พบว่าปัจจัยของความเสี่ยงของมะเร็งต่อมลูกหมากได้แก่ อายุ ประวัติครอบครัว เชื้อชาติ อาหาร สำหรับการตรวจโรคสามารถทำได้โดย การตรวจหาสาร PSA ซึ่งเป็นสารโปรตีนที่ผลิตโดยต่อมลูกหมาก ค่าจะสูงในโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก ค่าปกติจะน้อยกว่า 4 นาโนแกรม ส่วนค่าอยู่ระหว่าง 4-10 นาโนแกรม ค่านี้อยู่ระดับปานกลาง ถ้าค่ามากกว่า 10 ถือว่าสูง ค่ายิ่งสูงโอกาสเป็นมะเร็งก็จะสูง [4]

การศึกษาที่น่าสนใจเกี่ยวกับการพยาการณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมากที่มีการพัฒนาขึ้นในต่างประเทศ

Arja และคณะ [5] ศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (MLP) และการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก จากประชากร 974 คน อายุระหว่าง 55-66 ปี พบว่าข้อมูลที่ได้ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกให้ค่า sensitivity 87% และค่า specificity 41% ส่วน เพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นให้ค่า sensitivity 85% และค่า specificity 26% สรุปได้ว่าการ ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกพยากรณ์ ความถูกต้องได้ดีกว่าเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น

Mou JH และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาในตัวอย่าง 579 คน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ให้ค่า sensitivity 64.95% และ specificity 92.99%

Jhih-Cheng Wang และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ให้ค่า sensitivity 88.5% และ specificity 79.1%

ค่า sensitivity หมายถึง โอกาสที่คนเป็นโรคจะถูกทำนายว่าเป็นโรคได้ถูกต้อง และค่า specificity หมายถึงโอกาสที่คนปกติจะถูกทำนายว่าไม่เป็นโรคได้อย่างถูกต้อง ซึ่งวิธีการดังกล่าวไม่สามารถพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากได้อย่างดีเท่าไร ได้จึงได้นำเสนอวิธีแบบจำลองการพยากรณ์ในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ มาใช้ในการพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก

2.1 การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก

การตรวจค้นหามะเร็งต่อมลูกหมากประกอบด้วย การตรวจทางทวารหนัก และ การเจาะเลือดเพื่อหาสารบ่งชี้มะเร็ง คือ พีเอส เอ เมื่อได้ค่าพื้นฐานเหล่านี้แล้ว แพทย์จะแปลผลและสามารถระบุได้ว่าผู้ป่วยรายใดมีความเสี่ยงของมะเร็ง ซึ่งจะต้องตรวจด้วยการตัดชิ้นเนื้อในขั้นตอนต่อไป

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลตัวแปรที่สำคัญในการทำให้เกิดมะเร็งต่อมลูกหมากได้แก่ สารโปรตีนที่ผลิตโดยเซลล์ต่อมลูกหมาก (lpsa), ปริมาณมะเร็ง (lcavol), น้ำหนักต่อมลูกหมาก (lweight), อายุ (age), การอักเสบของต่อมลูกหมาก (lbph), การบุกรุกถุงน้ำเชื้อ (svi), การเจาะถุงหุ้ม (lcp), ลักษณะของเซลล์มะเร็งเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติ (gleason) และ percent of Gleason scores 4 or 5 (pgg45)

เนื่องจากข้อมูลตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลเชิงลึกที่ต้องเก็บจากร่างกายของบุคคลทั่วไปโดยการตัดเนื้อเยื่อไปตรวจ ผู้วิจัยจึงใช้ชุดข้อมูล (dataset) จากงานวิจัยของ Stamey และคณะ [1] ที่มีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 164 คนมาทำการ

วิเคราะห์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก โดยดูจากมาตรฐานหลัก (gold standard) ของ PSA ถ้าค่ามากกว่า 10 นาโนแกรม โอกาสเป็นมะเร็งก็จะสูง

ชุดข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยค่า PSA ตั้งแต่ 0.65 จนถึง 80 นาโนแกรม และค่า cavol คือปริมาณมะเร็งซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.26 ถึง 45 และค่าน้ำหนักต่อมลูกหมากซึ่งมีค่าตั้งแต่ 15 ถึง 53 กรัม และกลุ่มตัวอย่างมีช่วงอายุระหว่าง 41 ถึง 79 ปี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- นำข้อมูลตัวแปรต่างๆ มาวิเคราะห์หาค่าต่ำสุด (Minimum), ค่าสูงสุด (Maximum), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (StdDev) ได้ตามตารางที่ 1 โดยค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดที่ได้ทำให้ทราบถึงขอบเขตทั้งหมดของข้อมูล และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้แสดงให้เห็นถึงการกระจายของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา โดยทั้งหมดนี้เป็นการเตรียมข้อมูลดิบให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ดูเข้าใจง่าย และสะดวกในการนำไปใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 1: ข้อมูลตัวแปรที่ศึกษา

	Minimum	Maximum	Mean	StdDev
lcavol	-1.347	3.821	1.335	1.202
lweight	2.375	4.78	3.628	0.447
age	41	79	64.226	7.458
lbph	-1.386	2.326	0.089	1.452
svi	0	1	0.22	0.415
lcp	-1.386	2.904	-0.194	1.395
gleason	6	9	6.744	0.715
pgg45	0	100	25.152	28.583

- ทำการศึกษาการพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมากโดย นำข้อมูลตัวแปรมาสร้างความสัมพันธ์ด้วย 2 วิธี คือ

1) วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก แบบวิธีการตรวจสอบไขว้

2) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ แบบวิธีการตรวจสอบไขว้และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธี

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลตัวแปรการเกิดโรคจึงจะต้องเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมและให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้กับโปรแกรม WEKA หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลส่วนชุดการสอน และชุดทดสอบ (Testing Set) โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้คือแบ่งข้อมูลเป็น 10 ส่วนเท่าๆกันแล้วทำการทดสอบ โดยเปลี่ยนข้อมูลชุดทดสอบตั้งแต่ส่วนที่ 2 เป็นชุดทดสอบและส่วนที่ 1-9 เป็นชุดเทรนนิ่งไปเรื่อยๆจน กระทั่งถึงชุดทดสอบที่ส่วนที่ 10 เป็นชุดทดสอบและส่วนที่ 1-9 เป็นชุดเทรนนิ่ง โดยจะนำเอาค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ที่ได้นั้นมาหาค่าเฉลี่ย

จากนั้นนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลและสามารถแสดงกระบวนการหาตัวแบบที่เหมาะสมในการที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบต้นแบบสำหรับพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติสำหรับแนวทางการพยากรณ์โรคมะเร็งต่อมลูกหมากต่อไป

เมื่อได้ข้อมูลตามความต้องการแล้วจึงนำข้อมูลมาทำการทดลองด้วยโปรแกรม WEKA โดยใช้อัลกอรึทึม ต้นไม้ตัดสินใจ และการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อหาประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิคและทำการวัดผลด้วย ค่าเปอร์เซ็นของการทำนายถูกต้อง (Percentage Correct) ค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุด (Precision) ค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (Recall) ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าไม่จริง เป็นอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมด (True Negative Rate) และค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุดกับค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล (F-measure) โดยจะนำผลจากการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละตัวแบบ และสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์โรคเม็งต่อมลูกหมากว่ามีตัวแปรใดบ้างที่มีความน่าจะเป็นต่อการเกิดโรค

4. ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการพยากรณ์การเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลปัจจัยการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของ Stamey และคณะ [8] ที่มีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 164 คนมาทำการวิเคราะห์และในการทดลองจะทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลและวัดผลโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละตัวแบบด้วย ค่าเปอร์เซ็นของการทำนายถูกต้อง, ค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุด, ค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล, ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าไม่จริง เป็นอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมดและค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุดกับค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูล แสดงดังตาราง

ตารางที่ 2 : ผลการทดลอง

	LR (std)	J48 (std)
Percentage Correct	86.24 (7.30)	93.86 (6.60)
Precision	0.54 (0.37)	0.81 (0.23)
Recall (True positive rate)	0.47 (0.31)	0.85 (0.26)
F-measure	0.48 (0.29)	0.80 (0.22)
True negative rate	0.93 (0.07)	0.96 (0.06)

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ มีประสิทธิภาพสูงกว่าตัวแบบการถดถอยโลจิสติก โดยค่าเปอร์เซ็นต์ของการทำนายความถูกต้องเท่ากับ 93.86 ค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุดเท่ากับ 0.81 ค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูลเท่ากับ 0.85 ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่สามารถสืบค้นคำตอบสูงสุดกับค่าที่ได้จากการตรวจพบข้อมูลเท่ากับ 0.80 และค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายได้ว่าไม่จริง เป็นอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมดเท่ากับ 0.96 และจากการวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจดีกว่าตัวแบบการถดถอยโลจิสติกอย่างมีนัยสำคัญ โดยกำหนดระดับของค่านัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ด้วยเหตุนี้จึงนำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจดังรูป

```
lcavol <= -0.579818: 0 (11.0)
lcavol > -0.579818
| lweight <= 3.604138
| | lcp <= -0.597837
| | | lweight <= 3.022861
| | | | lweight <= 2.374906: 1 (2.0)
| | | | lweight > 2.374906: 0 (6.0)
| | | lweight > 3.022861
| | | | lweight <= 3.419365: 1 (21.0/1.0)
| | | | lweight > 3.419365
| | | | | gleason <= 6
| | | | | | lcavol <= 0.97456: 0 (7.0)
| | | | | | lcavol > 0.97456: 1 (2.0)
| | | | | gleason > 6: 1 (3.0)
| | lcp > -0.597837: 1 (31.0)
| lweight > 3.604138: 1 (81.0)
```

ภาพที่ 1 : ต้นไม้ตัดสินใจ

จากรูปที่ 2 พบว่าเซตของตัวแปรที่ให้ผลต่อการพยากรณ์มะเร็งต่อมลูกหมาก คือ ปริมาณมะเร็ง, น้ำหนักต่อมลูกหมาก, การเจาะถุงหุ้ม, ลักษณะของเซลล์มะเร็งเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติ

5. บทสรุป

การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงในผู้ป่วยโรคมะเร็งต่อมลูกหมากเป็นการนำเอาข้อมูลเชิงลึกรายบุคคลมาเป็นชุดข้อมูลในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ชุดข้อมูลโดยตัวแบบที่ใช้ศึกษาคือ การถดถอยโลจิสติกและต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม WEKA พบว่าตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากที่สุดโดยมีค่าความแม่นยำในการทำนายผลร้อยละ 93.86 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูง และปัจจัยที่มีผลต่อการพยากรณ์มะเร็งต่อมลูกหมากคือ 1.ปริมาณมะเร็ง 2.น้ำหนักต่อม

ลูกหมาก 3.การเจาะถุงหุ้ม 4.ลักษณะของเซลล์มะเร็งเปรียบเทียบกับเซลล์ปกติ และการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาที่นักวิจัยหลายท่านทำไว้คือ การรู้ค่าน้ำหนักที่เกิดจากแต่ละปัจจัยทำให้สามารถเลือกปัจจัยที่เสี่ยงต่อมะเร็งต่อมลูกหมากได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำเพียงพอสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์มะเร็งต่อมลูกหมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] Stamey T., Kabalin J., McNeal J., Johnstone I., Freiha F., Redwine E. and Yang N., "Prostate specific antigen in the diagnosis and treatment of adenocarcinoma of the prostate II radical prostatectomy treated patients," *J Urol* , 1989.

[2] Giancarlo P. et.al, "A preliminary reports on the use of transfer factor for treating stage D3 hormone unresponsive metastatic prostate cancer," *Biotherapy*, 123-132, Mar 1989.

[3] Y. Yuan, M.J. Shaw, " Induction of fuzzy decision trees," *Fuzzy Sets and Systems 69*, pp. 125–139, 1995.

[4] Oesterling J., "Prostate specific antigen: a critical assessment of the most useful tumor marker for adenocarcinoma of the prostate," *J Urol*. May 1991.

[5] Arja V., Mehran G., Ries K. and Ulf-Håkan S., "Estimation of Prostate Cancer Probability by Logistic Regression: Free and Total Prostate-specific Antigen, Digital Rectal Examination, and Heredity Are Significant Variables," *Clinical Chemistry*, July 1999.

[6] Mou J., Li Y., Li M, Yuan J., Zou L., Feng M, Feng P., "Predicting prostate cancers using a logistic regression model with transrectal ultrasound characteristics, age and Serum PSA," *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*., Mar 2012.

[7] Jhih-Cheng W., Steven K. H., Jinn-Rung K., Chin-Li L., Hung L., Kun-Hung S., "A Multivariable Logistic Regression Equation to Screen for Prostate Cancer," *J Urol*., 2008.

การพยากรณ์ระดับน้ำท่าด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ กรณีศึกษา เทศบาลเมืองชัยภูมิ

Runoff Forecasting Using Back-propagation Neural Network Technique: Case Study of Municipality of Chaiyaphum

มุนินทร์ วรรณธาดา (Munin Wanatada)[1] และพรรณี สิทธิเดช (Punnee Sittidech)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]munin_wan@moi.go.th, [2]punnees@nu.ac.th

บทคัดย่อ

จังหวัดชัยภูมิ ประสบปัญหาสภาวะน้ำท่วมเป็นประจำ โดยเฉพาะในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ จากเหตุการณ์อุทกภัย ปี พ.ศ. 2554 เขตเทศบาลเมืองชัยภูมิได้รับผลกระทบอย่างมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ระดับน้ำท่าในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิได้ล่วงหน้า โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝน ที่ส่งผลกระทบให้เกิดน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ ใช้ข้อมูลเป็นรายวันระหว่างปี พ.ศ. 2550 – พ.ศ 2554 จำนวนทั้งสิ้น 1,824 ระเบียน โดยคัดเลือกสถานี การคัดเลือกตัวแปร รวมทั้งระยะเวลาเดินทางของน้ำ สร้างตัวแบบโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ และประเมินผลประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ผลการทดลองได้ตัวแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลนำเข้า 15 ตัวแปร ได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เป็น 1.008

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ การพยากรณ์ระดับน้ำท่า

Abstract

Chaiyaphum province faces flood crisis regularly especially in the municipal area. According to the flood crisis in the year 2012, municipality of Chaiyaphum area was greatly affected. This research aims to develop a model to forecast the runoff by analyzing the amount of Rainfall-Runoff from the gauge stations which are the major sources in flooding of the municipal area. The 1,824 records of rainfall-runoff from year 2007-2012 were used to select stations, variables as well as time lags for developing an appropriate forecasting model using Back-propagation Neural Network. The predictive model used 15 input variables. The results of experiment show the effectiveness of the model with mean absolute error of 1.008.

Keyword: Back-propagation neural network, Forecasting, Runoff

1. บทนำ

ภัยพิบัติที่เกิดจากธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของโลกสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นอย่างมากและทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น แม้ภาครัฐจะมีนโยบาย มาตรการ แผนการป้องกัน หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากเพียงเท่าใด ก็ไม่สามารถป้องกันภัยจากธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ สิ่งที่สามารถทำได้ดีที่สุด คือ การบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้น มหันตภัยน้ำท่วมเป็นหนึ่งในภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายมาแล้วทั่วโลก แม้แต่ในประเทศไทยเองหลายจังหวัดต่างก็ประสบปัญหาอุทกภัยมาแล้วหลายต่อหลายครั้ง และเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้นในทุกๆ ปี โดยอุทกภัยครั้งใหญ่ปี พ.ศ. 2538 ก็เกิดน้ำท่วมหนักที่สุดของเมืองหลวงอย่างกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ การเงินและระบบราชการ หากได้รับความเสียหายจะทำให้ไม่สามารถช่วยเหลือจังหวัดอื่นๆ ที่ประสบปัญหาอุทกภัยเช่นเดียวกันได้ จากอดีตจนถึงปัจจุบันอุทกภัยได้เกิดขึ้นแทบทุกปี จนกลายเป็น

ปัญหาหลักและสำคัญของภาครัฐ ซึ่งไม่ใช่เพียงการป้องกันแค่กรุงเทพมหานครเท่านั้น หากยังรวมไปถึงทั่วทุกภาคของประเทศที่จะต้องมีการวางแผนการจัดการและป้องกันอุทกภัยน้ำท่วมเช่นกัน เนื่องจากหากจังหวัดใดจังหวัดหนึ่งถูกน้ำท่วมย่อมส่งผลที่เสียหายต่อเนื่องต่อระบบเศรษฐกิจ การเงิน และระบบราชการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ [1]

ในปี พ.ศ. 2554 ช่วงกลางเดือนกันยายน ก็ยังมีเหตุการณ์อุทกภัยที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างหนัก จังหวัดชัยภูมิเป็นหนึ่งในจำนวนหลายจังหวัดที่ได้รับผลกระทบของอุทกภัยในครั้งนี้ด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้น จึงนำแนวความคิดด้านเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์ระดับน้ำ เพื่อประโยชน์ในการเตือนภัยให้กับประชาชนและบรรเทาความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

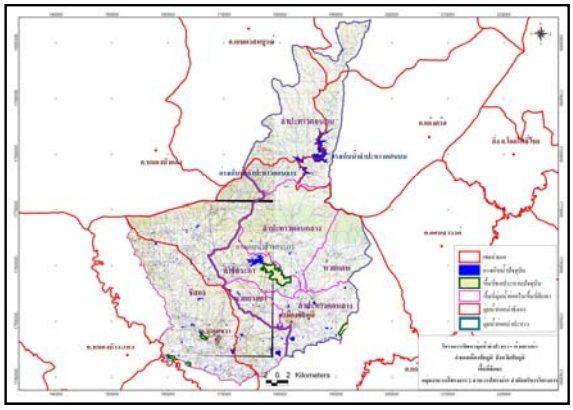
การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) [2], [3] คือ กระบวนการสกัดความรู้ การวิเคราะห์ เพื่อค้นหารูปแบบความสัมพันธ์จากข้อมูลหรือฐานข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยจะมุ่งตรวจสอบหรือค้นข้อมูลเพื่อหารูปแบบหรือความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของข้อมูลต่างๆ โดยมีเทคนิคหลายวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น (1) การสร้างตัวแบบในการทำนาย (Predictive Modeling) คือ การนำข้อมูลที่มีในอดีตและนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างตัวแบบเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต โดยมีการใช้ข้อมูลในการสอน (Train) ให้กับระบบก่อน เทคนิคในลักษณะนี้ ได้แก่ เทคนิคการจัดหมวดหมู่ (Classification) และเทคนิคการพยากรณ์ (Prediction) และ(2) การสร้างตัวแบบในการบรรยาย (Descriptive Modeling) คือ การนำข้อมูลที่มีอยู่มาศึกษา เป็นการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ เทคนิคในลักษณะนี้ ได้แก่ เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) และการค้นพบกฎความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาสร้างตัวแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ ทำการทดลองโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดชัยภูมิ ที่เก็บข้อมูลจากสถานีที่สำคัญและมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ มีช่วงสถิติข้อมูลระหว่างปีพ.ศ. 2550 – 2554 ใช้การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Back propagation neural network: BPNN) ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำรายวันล่วงหน้า 1 วัน ซึ่งจะนำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ตามลำดับต่อไปนี้

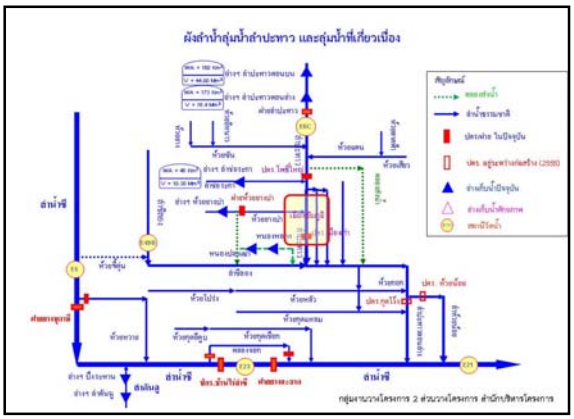
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นที่ศึกษา

เขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ ทิศเหนือติดอำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว และอำเภอแก้งคร้อ ทิศใต้ติดกับอำเภอบ้านเขว้า อำเภอเนินสง่า ทิศตะวันตกติดกับอำเภอหนองบัวแดง และทิศตะวันออกติดกับอำเภอคอนสวรรค์ ข้อมูลจากสถานีน้ำท่าที่มักส่งผลให้เกิดภาวะน้ำท่วมในเขตเทศบาลชัยภูมิประกอบด้วยสถานี E.5, E.6C, E.21, E.23, E.32A ดังภาพ 1 และ ภาพ 2 [4]



ภาพที่ 1: แผนที่แสดงพื้นที่เทศบาลเมืองชัยภูมิ [4]



ภาพที่ 2: สถานีวัดปริมาณน้ำท่าเทศบาลเมืองชัยภูมิ [4]

2.2 การพยากรณ์ (Forecasting)

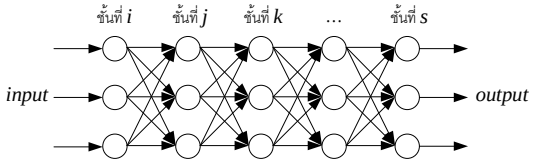
การพยากรณ์ [5] หมายถึง การคาดคะเนหรือการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยศึกษารูปแบบการเกิดของเหตุการณ์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้อย่างมีระบบ ซึ่งจะมีพื้นฐานการวางแผนระยะยาวในทุกๆ ด้าน การพยากรณ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อบุคคลและองค์กรในงานสาขาต่างๆ เพราะจะทำให้ทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์อย่างไรในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง ทำให้เกิดประโยชน์แก่บุคคลและองค์กรในการวางแผนสิ่งที่จำเป็นเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่ใช้ในวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ บางครั้งยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูล ก็จำเป็นต้องเก็บข้อมูลปฐมภูมิ แต่บางครั้งก็สามารถหาข้อมูลได้จากภายในองค์กรและ/หรือจากแหล่งภายนอก เพื่อใช้ในการตัดสินใจ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้มาควรเป็นข้อมูลที่แม่นยำ เชื่อถือได้ และทันเวลา

2.3 การทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล [2], [3], [6], [7], [8] เป็นการวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อค้นหารูปแบบหรือกฎที่ซ่อนอยู่ เพื่อนำความรู้ที่ค้นพบนั้นไปใช้เพื่อพัฒนาองค์กร การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ ปัจจุบันขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล มักยึดแนวทางการวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมที่เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ใช้ในงานธุรกิจ ที่มีชื่อว่า CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) [9] กระบวนการนี้เป็นการสร้างตัวแบบด้วยวงจรชีวิต 6 ขั้นตอน คือ (1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (2) การทำความเข้าใจข้อมูล (3) การเตรียมข้อมูลและคัดเลือกตัวแปร (4) การสร้างตัวแบบ (5) การประเมินผล (6) การนำไปใช้งาน แต่ละขั้นตอนอาจทำตามลำดับและสามารถกลับมาทำซ้ำ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างงานย่อย เป้าหมายของงาน และผลลัพธ์ความสำเร็จของแต่ละขั้นตอน

2.4 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ [10] เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นที่มีการเรียนรู้แบบมีผู้สอน ดังภาพ 3 ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ค่าน้ำหนักเส้นเชื่อมต่อโครงข่ายจะถูกกำหนดโดยการสุ่มโดยใช้ค่าน้อยๆ เมื่อได้รับข้อมูลฝึกสอนคู่หนึ่ง (Input-Output) จากชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ โครงข่ายประสาทเทียมจะทำการประมวลผลหาค่าผลลัพธ์ออกมา หลังจากนั้นค่าความผิดพลาดระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับผลลัพธ์ที่เป็นเป้าหมายจะถูกแพร่ย้อนกลับเข้ามาในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อใช้ในการปรับค่าน้ำหนักเส้นเชื่อมต่อโครงข่าย และข้อมูลคู่ถัดไปจากชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ก็จะถูกนำเข้าไปในโครงข่ายประสาทเทียม มีการคำนวณและปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักเส้นเชื่อมต่อซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ จนกระทั่งค่าความผิดพลาดโดยรวมลดน้อยลงต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้ ก็จะยุติกระบวนการทำซ้ำ และโครงสร้างรวมทั้งชุดค่าน้ำหนักก็จะเป็นตัวแบบที่จะใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ข้อดีของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ คือ ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่ความซับซ้อนซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นได้โดยเพิ่มปริมาณของข้อมูล รวมถึงพิจารณาข้อมูลในอดีตที่นำมาฝึกสอนซึ่งจะต้องมีข้อมูลมากพอและมีความถูกต้อง



ภาพที่ 3: โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

2.5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

การวิเคราะห์ตัวแปรโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Person Correlation Coefficient) [11] ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็น 1 หมายความว่า ตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันมากที่สุด ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็น 0 แสดงว่าได้ว่าตัวแปรคู่นั้นไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็น -1 แสดงว่าได้ว่าตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางตรงกันข้ามกัน

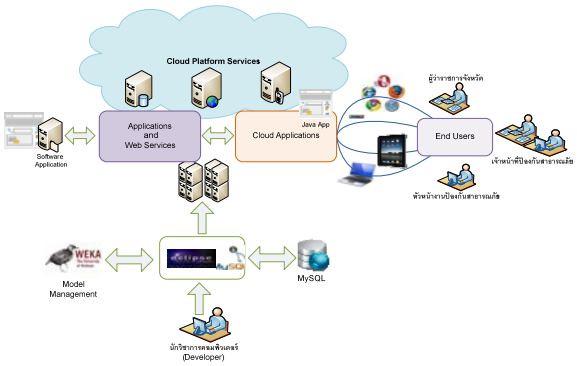
ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะให้ความหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยไม่ระบุเหตุและผล แต่ก็มีงานวิจัยที่นำวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาใช้ในการคัดเลือกตัวแปรที่สำคัญในการพยากรณ์ [12], [16], [17]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณน้ำ มีนักวิจัยได้เคยพัฒนางานในลักษณะใกล้เคียง ได้แก่ สุรชัย ลิปิวัฒนาการและคณะ [12] ได้ศึกษาหาจุดทำงานที่เหมาะที่สุดของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมล่วงหน้ารายชั่วโมง สำหรับสถานีวัดน้ำท่าซึ่งตั้งอยู่ที่สะพานนวรัตน์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ผลการศึกษาพบว่าโครงสร้างที่เหมาะที่สุด คือ โครงสร้างขนาด 9-12-1 ที่มีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.7 นอกจากนั้น ดวงเพ็ญ เจตน์พิพัฒนพงษ์ และรัชกฤช ธนพัฒนดล [13] ศึกษาเปรียบเทียบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำแม่ยมจังหวัดแพร่ ล่วงหน้า1 ถึง 4 วัน โดยโครงข่ายที่เหมาะสมในการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 1 , 2, 3 และ 4 วัน มีโครงสร้างเป็น1-20-30-12 1-30-40-12 1-40-40-12 และ 1-20-10-12 และมีความถูกต้องเป็น %79.71 %78.99 % 82.77 และ %77.37 ตามลำดับ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า เพื่อนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ระดับน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ในการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 1 วัน เพื่อการวางแผนและตัดสินใจในการเฝ้าระวังและประกาศเตือนภัยเพื่อลดความเสียหายจากภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิโดยการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า แนวความคิดในการนำตัวแบบไปใช้ในการพัฒนาระบบ ดังภาพ 4



ภาพ 4 กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบพยากรณ์ระดับน้ำ

3.1 การเตรียมข้อมูลและคัดเลือกตัวแปร

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ณ สถานีที่สำคัญที่ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำท่วมในเขตเทศบาลชัยภูมิ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าตามปีน้ำ พ.ศ. 2550-2554 จากสถานีวัดปริมาณน้ำท่า 5 สถานี และปริมาณน้ำฝน 8 สถานี ประกอบด้วยสถานี E.5, E.6C, E.21, E.23, E.32A ดังภาพ 1 และ ภาพ 2 [4] จำนวน 1,830 ระเบียน ทำการคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) และขจัดข้อมูลสูญหาย (Missing) ออกไปคงเหลือข้อมูล 1,824 ระเบียน จากนั้นทำการคัดเลือกตัวแปรด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทีละคู่ ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำที่สถานี E.5, E.6C, E.21, E.23, E.32A ตามระยะเวลาในการเดินทางของน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำต่างๆ ถึงเขตเทศบาลชัยภูมิ โดยการนำข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าเหล่านี้มาวางเรียงกันตามเวลาการเกิดน้ำท่าสำหรับแต่ละสถานีเพื่อเปรียบเทียบเวลาแตกต่างกัน (Lag time) กับสถานีวัดน้ำท่า E.6C จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ทำให้สามารถคัดเลือกตัวแปรได้ 15 ตัวแปร จากตัวแปรทั้งหมด 45 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 1 หลังจากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด เป็น ข้อมูลฝึกสอน จำนวน 1,092 ระเบียน และข้อมูลทดสอบ จำนวน 732 ระเบียน

ตารางที่ 1: ตัวแปรที่นำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ

ตัวแปร	คำอธิบาย
QE.6Ct-1	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าตาดโตน *(E.6C)* ล่วงหน้า 1 วัน
QE.6Ct-2	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าตาดโตน *(E.6C)* ล่วงหน้า 2 วัน
QE.6Ct-3	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าตาดโตน *(E.6C)* ล่วงหน้า 3 วัน
QE.5t-2	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านเขว้า *(E.5)* ล่วงหน้า 2 วัน
QE.5t-3	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านเขว้า *(E.5)* ล่วงหน้า 3 วัน
QE.5t-4	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านเขว้า *(E.5)* ล่วงหน้า 4 วัน
QE.5t-5	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านเขว้า *(E.5)* ล่วงหน้า 5 วัน
QE.21t-2	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านแก้งคร้อ *(E.21)* ล่วงหน้า 2 วัน
QE.21t-3	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านแก้งคร้อ *(E.21)* ล่วงหน้า 3 วัน
QE.23t-2	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านค่าย *(E.23)* ล่วงหน้า 2 วัน
QE.23t-3	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านค่าย *(E.23)* ล่วงหน้า 3 วัน
QE.23t-4	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านค่าย *(E.23)* ล่วงหน้า 4 วัน
QE.32At-1	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านหนองอ้อ *(E.32)* ล่วงหน้า 1 วัน
QE.32At-2	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านหนองอ้อ *(E.32)* ล่วงหน้า 2 วัน
QE.32At-3	ระดับน้ำสถานีวัดน้ำท่าบ้านหนองอ้อ *(E.32)* ล่วงหน้า 3 วัน

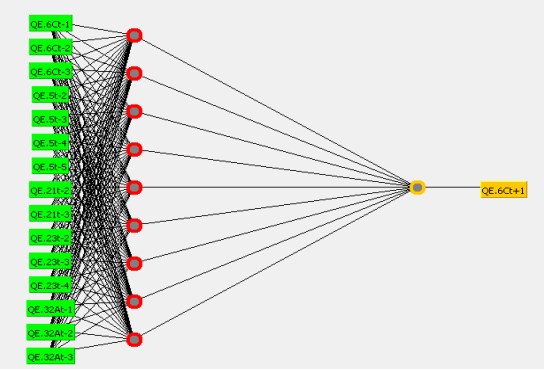
3.2 การสร้างตัวแบบพยากรณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ (Prediction Model) โดยใช้โปรแกรม WEKA เวอร์ชัน 3.6 [14] เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับที่มีโครงสร้างจำนวนโหนดชั้นนำเข้า 15 โหนด และ ชั้นผลลัพธ์ 1 โหนด (15: H: 1) ทดลองสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับด้วยข้อมูลฝึกสอน และทำการปรับเปลี่ยนจำนวนโหนดของชั้นซ่อน (Hidden layer) จาก 3 โหนดไปจนถึง 9 โหนด ปรับอัตราการเรียนรู้ (Leaning Rates) เป็น 0.1, 0.2, และ 0.3 และค่าโมเมนตัม (Momentum) เป็น 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6

3.3 การประเมินผล

ผู้วิจัยได้นำตัวแบบจากการสร้างตัวแบบมาประเมินผลด้วยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) [15] ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริงหากค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีค่าน้อย แสดงว่าตัวแบบสามารถพยากรณ์ค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง

ผลการทดลองตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยข้อมูลชุดฝึกสอน ตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ต่ำสุด เป็น 1.008 ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีชั้นซ่อน 3 โหนด ค่าอัตราการเรียนรู้ 0.2 และ ค่าโมเมนตัม (Momentum) เป็น 0.2 ดังดังภาพ 5 หลังจากนั้นได้ใช้ตัวแบบนี้เพื่อทดลองพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เป็น 1.361



ภาพที่ 5: โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

ตารางที่ 2: ผลทดลองของตัวแบบ BPNN ด้วยข้อมูลฝึกสอน

Model	Learning Rate (η)	Momentum (β)	MAE
15:3:1	0.1	0.2	1.1110
15:3:1	***0.2***	***0.2***	***1.0080***
15:3:1	0.3	0.2	1.0136
15:4:1	0.1	0.3	1.1325
15:4:1	0.2	0.3	1.0716
15:4:1	0.3	0.3	1.2190
15:5:1	0.1	0.4	1.1267
15:5:1	0.2	0.4	1.1468
15:5:1	0.3	0.4	1.3082
15:6:1	0.1	0.5	1.0726
15:6:1	0.2	0.5	1.3045
15:6:1	0.3	0.5	1.3220
15:7:1	0.1	0.6	1.0986
15:7:1	0.2	0.6	1.3700
15:7:1	0.3	0.6	1.3609
15:8:1	0.1	0.2	1.1398
15:8:1	0.2	0.2	1.0555
15:8:1	0.3	0.2	1.0568
15:9:1	0.1	0.3	1.1535
15:9:1	0.2	0.3	1.1939
15:9:1	0.3	0.3	1.2568

4. สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ระดับน้ำท่าในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิล่วงหน้า 1 วัน โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดปริมาณน้ำท่า 5 สถานี และปริมาณน้ำฝน 8 สถานี จำนวน 1,824 ระเบียน ทำการคัดเลือกตัวแปรด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทีละคู่ ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำที่สถานี E.5, E.6C, E.21, E.23, E.32A ตามระยะเวลาในการเดินทางของน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำต่างๆ ถึงในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ ได้ตัวแปรนำเข้า 15 ตัวแปร สร้างตัวแบบโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ และประเมินผลประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ผลการทดลองได้ตัวแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับที่มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เมื่อทดลองด้วยข้อมูลฝึกสอน และ ข้อมูลทดสอบ เป็น 1.008 และ 1.361

5. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สร้างตัวแบบการพยากรณ์ระดับน้ำท่าในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับเพียงอย่างเดียวโดยมีข้อจำกัดที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ เพียงจำนวน 1,824 ระเบียน หากผู้สนใจศึกษาใน

งานวิจัยลักษณะนี้ ควรให้เวลากับการเก็บข้อมูลปฐมภูมิที่ครบถ้วนและจำนวนมากกว่านี้ นอกจากนั้นยังอาจทดลองเปรียบเทียบกับตัวแบบวิธีอื่นหรือการพยากรณ์โดยเทคนิคทางอุทกศาสตร์

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดชัยภูมิ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลและคำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] วัชรินทร์ ตันติสันต์, “อุทกภัยกับความเสียหายทางเศรษฐกิจ”, *วารสารการงบประมาณ* ปีที่ 8 ฉบับที่ 25 ตุลาคม-ธันวาคม 2554 หน้า 23-37.

[2] ชนวัฒน์ ศรีสอ้าน, *ฐานข้อมูล คลังข้อมูลและเหมืองข้อมูล,* พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.

[3] Tan, P., Steinbach, M., & Kumar, *Introduction to data mining*, Boston: Pearson Education, 2006.

[4] กรมชลประทาน, “รายงานฉบับสมบูรณ์ เล่ม1: การศึกษาแผนพัฒนาลุ่มน้ำที่เกี่ยวกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำชีตอนบน จังหวัดชัยภูมิ”, 2554.

[5] ทรงศิริ แต้สมบัติ, *การพยากรณ์เชิงปริมาณ* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

[6] David L.Olson and Dursun Delen, *Advanced Data Mining and Techniques. (Third Edition), USA: Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2008.

[7] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan, *Database System Concepts. (Fifth Edition),* New York: McGraw-Hill Higher Education, 2006.

[8] Jiawei Han, Micheline Kamber, and Jian Pei, *Data Mining Concepts and Techniques. (Third Edition),* Waltham: Elsevier Inc, 2012.

[9] Business Analytics Software, *CRISP-DM 1.0 Step-by-step Data Mining Guide, Technical report*, IBM Corporation 2010.

[10] ดาริกา เรือนคำ, “การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์ในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมแขนจับยึดหัวอ่านในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ” ,*วิทยานิพนธ์* ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,2552.

[11] กัลยา วานิชย์บัญชา, *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร.*พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[12] สุรชัย ลิปิวัฒนาการ, สุประภาพ พัฒน์สิงหเสนีย์ และ นุชนารถ ศรีวงศิตา, “แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับที่เหมาะที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วม สำหรับแม่น้ำปิง”, *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ* ครั้งที่ 9 19-21 พฤษภาคม 2547.

[13] ดวงเพ็ญ เจตน์พิพัฒนพงษ์ และรัชกฤช ธนพัฒนดล, “การศึกษาเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนคำตอบของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำแม่น้ำยม จังหวัดแพร่”, *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม* ปีที่ 6 เล่มที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2553 หน้า 35-53.

[14] Remco R, Bouckaert. *WEKA Manual for Version 3-6-1*. New Zealand: University of Waikato, 2010.

[15] มนตรี พิริยะกุล, *เทคนิคการพยากรณ์ขั้นสูง,* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2546.

[16] นลินี จำนงค์พล “การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์”, *วิทยานิพนธ์* ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต, 2554.

[17] จักรฤทธิ์ ตรีนาจ และ ทวีศักดิ์ วังไพศาล, “การพยากรณ์ระดับน้ำหลากที่สถานีวัดระดับน้ำ M.7 โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม” *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2* 4-5 กันยายน 2555.

การวิเคราะห์กลุ่มอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงโรคเบาหวานด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
Food Cluster Analysis To Avoid Diabetes by Using Data Mining Technique

อุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน (Ureerat Suksawatchon)[1] และจักริน สุขสวัสดิ์ชน (Jakkarin Suksawatchon)[2]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
[1]ureerat.w@gmail.com, [2]jakkaman@gmail.com

บทคัดย่อ

โรคเบาหวานเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ แต่สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดโรคได้ด้วยการควบคุมอาหารหรือที่เรียกว่า โภชนาการบำบัด โดยเฉพาะอาหารที่มีน้ำตาลมากและไขมันสูง ดังนั้นผู้ที่ต้องการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดโรคเบาหวานจำเป็นต้องทราบว่าอาหารที่ต้องการรับประทานนั้นสามารถรับประทานได้หรือไม่ ด้วยสาเหตุดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่มอาหารด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีปรับปรุงการกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น และใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบตัดคำนวณจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม ข้อมูลอาหารที่ใช้ในการจัดกลุ่มอาหารนั้นพิจารณาจากปริมาณของสารอาหารที่มีผลต่อโรคเบาหวานรวมทั้งแปดชนิด ผลการจัดกลุ่มถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้วยการตอบแบบสอบถาม พบว่าค่าระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.67 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนนซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการจัดกลุ่มเป็นที่น่าพึงพอใจ

คำสำคัญ: โรคเบาหวาน การวิเคราะห์กลุ่มอาหาร การจัดกลุ่ม

Abstract

Diabetes is a chronic illness that can avoid to be the diabetes by diet or nutrition therapy. Especially, foods are high with fat and sugar. Therefore, the person who wants to prevent diabetes need to know which foods can eat or cannot eat. This means that foods should be categorized. So, in this study we propose the clustering analysis to categorize foods by using k-means algorithm along with the improvement the cluster center initialization. Moreover, this research uses trimmed mean to compute the new cluster centers -- one of the steps in k-means algorithm, instead of using arithmetic mean. Food data used in this study are based on the eight significant nutrients for diabetic patient. Besides, the clustering results are evaluated by the nutritionists. The result from the questionnaires is 3.67 score which is above the fairly good score. It shows that this clustering results are quite satisfied.

Keyword: Diabetes, Food Cluster Analysis, Clustering

1. บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคที่เกิดจากระดับน้ำตาลในเลือดสูงผิดปกติ ซึ่งเกิดจากการที่ร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้ได้ ถ้าคนที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานไม่ดูแลตัวเอง ไม่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ดีก็จะก่อให้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนอื่น ๆ ตามมา ผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่มักไม่ค่อยใส่ใจกับเรื่องการควบคุมอาหาร โดยคิดว่าแค่รับประทานยาตามแพทย์สั่งก็สามารถหายได้ แต่เนื่องจากโรคเบาหวานเป็นโรคที่ไม่อาจรักษาให้หายขาด ผู้ที่ต้องการควบคุมโรคเบาหวานจึงต้องควบคุมอาหารในการกินแต่ละวัน โดยผู้ป่วยจะต้องได้รับอาหารให้ครบทุกหมู่ในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม

สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้คนในปัจจุบันเป็นโรคเบาหวานมากขึ้น คือคนส่วนใหญ่ไม่มีการควบคุมการรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับตนเอง ทำให้มีการรับประทานอาหารบางอย่างที่มากเกินความจำเป็นที่ร่างกายต้องการได้รับในแต่ละวัน ทำให้มีไขมันสะสมในเซลล์มากซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของอินซูลิน จึงเป็นสาเหตุให้มีโอกาสเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานได้ง่าย ดังนั้นเพื่อให้ทราบว่าอาหารที่ต้องการจะรับประทานนั้นสามารถรับประทานได้แค่ไหน เพื่อไม่ให้เกิดโรคเบาหวาน เราจึงจำเป็นต้องทราบว่า “อาหารนั้นจัดอยู่ในประเภทหรือกลุ่มใด”

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้ “การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล” มาใช้ในการแบ่งอาหารออกเป็นกลุ่มตามลักษณะความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันของสารอาหาร ซึ่งผลการจัดกลุ่มอาหารทำให้ทราบว่าอาหารที่มีสารอาหารใกล้เคียงกันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นจึงนำกลุ่มอาหารที่จัดกลุ่มไว้แล้วมาวิเคราะห์ลักษณะเด่นของอาหารแต่ละกลุ่มต่อไป ซึ่งจะทำให้ทราบว่ากลุ่มอาหารใดมีผลกระทบหรือความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีหลายงานวิจัยที่นำการจัดกลุ่มข้อมูลเข้ามาช่วยในการแบ่งประเภทหรือจัดกลุ่มอาหาร อาทิเช่น งานวิจัยของ Li และคณะ [1] ที่นำเสนอโครงสร้างออนโทโลยีร่วมกับการจัดกลุ่มแบบมีลำดับชั้น (Hierarchical Clustering Algorithm) และในงานวิจัยนี้ได้จัดกลุ่มของอาหารออกเป็น 3 กลุ่ม โดยจำนวนกลุ่มนี้คณะผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดเอง ได้แก่ กลุ่มที่มีระดับของสารอาหารต่ำ ปานกลาง และสูง ซึ่งผลของการจัดกลุ่มในงานวิจัยนี้พบว่ายังไม่สามารถจัดกลุ่มอาหารได้ครอบคลุมและยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง สาเหตุประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากการกำหนดจำนวนกลุ่มที่ยังไม่เหมาะสม เนื่องจากใช้คนในการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Phanich และคณะ [2] งานวิจัยนี้นำเสนอระบบแนะนำอาหาร โดยภายในระบบนี้ได้นำขั้นตอนการจัดรูปแบบด้วยตัวเอง (Self-Organizing Map) ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ มาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลอาหาร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มอาหารออกเป็น 19 กลุ่มด้วยกัน แต่เมื่อพิจารณาลักษณะเด่นในแต่ละกลุ่มพบว่าบางกลุ่มมีลักษณะเด่นที่เหมือนกันและสามารถรวมกลุ่มกันได้ นอกจากนี้สองวิธีการดังกล่าวยังมีข้อด้อยอยู่หลายประการคือ (1) การสุ่มค่ากลางหรือจุดศูนย์กลางเริ่มต้นของแต่ละกลุ่ม หากแต่ละครั้งสุ่มจุดศูนย์กลางเริ่มต้นที่ไม่เหมือนกัน ก็จะทำให้ได้ผลการจัดกลุ่มที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นคำถามคือผลการจัดกลุ่มในครั้งใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ (2) การจัดกลุ่มแบบเคมีนส์นั้นนิยมใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบเลขคณิตในการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ ซึ่งเป็นการนำข้อมูลทุกตัวมาหาค่าเฉลี่ย ดังนั้นหากข้อมูลมีค่าที่ผิดปกติไปจากกลุ่มหรือมีความแตกต่างกันมาก จะทำให้จุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ที่คำนวณคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นก่อนที่จะคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ควรตัดข้อมูลที่ผิดปกติออกไปเสียก่อน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นแก้ปัญหาในสองประเด็นดังกล่าว โดยการนำแนวคิดการประยุกต์ใช้ส่วนหนึ่งของขั้นตอนวิธีการแบบเคมีดอยด์ (K-mediods Algorithm) มาแก้ไขปัญหาการกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้น ร่วมกับขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ และใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบตัด (Trimmed Mean) ในการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์

ขั้นตอนวิธีการแบบเคมีนส์ [3] จัดเป็นขั้นตอนวิธีแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Training) และถือว่าเป็นวิธีการจัดกลุ่มที่ง่ายที่สุด เนื่องจากเป็นการจัดกลุ่มที่อาศัยลักษณะความคล้ายคลึงกันของข้อมูล โดยการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลและจุดศูนย์กลาง สำหรับมาตรวัดที่ใช้ในการวัดสำหรับเทคนิคการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการแบบเคมีนส์ ในที่นี้จะใช้มาตรวัดยูคลิด (Euclidean Metric) ขั้นตอนวิธีการแบบเคมีนส์เริ่มต้นจากการสุ่มจุดศูนย์กลางเริ่มต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลางกลุ่ม เพื่อที่จะตัดสินใจว่าข้อมูลนั้นควรอยู่ในกลุ่มใด ทำซ้ำขั้นตอนนี้ไปจนกว่าข้อมูลทุกตัวถูกจัดกลุ่ม จากนั้นคำนวณจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มใหม่ และทำการวัดระยะห่างและจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ จนกว่าจุดศูนย์กลางจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.2 การหาค่าเฉลี่ยแบบตัด (Trimmed Mean)

การหาค่าเฉลี่ยแบบตัดเป็นการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางอย่างหนึ่ง โดยทั่วไปการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตอาจจะมีความคลาดเคลื่อนไป ถ้าหากข้อมูลมีค่าที่ผิดปกติไปจากกลุ่ม ดังนั้นหากข้อมูลมีค่าผิดปกติแล้ว ควรจะตัดข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออกไปเสียก่อน จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

การหาค่าเฉลี่ยแบบตัด [4] สามารถคำนวณได้โดยการเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วลบข้อมูลที่น้อยที่สุดและมากที่สุดออก จากนั้นนำข้อมูลที่เหลือมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต จำนวนของข้อมูลที่จะตัดลบออกนั้นจะมีประมาณ 5% จนถึง 25% ของข้อมูลทั้งหมด

3. วิธีการที่นำเสนอ

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคนิคการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีปรับปรุงการกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น ร่วมกับการหาค่าเฉลี่ยแบบตัดมาคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ โดยภาพการทำงานโดยรวมเป็นดังภาพที่ 1

3.1 ลักษณะข้อมูลนำเข้า

การเก็บรวบรวมข้อมูลอาหารจะถูกรวบรวมจากหนังสือรายการอาหารทั่วไปที่มีการคำนวณสารอาหารแต่ประเภทเอาไว้แล้ว ตามข้อกำหนดของกองโภชนาการที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ ซึ่งจะมีสารอาหารทั้งหมด 18 ชนิด แต่จะมีเพียง 8 ชนิดเท่านั้นที่สำคัญต่อโรคเบาหวาน [2] ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ไฟเบอร์หรือใยอาหาร ไขมัน โปรตีน วิตามินอี วิตามินซี และไทอามีน (Thiamine) รวมทั้งสิ้น 509 รายการ ดังตัวอย่างตารางที่ 1

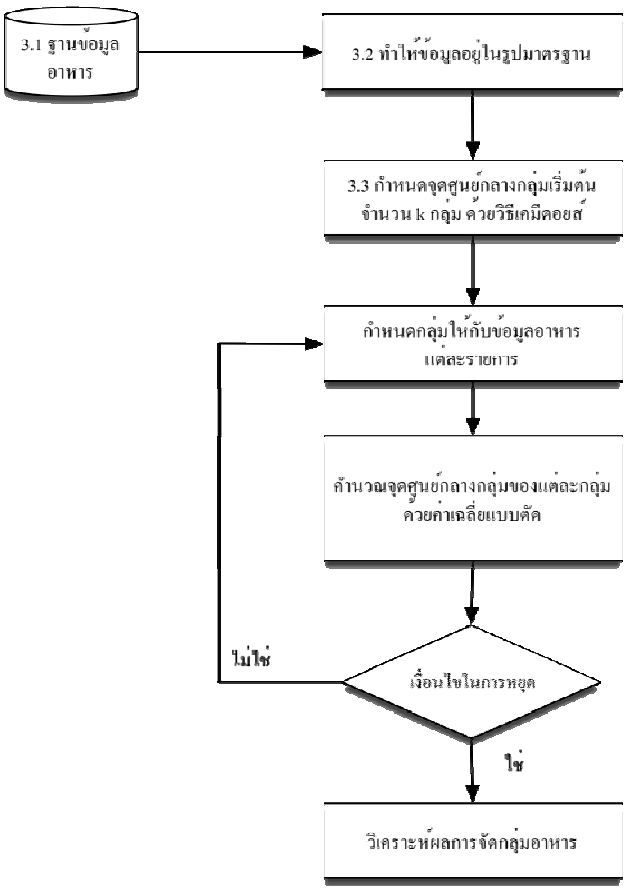
ตารางที่ 1: ตัวอย่างข้อมูลอาหาร

รหัสอาหาร	พลังงาน	คาร์โบไฮเดรต	ไฟเบอร์	ไขมัน	โปรตีน	วิตามินอี	วิตามินซี	ไทอามีน
A001	246.50	86.50	0.00	22.50	37.30	0.00	0.00	0.00
A002	102.26	51.40	0.00	11.25	37.03	0.00	0.00	0.00
A003	154.70	14.02	0.00	5.70	12.02	0.00	0.00	0.00
A004	211.80	28.52	0.00	8.05	8.57	0.00	0.00	0.00
A005	131.00	9.40	0.30	7.40	6.60	0.00	0.00	0.12
A006	112.00	15.20	0.40	4.10	3.50	0.00	1.00	0.07
A007	239.00	24.30	0.60	12.30	7.70	0.00	1.00	0.07
A008	243.00	44.20	0.00	6.10	2.90	0.00	1.00	0.00
A009	227.00	21.20	0.40	12.20	8.20	0.00	1.00	0.08
A010	72.00	9.20	0.20	2.70	2.80	0.00	1.00	0.03

3.2 การทำให้อยู่ในรูปมาตรฐาน (Data Normalization)

จากตัวอย่างข้อมูลในรูปที่ 2 สังเกตได้ว่าข้อมูลมีขอบเขตที่แตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบแต่ละสารอาหาร เช่น A001 มีคาร์โบไฮเดรต 86 กรัม ไฟเบอร์ 0.3 กรัม เพื่อป้องกันไม่ให้สารอาหารใดสารอาหารหนึ่งมีความโดดเด่นกว่าสารอาหารอื่นจึงควรปรับข้อมูลอาหารให้มีสารอาหารอยู่ในช่วงเดียวกันคือ [0, 1] โดยมีกระบวนการดังนี้

จากตารางที่ 1 หาค่าที่มากที่สุด และหาค่าที่น้อยที่สุดของแต่ละสารอาหารดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้



ภาพที่ 1 : ภาพรวมการทำงานทั้งหมด

ตารางที่ 2: ค่าที่มากที่สุด และค่าที่น้อยที่สุดของแต่ละสารอาหาร

	พลังงาน	คาร์โบไฮเดรต	ไฟเบอร์	ไขมัน	โปรตีน	วิตามินอี	วิตามินซี	ไทอามีน
X_{max}	931.70	191.25	14.00	64.04	87.50	2.21	187.00	6.00
X_{min}	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จากนั้นใช้สมการที่ (1) เพื่อปรับค่าของข้อมูล

$$X_{new} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

โดยที่

X แทน ค่าของข้อมูลก่อนการปรับ

X_{new} แทน ค่าของข้อมูลหลังการปรับ

$X_{\max}$ แทน ค่าของข้อมูลที่มากที่สุดของสารอาหารนั้น ๆ

$X_{\min}$ แทน ค่าของข้อมูลที่น้อยที่สุดของสารอาหารนั้น ๆ

ผลการปรับขอบเขตข้อมูลแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลหลังการปรับสเกล

รหัสอาหาร	พลังงาน	คาร์โบไฮเดรต	ไฟเบอร์	ไขมัน	โปรตีน	วิตามินอี	วิตามินซี	ไทอามีน
A001	0.2592	0.4523	0	0.3513	0.4263	0	0	0
A002	0.1032	0.2688	0	0.1757	0.4232	0	0	0
A003	0.1599	0.0733	0	0.089	0.1374	0	0	0
A004	0.2216	0.1491	0	0.1257	0.0979	0	0	0
A005	0.1343	0.0492	0.0214	0.1156	0.0754	0	0	0.02
A006	0.1137	0.0795	0.0286	0.064	0.04	0	0.0053	0.0117
A007	0.2511	0.1271	0.0429	0.1921	0.088	0	0.0053	0.0117
A008	0.2554	0.2311	0	0.0953	0.0331	0	0.0053	0
A009	0.2381	0.1108	0.0286	0.1905	0.0937	0	0.0053	0.0133
A010	0.0705	0.0481	0.0143	0.0422	0.032	0	0.0053	0.05

3.3 การกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้น

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ คือการกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มตามจำนวนกลุ่มที่ต้องกำหนดไว้ วิธีการเดิมของการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์นั้น จะใช้วิธีการสุ่มจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นให้กับทุกกลุ่ม ซึ่งในบางครั้งจะมีจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นบางตัวที่ได้จากการสุ่มนั้นอาจจะไปตกในบริเวณที่ห่างจากกลุ่มข้อมูลหรือห่างจากจุดศูนย์กลางกลุ่มตัวอื่นๆ มาก ทำให้จุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นของกลุ่มดังกล่าวนั้น ไม่มีโอกาสที่จะเป็นผู้ชนะเลย และจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นก็ไม่สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้ จึงเรียกจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นของกลุ่มดังกล่าวนี้ว่า “Dead Unit”

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ส่วนหนึ่งในขั้นตอนของเคมีดอยด์ [5] มาทำการกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นโดย “ไม่ใช้วิธีการสุ่ม” ด้วยการกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นของกลุ่มจากจุดข้อมูลที่มีความหนาแน่นกับจุดข้อมูลอื่นๆมากที่สุดหรือมีระยะห่างกับจุดข้อมูลอื่นๆน้อยที่สุด ขั้นตอนในการจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวัดระยะห่างระหว่างจุดของข้อมูลแต่ละจุด (ในที่นี้หมายถึงการวัดระยะห่างระหว่างรายการอาหารแต่ละรายการ) d_{ij} โดยใช้มาตรวัดแบบยูคลิด

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่า p_{ij} ดังสมการที่ 2

$$p_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{l=1}^{n} d_{ij}} \qquad (2)$$

โดยที่ p_{ij} คือค่าอัตราส่วนของระยะห่างระหว่างรายการอาหารที่ i กับรายการอาหาร j

d_{ij} คือค่าระยะห่างระหว่างระหว่างรายการอาหารที่ i กับรายการอาหาร j

n คือจำนวนรายการอาหารทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าผลรวมของอัตราส่วนจากค่าระยะห่างของรายการอาหารแต่ละรายการ โดยใช้สมการที่ 3

$$medoid_j = \sum_{i=1}^{n} p_{ij} \qquad (3)$$

โดยที่ $medoid_j$ คือผลรวมของค่าอัตราส่วนของระยะทางรวมระหว่างรายการอาหารที่ i กับรายการอาหารรายการอื่น ๆ ทั้งหมด

เมื่อคำนวณค่า $medoid_j$ ของรายการอาหารแต่ละรายการครบแล้ว จากนั้นเรียงลำดับค่าที่ได้จากน้อยไปหามาก แล้วเลือก “จุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้น” จากรายการอาหารที่มีค่า $medoid_j$ น้อยที่สุดตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการ จากนั้นจึงจัดกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนส์แบบปกติต่อไป แต่ในขั้นตอนการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ ในงานวิจัยนี้ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยแบบตัดแทนการคำนวณค่าเฉลี่ยแบบเดิม ทั้งนี้เนื่องจากการคำนวณค่าเฉลี่ยแบบเดิมเป็นการคำนวณจากข้อมูลทุกตัว แต่หากข้อมูลมีค่าผิดปกติจะมีผลทำให้ได้ค่าเฉลี่ยที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงควรตัดข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออกไปเสียก่อน จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

4. การกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ ผลรวมของค่าผิดพลาดยกกำลังสอง (Sum of Squared Errors หรือ SSE) ในการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม ระหว่างวิธีการที่ 1) ขั้นตอนวิธีการแบบเคมีนส์ร่วมกับการคำนวณค่าเฉลี่ยแบบตัด กับ วิธีการที่ 2) ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ (การจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีปรับปรุงการกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น ร่วมกับการหาค่าเฉลี่ยแบบตัดมาคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่) โดยทดลองตั้งแต่จำนวนกลุ่มเท่ากับ 2 ถึง 25 และจำนวนของข้อมูลที่จะตัดออกตั้งแต่ 5% ถึง 25%

หลังจากทำการทดลอง ผลปรากฏว่าวิธีการที่ 1) ให้ค่าผลรวมของค่าผิดพลาดยกกำลังสอง ที่ดีที่สุดคือ 107.9660 ที่จำนวนกลุ่ม 10 กลุ่ม และจำนวนของข้อมูลที่ตัดออก 15% ส่วนวิธีการที่ 2) คือขั้นตอนวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ให้ค่าผลรวมของค่าผิดพลาดยกกำลังสอง ที่ดีที่สุดคือ 74.5861 ที่จำนวนกลุ่ม 11 กลุ่ม และจำนวนของข้อมูลที่ตัดออก 15% ดังนั้นวิธีการที่นำเสนอจึงให้ค่าผิดพลาดที่น้อยกว่า

5. ขั้นตอนวิเคราะห์ผลการจัดกลุ่ม

จากหัวข้อที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมคือ 11 กลุ่ม จากนั้นในการวิเคราะห์ว่าแต่ละกลุ่มอาหารมีลักษณะเด่นของสารอาหารประเภทใด งานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับของสารอาหารออกเป็น 3 ช่วงได้แก่ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ดังตารางที่ 4 โดยแต่ละช่วงพิจารณาจากสารอาหารที่มีค่ามากที่สุดและที่มีค่าน้อยที่สุดของตัวแทนหรือจุดศูนย์กลางกลุ่มทุกกลุ่ม หลังจากนั้นข้อมูลสารอาหารของจุดศูนย์กลางกลุ่มแต่ละกลุ่มจะถูกเปลี่ยนระดับของสารอาหารตามช่วงที่กำหนดไว้ของแต่ละสารอาหาร ผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 : การแบ่งช่วงของแต่ละสารอาหาร

	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
พลังงาน	[59.7244-117.2373]	(117.2373-174.7502]	(174.7502-232.2631]
คาร์โบไฮเดรต	[4.2985-12.0661]	(12.0661-19.8339]	(19.8339-27.6015]
ไฟเบอร์	[0.0000-0.7364]	(0.7364-1.4727]	(1.4727-2.2091]
ไขมัน	[0.7697-6.1144]	(6.1144-11.4591]	(11.4591-16.8038]
โปรตีน	[1.9208-10.8489]	(10.8489-19.7770]	(19.7770-28.7052]
วิตามินอี	[0.0000-0.0050]	(0.0050-0.0100]	(0.0100-0.0150]
วิตามินซี	[0.0000-4.1685]	(4.1685-8.3370]	(8.3370-12.5054]
ไทอามีน	[0.0000-0.0105]	(0.0105-0.0210]	(0.0210-0.0314]

ตารางที่ 5 : ข้อมูลสารอาหารของจุดศูนย์กลางกลุ่มแต่ละกลุ่ม

	พลังงาน	คาร์โบไฮเดรต	ไฟเบอร์	ไขมัน	โปรตีน	วิตามินอี	วิตามินซี	ไทอามีน
กลุ่มที่ 1	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 2	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 3	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 4	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ
กลุ่มที่ 5	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 6	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 7	สูง	สูง	สูง	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 8	สูง	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 9	สูง	สูง	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
กลุ่มที่ 10	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง
กลุ่มที่ 11	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง

6. ผลการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์กลุ่มอาหารทั้ง 11 กลุ่ม งานวิจัยนี้ได้อ้างอิงข้อมูลโภชนาการอาหารจากกองโภชนาการ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : เป็นอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง หรือบริโภคแต่น้อย โดยเฉพาะผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานไม่ควรที่จะรับประทาน เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตสูง ซึ่งมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 2 : เป็นอาหารที่รับประทานได้แต่ต้องจำกัดปริมาณ ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถที่จะรับประทานได้แต่ต้องจำกัดปริมาณ หรือบริโภคแต่น้อย เนื่องจากมีไขมันสูง และโปรตีนสูง ซึ่งอาจจะทำให้ระดับไขมันในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 3 : เป็นอาหารที่รับประทานได้ ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถรับประทานได้ปกติ เนื่องจากกลุ่มนี้มีโปรตีนค่อนข้างสูง ซึ่งโปรตีนนอกจากช่วยในการเสริมสร้าง และซ่อมแซม ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ยังจะช่วยชลอระดับน้ำตาลในเลือดได้

กลุ่มที่ 4 : เป็นอาหารที่รับประทานได้ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่สารอาหารต่างๆ ค่อนข้างต่ำมาก ดังนั้นผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถรับประทานได้ตามปกติ

กลุ่มที่ 5 : เป็นอาหารที่รับประทานได้ ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถที่จะรับประทานได้ เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำ แต่ควรรับประทานในปริมาณที่พอเหมาะ เนื่องจากกลุ่มนี้มีโปรตีนค่อนข้างสูง ซึ่งอาจจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 6 : เป็นอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง หรือบริโภคแต่น้อย ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานไม่ควรที่จะรับประทาน เนื่องจากมีไขมันสูง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 7 : เป็นอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง หรือบริโภคแต่น้อย ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานไม่ควรที่จะรับประทาน เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตสูง ไขมันสูง โปรตีนสูง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้ แต่มีใยอาหารสูง ซึ่งอาจจะช่วยชะลอการเพิ่มของระดับน้ำตาลในเลือดได้

กลุ่มที่ 8 : เป็นอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง หรือบริโภคแต่น้อย ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานไม่ควรที่จะรับประทาน เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตสูง ไขมันสูง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 9 : เป็นอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง หรือบริโภคแต่น้อย ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานไม่ควรที่จะรับประทาน เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตสูง ไขมันสูง โปรตีนสูง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้

กลุ่มที่ 10 : เป็นอาหารที่รับประทานได้ ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถได้ เนื่องจากกลุ่มนี้มีไทอะมีนสูง ช่วยในการเผาผลาญกลูโคสให้เป็นพลังงาน และมีประโยชน์สำหรับโรคเบาหวาน

กลุ่มที่ 11 : เป็นอาหารที่รับประทานได้แต่ต้องจำกัดปริมาณ ผู้ที่ต้องการควบคุมเบาหวานสามารถรับประทานได้แต่ต้องจำกัดปริมาณ หรือบริโภคแต่น้อย เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตสูง

ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นได้ แต่มีใยอาหารสูง วิตามินซีสูง และไทอามีนสูง อาจจะช่วยชะลอการเพิ่มของระดับน้ำตาลในเลือด

7. การประเมินผลการจัดกลุ่ม

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินผลการจัดกลุ่มอาหารระบบโดยให้นักโภชนากรซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโภชนาการประเมินผลผ่านการตอบแบบสอบถาม โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าคะแนนระดับความพึงพอใจตั้งแต่ 1 ถึง 5 ผลการประเมินแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 : แบบประเมินความพึงพอใจผลการจัดกลุ่ม

หัวข้อประเมิน		ค่าระดับคะแนน
1	ความถูกต้องของผลลัพธ์	3.5
2	ความพึงพอใจในผลลัพธ์	4
3	ความน่าเชื่อถือ	3.5
	ค่าคะแนนโดยเฉลี่ย	**3.67**
ค่าระดับคะแนน : 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ไม่ดี ต้องปรับปรุง		

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าค่าระดับคะแนนโดยภาพรวมอยู่ที่ 3.67 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนนซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี และมีหัวข้อความพึงพอใจในผลลัพธ์อยู่ที่คะแนน 4 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนหัวข้อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่มีคะแนนในระดับกลาง

8. สรุป

การควบคุมอาหารเป็นกุญแจที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน รวมไปถึงผู้ที่เสี่ยงหรือหลีกเลี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน ดังนั้นสิ่งที่สำคัญคือเราจำเป็นต้องทราบว่าอาหารที่จะรับประทานนั้นจัดอยู่ประเภทใด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะจัดกลุ่มหรือแบ่งหมวดหมู่ของอาหาร โดยการนำเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ โดยใช้ส่วนเริ่มต้นของขั้นตอนวิธีการแบบเคมีดอยด์มาเป็นตัวกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น และใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยแบบตัดในการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ของขั้นตอนวิธีการแบบเคมีนส์ ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้สามารถแบ่งกลุ่มอาหารออกเป็น 11 กลุ่มด้วยกัน โดยกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 10 เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการป้องกันตนเองไม่เป็นโรคเบาหวาน ส่วนกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 11 เป็นกลุ่มที่สามารถรับประทานได้ในปริมาณที่พอเหมาะ กลุ่มอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง คือ กลุ่มที่1 กลุ่มที่ 6 กลุ่มที่ 7 กลุ่มที่ 8 และกลุ่มที่ 9 เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีสารอาหารที่พึงต้องระวังที่ก่อให้เกิดโรคเบาหวานได้

9. กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนทุนวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2555 และขอขอบคุณนางสาวสุมาลี อิสริโยดม นิสิตปริญญาตรี ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] H. C. Li and W. M. Ko, “Automated Food Ontology Construction Mechanism for Diabetes Diet Care,” *Proc. 6th Int’l Conf. Machine Learning and Cybernetics* , pp. 2953-2957, 2007.

[2] M. Li, P. Pholkul and S. Phimoltares, “Food Recommendation System Using Clustering Analysis for Diabetic Patients,” *2010 Int’l Conf. on Information Science and Applications* , pp. 1-8, 2010.

[3] A. K. Jain, M.N. Murty and P.J. Flynn, “Data clustering: A review”, *ACM Comput. Surveys*, 31: 264-323, 1999..

[4] H. S. Park, J.S. Lee and C.H. Jun, 2006, “A K-meanslike algorithm for K-medoids clustering and its performance,” http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi= 10.1.1.90.7981&rep=rep1&type=pdf

[5] ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. Trimmed Means. [ออนไลน์]. http://www.watpon.com/Elearning/stat11.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 14 มกราคม 2556).

ระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

An Online e-Office Helpdesk System: A Case Study of Suan Sunandha Rajabhat University

วราภรณ์ นราประเสริฐวงศ์ (Waraporn Naraprasertwong) [1]
และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร(Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]*fuji_sizzler@hotmail.com,* [2]*nalinpatp@kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อรวบรวมปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้นและเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สามารถสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำวิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลักมาใช้ โดยการสืบค้นวิธีแก้ไขปัญหาในอดีตมาเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น จากนั้นวิธีการแก้ไขปัญหาจะถูกนำไปเรียนรู้และปรับปรุงฐานกรณี เพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาใหม่ที่จะสามารถนำไปใช้สำหรับการสืบค้นครั้งต่อไป ในการพัฒนาส่วนการค้นคืนปัญหา ผู้วิจัยใช้ทฤษฎี Vector Space Model ในการเปรียบเทียบความคล้ายกันของปัญหาที่สืบค้น จากนั้นแสดงผลลัพธ์จัดเรียงด้วยค่าความคล้าย ผลการทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลของระบบได้ค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.82 ค่าความครบถ้วน (Recall) เท่ากับ 0.66 และ ค่า F-Measure เท่ากับ 0.73 จึงสรุปได้ว่าระบบสามารถใช้งานได้ในระดับดี ส่วนการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบ ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คนและผู้ใช้งานทั่วไป 15 คน ด้วยแบบประเมิน 5 ระดับ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51) และผลประเมินของผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49)

คำสำคัญ: ระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ การให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก ความคล้ายคลึง เวคเตอร์สเปสโมเดล

Abtract

This paper presents an online e-office helpdesk systems for Suan Sunandha Rajabhat University. It is aimed at providing users with e-office problem solutions. The proposed system is based on case-based reasoning by searching the solutions of similar past solutions and then using them as suggested solutions for new problems. After that, these suggested solutions are learned and updated in the case-based reasoning model. Moreover, vector space model is used to compare problem similarities and retrieve the results as an ordered list of descending similarity values. The retrieval evaluation results reveal the values of precision, recall, and f-measure of 0.82, 0.66, and 0.73 respectively. Furthermore, the five-point Likert scales were used to evaluate satisfaction from 5 experts and 15 users. The results reveal that the experts were satisfied (the mean value of 4.43 and S.D. value of 0.51); while the users were greatly satisfied (the mean value of 4.55 and S.D. value of 0.49). Overall, this shows that the proposed system can be used effectively.

Keyword: e-Office, Case-Based Reasoning, Similarity, Vector Space Model

1. บทนำ

ปัจจุบันสถาบันการศึกษามีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการสนับสนุนการปฏิบัติงานในองค์กรเป็นจำนวนมาก ซึ่งการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงานนั้น ย่อมส่งผลให้เกิดปัญหาในด้านการปฏิบัติงานได้ ซึ่งมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาเป็นสถาบันการศึกษาแห่งหนึ่งที่มีการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน เช่น ระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-Office) ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานระบบที่ผู้ใช้งานไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือการใช้งานระบบไม่ถูกต้อง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่หลักเป็นผู้ให้บริการ แนะนำ ให้คำปรึกษา และแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบ e-Office แก่บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนจะให้บริการในรูปแบบการสอบถามผ่านโทรศัพท์และอีเมล์ จึงทำให้มีจำนวนปัญหาที่ถูกสอบถามเข้ามาแต่ละวันมีจำนวนมาก และมีคำถามที่ถูกถามบ่อยครั้ง เจ้าหน้าที่ให้บริการมีไม่เพียงพอในการให้บริการแก้ไขปัญหา ทำให้ผู้รับบริการต้องรอเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบให้การช่วยเหลือ (Helpdesk) มาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้งาน ให้สามารถสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง เกิดความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งลดขั้นตอนและเวลาในการติดต่อกับผู้ดูแลระบบ ทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น [1] ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยวิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก (Case-Based Reasoning) ร่วมกับ Vector Space Model ซึ่งเป็นการค้นหาปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยนำปัญหาที่เคยเกิดขึ้นและที่มีแนวทางการแก้ไขอยู่แล้วมาใช้ในการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ หากแนวทางการแก้ไขปัญหาใดได้ผ่านการปรับปรุงแล้วจะสามารถบันทึกเก็บเป็นกรณีใหม่ เพื่อนำไปใช้กับการแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ต่อไปให้มีเหมาะสมกับการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1.1 การใช้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก (Case-Based Reasoning) การใช้เหตุผลตามกรณีเป็นหลักนั้น มีวิธีมากมายในการค้นหารายละเอียดของปัญหาที่เก็บรวบรวมจากปัญหาก่อนหน้านี้รวมถึงเพื่อให้รู้ถึงแนวทางของการแก้ปัญหาด้วย เป็นการสืบค้นภายใต้พื้นฐานของประสบการณ์ความรู้ที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งจะเก็บรวบรวมปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่มีการแบ่งแยกประเภทของข้อมูลนั้น โดยจะนำปัญหาใหม่มาเปรียบเทียบกับปัญหาที่เคยเกิดขึ้นก่อนหน้านี้ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาปัจจุบันมากที่สุด ในแต่ละกรณีที่เกิดจากประสบการณ์ก่อนหน้านี้ จะมีการเก็บรวบรวมประเภทของความผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างรูปแบบของปัญหาซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน เพื่อใช้แก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคตได้ [2]

2.1.2 Vector Space Model คือ การแทนเอกสาร (Document) และข้อมูลสืบค้นหรือข้อมูลนำเข้า (Query) ด้วยเวคเตอร์ที่เรียกว่า เวคเตอร์ของคำ (Vector of Terms) โดยแกนแต่ละแกนของเวคเตอร์ คือ คำ (Terms) ที่แสดงอยู่ในเอกสาร คำเหล่านี้ได้จากการนำคำทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในทุกเอกสารเพื่อใช้อ้างอิงในการสร้างเวคเตอร์ของคำ ที่ตรงกันทั้งฐานข้อมูล และความยาวของเวคเตอร์ คือ ค่าความถี่ของคำที่ถูกเลือก ซึ่งปรากฏอยู่ ในเอกสารนั้นประกอบรวมกัน [3]

การถ่วงน้ำหนักคำ คือ การถ่วงน้ำหนักค่าความถี่ของแต่ละคำที่พบในแต่ละเอกสาร โดยใช้วิธีการ TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) โดยอาศัยค่าความถี่ของคำจากแต่ละเอกสาร (TF) และค่าความถี่ของการพบคำนั้นปรากฏในเอกสารจากฐานข้อมูลทั้งหมด (IDF) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของการค้นคืนข้อมูล ทั้งนี้ ค่า (IDF) เป็นผลรวมจากทุกเอกสารในฐานข้อมูลและถูกบันทึกอยู่ในพจนานุกรม มีความหมายว่า คำที่ปรากฏอยู่ในเอกสารจำนวนมาก จะเป็นคำที่ไม่มีความสำคัญเนื่องจากไม่บ่งบอกถึงเนื้อหาสำคัญของเอกสาร และคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสารจำนวนน้อย เป็นคำที่บ่งบอกถึงเนื้อหาสำคัญของเอกสารที่พบคำนั้น แสดงดังสมการที่ 1 [3]

$$IDF = \log\left(\frac{N}{DF}\right) \quad (1)$$

เมื่อ IDF คือ ค่าน้ำหนักของคำ

TF คือ ความถี่ของคำแต่ละคำในเอกสารแต่ละเอกสาร

N คือ จำนวนเอกสารในชุดเอกสารทั้งหมด

DF คือ จำนวนเอกสารที่มีคำนั้นๆปรากฏอยู่

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในปัจจุบันคือมีเจ้าหน้าที่ ผู้เชี่ยวชาญ ชำนาญการเฉพาะด้านมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการสอบถามปัญหาการใช้งานระบบสารสนเทศแก่ผู้ใช้งาน [4] ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบให้คำปรึกษา หรือช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบสารสนเทศต่าง ๆ มากมาย เพื่อช่วยในการปฏิบัติงานของแต่ละองค์กรให้มีความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ การนำเทคโนโลยีสารเทศมาใช้เพื่อช่วยเหลือการใช้งานแก้ไขปัญหาให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาและการสืบค้นที่มีความรวดเร็วนั้นมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ [5] งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการทำงานและการช่วยเหลือจะมีความแตกต่างในการให้บริการการสร้างระบบช่วยเหลือขึ้นมาเพื่อจัดการข้อมูลปัญหา โดยนำเทคนิคทางด้านการตัดสินใจแบบโครงสร้างต้นไม้ (Decision Tree) มาช่วยในการพัฒนาระบบให้สามารถในการแสดงแนวทางการแก้ปัญหาและช่วยในการตัดสินใจ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม [4] หรือการสร้างฐานองค์ความรู้โดยมีรูปแบบนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาระบบงานต่าง ๆ โดยจัดการรวบรวมข้อมูลไว้ส่วนกลางภายในระบบ เจ้าหน้าที่ Helpdesk สามารถค้นหาปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ผ่านทางระบบได้ง่าย [6]

ทั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจนำแนวคิดการพัฒนาระบบด้วยวิธี Case-Based Reasoning ซึ่งมีการศึกษาพัฒนามากมายในต่างประเทศในประเทศไทยส่วนใหญ่ศึกษาเรื่องระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และฐานข้อมูลองค์ความรู้ (Knowledge-Based) [7] ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้วิธีCase-Based Reasoning เพื่อแก้ปัญหาในงานหลากหลายด้าน เช่น งานด้านการให้คำปรึกษาเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยนำปัญหาที่เคยเกิดขึ้น มาเปรียบเทียบกับปัญหาใหม่ที่ผู้ใช้สืบค้น แนวทางการแก้ไขปัญหาใดที่มีค่าน้ำหนักความถูกต้องมากที่สุด ก็จะถูกนำขึ้นมาแสดงและปรับปรุงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ที่จะนำมาใช้สำหรับการสืบค้นครั้งต่อไปได้ [2] เช่นเดียวกับการพัฒนาระบบถาม-ตอบสำหรับการแก้ไขปัญหาคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคการค้นคืนรายกรณี (Case-by-Case Retrieval) ที่เป็นระบบการค้นคืนจากผู้เชี่ยวชาญ วิธีการแก้ไขและผลจากการแก้ไขจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลแบบกรณี เมื่อผู้ใช้งานมีปัญหาก็สามารถจะค้นคืนวิธีการแก้ไขจากฐานข้อมูลรายกรณี ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน ผู้ใช้งานสามารถจัดเก็บผลของการแก้ไขปัญหาปัจจุบันเพิ่มเติมเข้าไปในฐานข้อมูลรายกรณีได้ การค้นคืนข้อมูลใช้การแทนเอกสารด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ [8] และยังสามารถพัฒนาระบบสำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์ โดยพัฒนาตามกระบวนการ Case-Based Reasoning และประยุกต์ใช้วิธีการค้นคืนด้วย Vector Space Model แบบ Normalized Frequencies Weight ของทั้งเอกสารและคำค้นหาเพื่อหาค่าความคล้าย (Similarity) ของเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วแสดงผลตามการจัดอันดับค่า Similarity โดยพิจารณา Index Term จากพจนานุกรมที่เก็บคำศัพท์เฉพาะเรื่องเกี่ยวกับรถยนต์เท่านั้น เป็นการพัฒนาระบบให้สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก [7] แต่อย่างไรก็ยังคงพบปัญหาในการวิจัยระบบดังกล่าว คือ การเก็บรวมรวบและวิเคราะห์ข้อมูลใช้เวลานาน ดังนั้น ควรมีการรวบรวมข้อมูลกรณีในโดเมนที่เกี่ยวข้องกับระบบให้ได้มากและครอบคลุมที่สุด เพื่อทำให้ระบบเรียนรู้แนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและการจัดทำพจนานุกรมคำเหมือนจะช่วยในการค้นหามีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้นำ Case Based Reasoning มาประยุกต์ใช้สำหรับพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ 1) เพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถสืบค้นปัญหาและศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ โดยการนำคำตอบของปัญหาที่เคยเกิดขึ้นแล้ว มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่ผู้ใช้งานสืบค้นผ่านทางเว็บบราวเซอร์ ทั้งนี้ข้อมูลในระบบถูกจัดเก็บโดยแบ่งตามประเภทของปัญหาเพื่อง่ายต่อการค้นหาและใช้งาน และ 2) เพื่อช่วยลดการสื่อสารทางโทรศัพท์ของเจ้าหน้าที่และให้บริการผ่านทางระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

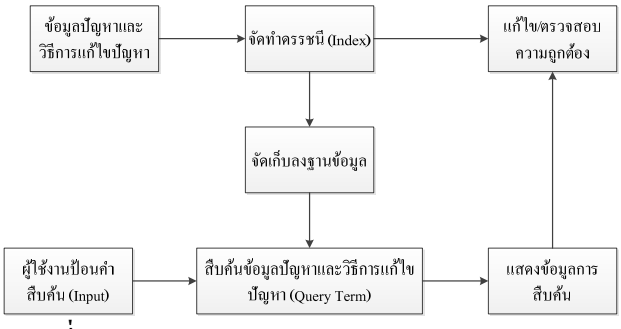
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

วิธีดำเนินงานวิจัยสำหรับการออกแบบและการพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีผู้ใช้งาน 3 กลุ่มได้แก่ บุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ดูแลระบบ ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาของระบบงานเดิมกับเจ้าหน้าที่ในฝ่ายวิจัยและพัฒนาระบบ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลจากหลากหลายที่ มารวบรวมไว้ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ซึ่งสามารถที่จะนำไฟล์ข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ระบบ (Import) ที่พัฒนาขึ้นได้

3.1.2 จากการวิเคราะห์ระบบ สามารถออกแบบกระบวนการทำงานของระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) เริ่มจากการนำเข้าข้อมูล (Input) เป็นส่วนการนำเข้าข้อมูลปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่เก็บรวบรวมไว้จากข้อ3.1.1 เข้าสู่ระบบ 2) นำมาผ่านวิธีการตัดคำด้วยโปรแกรมตัดคำภาษาไทยแบบอิงพจนานุกรม (Lexto) เพื่อจัดทำดรรชนี (Index) ให้กับปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาและจัดเก็บลงฐานข้อมูลสำหรับสืบค้นข้อมูลต่อไป 3) ผู้ใช้งานป้อนคำค้นปัญหา (Keyword) ผ่านทางโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชันเข้าสู่กระบวนการสืบค้นข้อมูลปัญหาและวิธีแก้ปัญหา 4) ระบบจะทำการวิเคราะห์คำค้นที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามาเปรียบเทียบกับรายการปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาจากฐานข้อมูล เพื่อคำนวณค่าความคล้ายด้วย Vector Space Model แบบ Normalized Frequency Weight และจัดเรียงตามค่า Similarity และเลือกเอกสารที่มีค่า Similarity สูงสุดแสดง เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ และ 5) จากนั้นข้อมูลจะเข้าสู่กระบวนการปรับแก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำดรรชนีเก็บลงสู่ฐานข้อมูล เพื่อการสืบค้นครั้งต่อไป แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการทำงานของระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์

4. ผลการดำเนินงาน

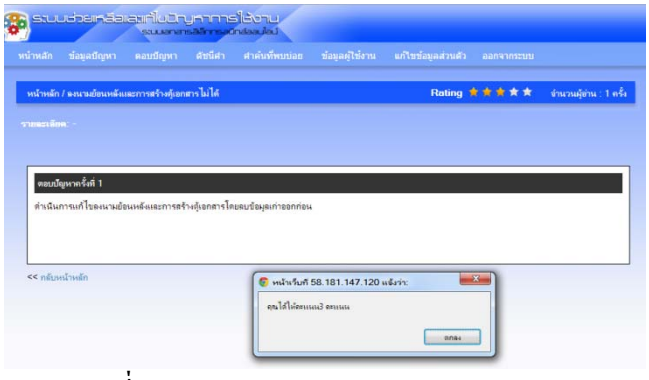
หลังจากที่ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว จะได้ผลของการดำเนินงานดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วยหน้าจอต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 หน้าจอแสดงการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหา เมื่อผู้ใช้ทำการสืบค้นโดยระบุคำค้น ระบบจะค้นหาปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วซึ่งจัดเก็บในฐานข้อมูล หากพบว่าตรงกันจะแสดงวิธีการแก้ไขปัญหานั้นโดยเรียงลำดับค่าความคล้าย (Similarity) ขึ้นมา เช่น สืบค้นคำว่า “ลงนามเอกสารย้อนหลัง” ระบบจะแสดงผลการค้นหาปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถให้คะแนน (Rating) ระดับความพึงพอใจสำหรับวิธีการแก้ไขปัญหาโดยมีค่าระดับคะแนน 1-5 ระดับ ระดับที่ 1 แทนความพึงพอใจน้อยที่สุด และระดับที่ 5 แทนความพึงพอใจมากที่สุด ผู้ใช้สามารถเลือกระดับคะแนนที่พึงพอใจและระบบจะบันทึกคะแนนกับปัญหานั้น เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการปรับปรุงฐานกรณีต่อไป แสดงดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ

ภาพที่ 2: หน้าจอผลการสืบค้นข้อปัญหา



ภาพที่ 3: หน้าจอแสดงวิธีการแก้ไขปัญหาจากการสืบค้น

4.1.2 หน้าจอการปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญจะสามารถค้นหาปัญหาหรือเลือกปัญหาที่มีค่าคะแนน (Rating) ที่ผู้ใช้งานเลือกได้ในทุกระดับคะแนนหรือประเภทระบบ หรือ ค้นหาปัญหาที่ต้องการ เพื่อเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขปรับปรุงฐานกรณีได้ แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: หน้าจอการปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหา

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยใช้วิธี Black Box Testing ในการทดสอบระบบโดยรวม และประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนของระบบผลลัพธ์ได้ค่า Precision เท่ากับ 0.66 ค่า Recall เท่ากับ 0.82 ค่า F-Measure เท่ากับ 0.73 จึงสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับดี แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน

Keyword	Precision	Recall	F-Measure
ลงนาม	0.80	0.80	0.80
ลงนามในเอกสาร	0.77	0.82	0.79
ลงนามไม่ได้	0.65	0.91	0.76
ระบบลงนามไม่ได้	0.62	0.93	0.74
ออกเลขที่เอกสาร	0.69	0.89	0.78
ออกเลขผิด	0.52	0.88	0.65
ออกเลขไม่ได้	0.60	0.91	0.73
เส้นทาง	0.73	0.73	0.73
เส้นทางหยุดนิ่ง	0.54	0.54	0.54
ค่าเฉลี่ยรวม	**0.66**	**0.82**	**0.73**

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 คนโดยการใช้แบบสอบถามประเมิน 5 ระดับ ซึ่งผลความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดีมาก แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	ผล
ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.45	0.52	ดี
ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.48	0.50	ดี
ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.35	0.51	ดี
สรุปผลความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ	**4.43**	**0.51**	**ดี**

ตารางที่ 3: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	ผล
ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.56	0.51	ดีมาก
ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.58	0.47	ดีมาก
ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.51	0.51	ดีมาก
สรุปผลความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไป	**4.55**	**0.49**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 2 และ 3 สามารถสรุปได้ว่าระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาด้วย Case-Based Reasoning ร่วมกับ Vector Space Model ซึ่งผู้วิจัยนำระบบทดลองใช้งานจริงโดยผู้เชี่ยวชาญผลความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และผู้ใช้งานผลความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง ซึ่งถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาการใช้

งานระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการสืบค้นทั่วไป

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาครั้งต่อไป คือ 1) ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลกรณีปัญหาและแนวทางการแก้ไขให้มีจำนวนมากขึ้นและครอบคลุมทุกกรณี เพื่อให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง 2) ควรมีการเก็บข้อมูลรายการปัญหาและแนวทางการแก้ไขให้ทันสมัย เพื่อให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาได้ตามสถานการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นได้ และ 3) เพื่อให้การแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพควรเพิ่มวิธีหรือเทคนิคอื่น ๆ เช่น เทคนิคการสืบค้น N-Gram หรือการประมวลผลภาษาธรรมชาติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านความแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

[1] วลัยพร พุทธิปรางค์ .“การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการแก้ไขปัญหาระบบงานคอมพิวเตอร์,” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[2] อภิษฎา พึ่งเจริญ และพยุง มีสัจ .“ระบบที่ปรึกษาปัญหาด้านการใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พี โดยใช้วิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[3] สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย. “การค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-Gram” ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551

[4] อภิสิทธิ์ กิจโชค .“ระบบช่วยแก้ไขปัญหาการใช้งานโปรแกรม กรมตรวจบัญชีสหกรณ์.” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, .2554

[5] อารี อยู่ภู่. “ระบบช่วยเหลือและแก้ปัญหาของการใช้งานโปรแกรมบริหารงานบุคคล.” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, .2554

[6] พัชนี จันทร์เพชร. “ระบบสนันสนุนการแก้ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ Helpdesk บนอินเทอร์เน็ต.” สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ, 2549.

[7] ศิริพร หมั่นจิต .“ระบบ Case-Based Reasoning สำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์.” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, .2549

[8] ณรงค์พิสิษฐ์ อึ้งรังษี .“ระบบถาม-ตอบปัญหาคอมพิวเตอร์ ด้วยการค้นคืนรายกรณี.” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

ระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ ด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูล และเทคนิควิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

A Quantity of Raw Material Forecasting System using Classification and Multiple Linear Regression Technique.

ภัทรพล ภู่สุวรรณ์ (Pattarapon Phusuwan)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]pondzashi@hotmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนโลหะ โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ ABC และเทคนิควิธีสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบการทำลอการิทึมคู่เพื่อแปลงข้อมูล ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการทำเหมืองข้อมูล มาช่วยคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบล่วงหน้าให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการการผลิตในแต่ละเดือนได้อย่างเหมาะสม และแม่นยำที่สุด จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของระบบจากการหาความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ระบบสามารถพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบได้ใกล้เคียงกับยอดการใช้วัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิดจริง โดยมีความคลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 2.14 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้ทั่วไปต่อระบบอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ การแบ่งกลุ่มข้อมูล สมการการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ การวางแผน การทำลอการิทึมคู่เพื่อแปลงข้อมูล

Abstract

A raw material forecast system for production planning in electronics industry has been developed to assist the management in a purchase planning of raw material for a monthly use. Nissin electronics had been experiencing either over-stocked or insufficient amount of raw material resulting in damages and losses of those stocks. This program applies a ABC Classification technique and Multiple Linear Regressions with Log-Log Transformations in the forecast, in which Data Mining has been analyzed by a statistical measure so that a precise prediction of material requirement is achieved. The system efficiency measured by Mean Absolute Deviation reveals that the percent of result is 2.14. An overall satisfaction of the system in all aspects is at good.

Keywords: Classification, Quantity of Raw Material Forecasting, Multiple Linear Regression, Planning, Log-Log Transformations

1. บทนำ

การพยากรณ์เป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญมากในการวางแผนและตัดสินใจ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์นั้นๆ หากสามารถพยากรณ์เหตุการณ์นั้นๆ ได้ก่อนการวางแผนหรือตัดสินใจแล้วจะเป็นการวางแผนหรือการตัดสินใจที่ดีกว่า ตัวอย่างเช่น ปัญหาของ บริษัท นิชชิน อีเลคทริค (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งในการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตสินค้าให้ทันต่อความต้องการของลูกค้ายังคงต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้บริหารระดับสูง ทำให้ไม่สามารถทราบถึงปริมาณความต้องการของวัตถุดิบล่วงหน้าที่เหมาะสม จึงมีการจัดซื้อวัตถุดิบ

ไว้ในคลังวัตถุดิบเกินความจำเป็นหรือวัตถุดิบมีไม่เพียงพอกับความต้องการในการผลิต ย่อมเสียโอกาสในการผลิตสินค้า และสูญเสียรายได้ที่ควรได้รับ ดังนั้นระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิต จึงเป็นตัวอย่างหนึ่งที่สามารถนำเทคนิคการพยากรณ์มาทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการวัตถุดิบในช่วงระยะเวลาที่ต้องการ เพื่อทำการวางแผนการจัดซื้อวัตถุดิบด้วยจำนวนที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจัดทำระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบล่วงหน้าขึ้นมา โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูล และวิธีถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เพื่อทำนายแนวโน้ม พฤติกรรม และใช้สารสนเทศเหล่านี้ในการสนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจ โดยอาศัยหลักการทำเหมืองข้อมูล หลักสถิติ และหลักคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่มีการจัดเก็บรวบรวมเป็นรายปี เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการวัตถุดิบแต่ละชนิดในอนาคต เพื่อให้การบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังมีประสิทธิภาพและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification)

เป็นวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หรือควบคุมการเรียนรู้ ซึ่งยอมรับกฎต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายการแบ่งแยกข้อมูลระหว่างกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการสังเกต [3] เช่น กฎการจำแนกซึ่งเป็นกระบวนการสร้างโมเดลหรือฟังก์ชั่นจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่เรียกว่ากลุ่มข้อมูลฝึก (Training Data Set) ที่แต่ละแถวของข้อมูลประกอบด้วยแอทริบิวท์ (Attribute) จำนวนมาก แอทริบิวท์เหล่านี้อาจเป็นค่าต่อเนื่อง (Continuous) หรือค่ากลุ่ม (Categorical) โดยจะมีแอทริบิวท์แบ่ง (Classifying Attribute) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คลาส (Class) ของข้อมูล จุดประสงค์ของการจำแนกประเภทข้อมูลคือการสร้างโมเดลการแยกแอทริบิวท์หนึ่งโดยขึ้นกับแอทริบิวท์อื่น โมเดลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลจะทำให้สามารถพิจารณาคลาสในข้อมูลที่ยังไม่ได้แบ่งกลุ่มในอนาคตได้ โดยการวิเคราะห์เซต (Set) ของกลุ่มข้อมูล ที่ยังไม่จัดแบ่งประเภทนั้นถูกอธิบายโดยกลุ่มของคุณสมบัติ (Attribute) และกลุ่มข้อมูลฝึก (Training Data Set) ที่ใช้ในการสร้างโมเดลกฎการจำแนก [6] ดังสมการที่ 1 ดังนี้

$$\underbrace{P_1, P_2, \ldots\ldots, P_r}_{\text{Attribute conditions}} \Rightarrow \underbrace{C_i}_{class} \quad (1)$$

Pr = เงื่อนไขของกฎ

Ci = คลาสของกฎ

หรือ

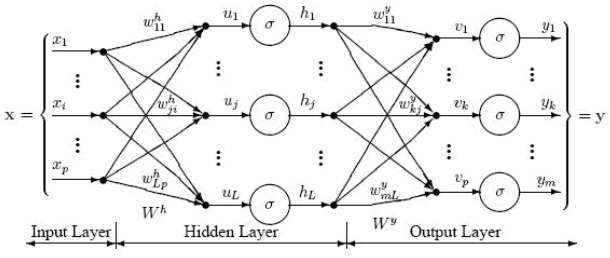
IF <Conditions> THEN <Class>

การจำแนกวัตถุดิบคงคลังโดยใช้เทคนิค ABC ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้แบ่งประเภทความสำคัญ ของสินค้าคงคลังตามความถี่ในการผลิตและขายของสินค้าคงคลังที่หมุนเวียนในรอบปี โดยจะแบ่งสินค้าคงคลังออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภท A เป็นสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าหมุนเวียนในรอบปีสูงสุด กล่าวคือมีการผลิตและขายทุกเดือน ประเภท B มีมูลค่าปานกลาง กล่าวคือมีการผลิตและขายสินค้าเป็นบางเดือน ส่วนประเภท C มีมูลค่าต่ำสุด กล่าวคือ มีการผลิตและขายสินค้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้งต่อปี [5]

2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น

เป็นกระบวนการเรียนรู้ข้อมูลของเครื่อง โดยลักษณะของโมเดลจะเป็นแบบหลายชั้น มีทั้งหมด 3 Layer ได้แก่ 1) Input Layer คือ Layer ของการรับข้อมูลเข้าเพื่อทำการเรียนรู้ ในขั้นนี้จะมีการกำหนดจำนวนและลักษณะของตัวแปรตามที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งสุ่มค่าน้ำหนัก (Weight) ของตัวแปรนั้น ๆ เพื่อเป็นการให้ความสำคัญของแต่ละตัวแปรที่ไม่เท่ากัน และสุ่มค่าความโน้มเอียง (Bias) เพื่อเป็นตัวกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของโมเดล 2) Hidden Layer เป็น Layer ของการเรียนรู้ข้อมูลที่ได้จาก Input Layer โดยจะมีการปรับค่าความโน้มเอียง (Bias) และค่าน้ำหนัก (Weight) ในขณะเรียนรู้ข้อมูลให้ได้ค่าที่เหมาะสม ผู้ออกแบบสามารถกำหนดจำนวน Hidden Layer ในการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม และ 3) Output Layer เป็น Layer ของข้อมูลผลลัพธ์จากการเรียนรู้ของโมเดล โดยข้อมูลนำเข้า (Input) ของชั้นนี้คือข้อมูลผลลัพธ์จาก Hidden Layer ซึ่งค่าความโน้มเอียง (Bias) และค่าน้ำหนัก (Weight) โมเดลจะมีการปรับเพื่อให้เป็นค่าที่เหมาะสมเช่นเดียวกับ

Hidden Layer ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะอยู่ในลักษณะของคลาส (Class) อาจมีได้เพียงคลาสเดียวหรือหลายคลาสก็ได้ [2] ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น (MLP) สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multilayer Perceptron [2]

2.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

เป็นหนึ่งในวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาพิจารณาถึงสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักสถิติมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างยอดปริมาณการขายสินค้าและตัวแปรต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินงานด้านการผลิต องค์กรธุรกิจควรจะรู้ว่าความต้องการวัตถุดิบในอนาคตจะมีจำนวนเท่าใด เพื่อทำการตัดสินใจล่วงหน้าในการวางแผนการผลิต [6] ซึ่งหากตัวแปรอิสระที่มีมากกว่าหนึ่ง ต้องใช้วิธีการถดถอยพหุคูณแทนวิธีการถดถอยอย่างง่าย โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณคือการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวรวมกัน มีผลกระทบต่อตัวแปรตามโดยที่ข้อมูลต่าง ๆ ถูกกำหนดรูปแบบการใช้เส้นตรง แบบจำลองความผันแปรของสมการ คือ ตัวแปรตาม Y (Response Variable) และฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวแปรอื่น คือ ตัวแปรอิสระ X (Predictor Variable) [7] ดังสมการที่ 2,3 และ 4

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \qquad (2)$$

โดยที่ Y = ค่าคงที่ α = สัมประสิทธิ์ของความถดถอยที่เป็นจุดตัดบนแกน Y, β = สัมประสิทธิ์ของความถดถอยที่เป็นค่าความชันของเส้นตรงมาจาก

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{s} (x_1 - x)(y_1 - \overline{y})}{\sum_{i=1}^{s} (x_i - \overline{x})^2} \qquad (3)$$

$$\alpha = \overline{Y} - \beta \overline{x} \qquad (4)$$

โดย $\overline{x}$ = ค่าเฉลี่ยของ $x_1, x_2 ..., x_s$, $\overline{y}$ = ค่าเฉลี่ยของ $y_1, y_2 ..., y_s$

การทำลอการิทึมคู่เพื่อแปลงข้อมูล (Log-Log Transformation) คือ การแปลงข้อมูลที่มีความแปรปรวณมากให้มีความแปรปรวณใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการปรับความแปรปรวณของข้อมูลก่อนทำการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ [9]

$$\log(y_i) = \log(\beta_0) + \beta_1 \log(x_i) + \log(\in_i) \quad i = 1,..., n. \qquad (5)$$

2.4 การวัดความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์

เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริง และค่าที่พยากรณ์โดยใช้สัมประสิทธิ์ต่าง ๆ หรือจำนวนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มา โดยจะพิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุดหรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ให้แม่นยำ [1] สมการค่ากลางของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation : MAD) แสดงได้ดังนี้

$$MAD = \sum_{t}^{N} \left| \frac{\mathrm{Re}\, alValue_t - ForecastValue_t}{N} \right| \qquad (6)$$

RealValue คือ ค่าจริงของจำนวนวัตถุดิบที่สั่งซื้อ
ForecastValue คือ ค่าพยากรณ์ของจำนวนวัตถุดิบที่สั่งซื้อ
เมื่อ N = เป็นจำนวนคาบเวลา t ทั้งหมด
“ค่า MAD ยิ่งน้อย หมายความว่า ค่าพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ”

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

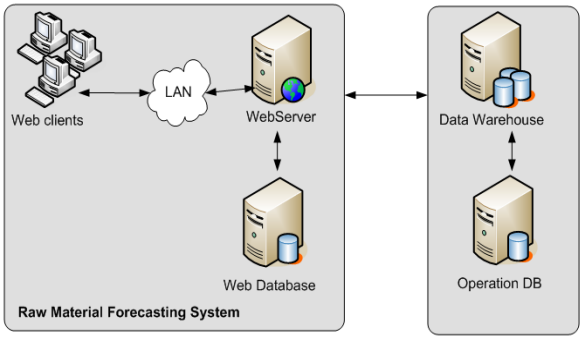
3.1 การศึกษาปัญหา และวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ศึกษาปัญหา และวิเคราะห์ความต้องการของระบบที่จะนำมาใช้สนับสนุนการทำงานโดยศึกษาขั้นตอนการทำงานจากระบบงานเดิมของ บริษัท นิชชิน อีเลคทริค (ประเทศไทย)

จำกัด เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานในขั้นต่อไป

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการจัดซื้อวัตถุดิบที่นำมาผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนโลหะ นั้น มีการวิเคราะห์ระบบโดยภาพรวมของระบบสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : แสดงภาพรวมการทำงานทั้งหมดของระบบ

3.2.1 การเตรียมข้อมูล โดยนำทฤษฎีของการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ เพื่อสกัดหารายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับยอดการสั่งซื้อสำหรับสินค้าแต่ละชนิดสรุปเป็นรายเดือนและรายปี โดยประกอบด้วย แอตทริบิวต์ สินค้า ยอดการใช้วัตถุดิบในการผลิต ยอดการใช้วัตถุดิบในการขาย เดือนที่ใช้ ปีที่ใช้ และยอดการสั่งซื้อวัตถุดิบ

3.2.2 ใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบ ABC เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ประเภท A มีสินค้าหมุนเวียนทุกเดือนในรอบปีและมีมูลค่าสูดสุดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าทั้งหมด

ประเภท B มีสินค้าหมุนเวียนไม่เกิน 6 เดือนในรอบปีและมีมูลค่าประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าทั้งหมด

ประเภท C มีสินค้าหมุนเวียนในรอบปีน้อยมากและมีมูลค่าประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้าทั้งหมด

3.2.3 นำชุดข้อมูลเฉพาะกลุ่ม A ไปทำการหาโมเดลโดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

3.2.4 นำชุดข้อมูลเฉพาะกลุ่ม A ไปทำการหาโมเดลโดยวิธีการ โครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้น โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุดฝึกร้อยละ 60 ชุดตรวจสอบร้อยละ 20 และชุดทดสอบร้อยละ 20

3.2.5 นำชุดข้อมูลเฉพาะกลุ่ม A ไปทำการแปลงข้อมูล (transformation) ด้วยวิธีลอการิทึมคู่ จากนั้นนำชุดข้อมูลที่ได้ไปทำการหาโมเดลด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

3.2.6 เปรียบเทียบโมเดลเพื่อเลือกใช้โมเดลที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 1 : ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโมเดล

โมเดล	เทคนิค	ค่าความแม่นยำ	ค่าความคลาดเคลื่อน
1	ฟังก์ชั่นการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ	0.921	4.017
2	โครงข่ายใยประสาทเทียม	0.932	1.228
3	ฟังก์ชั่นเชิงเส้น โดยการทำลอการิทึมคู่	0.925	0.235

จากตารางที่ 1 จึงสรุปได้ว่า โมเดลที่ 3 คือฟังก์ชั่นเชิงเส้นโดยการทำลอการิทึมคู่ มีค่าความแม่นยำ เท่ากับ 0.925 และค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.235 ซึ่งเป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุด

3.3 การพัฒนาระบบ

กระบวนการในการพัฒนาระบบมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

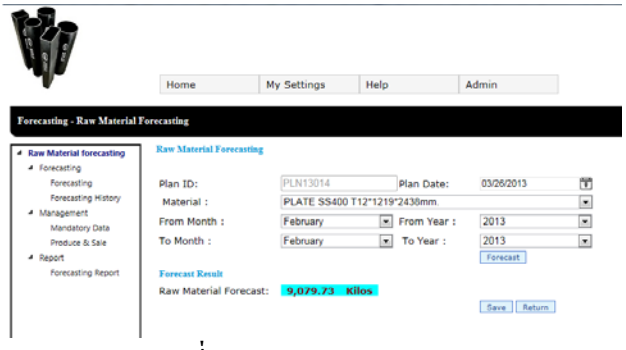
3.3.1 สร้างเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยเครื่องมือ Microsoft Visual Studio 2005 และสร้างฐานข้อมูลด้วยเครื่องมือ Microsoft SQL Server 2005

3.3.2 ใช้เทคนิคสมการการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) หลังจากทำลอการิทึมคู่ในการพัฒนาโมเดลการพยากรณ์

4. ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการพัฒนาระบบ หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้และการทำงานของหน้าจอพยากรณ์ มีดังต่อไปนี้

หน้าจอหลักในส่วนของการวางแผนการผลิต เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : หน้าจอการวางแผนการผลิต

4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพระบบ โดยหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของค่าที่ได้จากการพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าสั่งซื้อจริง ได้ค่ากลางของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์เท่ากับ 568.59

ตารางที่ 2 : การวัดความคลาดเคลื่อนในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบประจำปี 2555

วัตถุดิบ	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน
111P000120	85,170.99	85,073.03	97.96
115P000012	43,458.32	43,311.79	146.53
121B000060L	87,444.90	88,815.65	1,370.75
111P000090SAHA	11,435.38	11,637.93	202.55
121B000120L	52,257.27	51,055.58	1,201.69
121B000120	17,162.51	17,600.58	438.07
121B000160L	26,435.95	25,740.57	695.38
111A060065	13,476.25	13,938.50	462.25
111P000032SAHA	11,019.08	11,521.24	502.16

จากตารางที่ 2 พบว่ายอดปริมาณการใช้วัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิด ประจำปี 2555 มียอดการใช้วัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิด รวมทั้งหมด 347,860.65 กิโลกรัม ในขณะที่การพยากรณ์ในการวางแผนสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาด้วยระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิด รวมทั้งหมด 348,694.88 กิโลกรัม ซึ่งมีผลต่างระหว่างยอดปริมาณการใช้วัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิดจริงกับยอดการวางแผนสั่งซื้อโดยการพยากรณ์วัตถุดิบเท่ากับ 5,117.35 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่า วัตถุดิบบางชนิดได้รับผลการพยากรณ์น้อยกว่ายอดปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิดจริง ในขณะที่วัตถุดิบบางชนิดได้รับผลการพยากรณ์มากกว่ายอดที่สั่งซื้อจริง แต่โดยรวมแล้วยอดที่ได้จากการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับยอดที่สั่งซื้อจริงมาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของงานวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบเพื่อการวางแผนการผลิต โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูลและเทคนิคสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบทำลอการิทึมคู่ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ ได้นำหลักความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการวัตถุดิบแต่ละชนิดในอนาคตล่วงหน้า เพื่อให้การบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังมีประสิทธิภาพสูงสุด ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บรักษาต่ำ และเพียงพอกับความต้องการในการผลิต

5.1 สรุปผลการวัดความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ

การวัดความแม่นยำจากการพยากรณ์ เป็นการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้รับจากการสั่งการผลิตแบบการประมาณค่าโดยผู้วางแผนการผลิต และการพยากรณ์จากระบบที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้วิธีการหาค่ากลางของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation : MAD) เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนโลหะ ได้รับค่าความคลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 2.14

5.2 สรุปผลการประมินทางด้านความพึงพอใจ

ผลการประเมินทางด้านความพึงพอใจของระบบ โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ด้วยหลักการทางสถิติได้รับค่าเฉลี่ย (Mean) โดยรวม คือ 3.84 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยรวม คือ 0.55

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับแนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคตนั้น ผู้จัดทำงานวิจัยเห็นว่า

5.3.1 การพยากรณ์ที่แม่นยำขึ้นต้องอาศัยข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งการพยากรณ์ต่าง ๆ

จำเป็นต้องมีการทบทวนแก้ไขอยู่เสมอเมื่อได้รับข้อมูลใหม่หรือมีข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อความแม่นยำที่มากขึ้น

5.3.2 หากนำวิธีการทำลอการิทึมคู่ไปประยุกต์ใช้กับเทคนิคโครงข่ายปราสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนแบบหลายชั้นน่าจะให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำขึ้นสังเกตแนวโน้มความแม่นยำได้จากโมเดลที่ได้ทำการเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

[1] กตัญญู หิรัญญสมบูรณ์. การบริหารอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น จำกัด, 2548.

[2] พยุง มีสัจ. *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[3] พีรพล เก้าเอี้ยน. การปรับปรุงการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบโดยการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : การจัดซื้อวัตถุดิบจากต่างประเทศในอุตสาหกรรม ระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[4] ปรางทิพย์ กิตติวัฒน์ และ ณัฐวี. อุตกฤษฎ์,การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูล และวิธีการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ กรณีศึกษา : บริษัท ฟาโซนาฟ จำกัด. NCCIT Conference, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2552.

[5] วรินทร์ เกียรตินุกูล. การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา : การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[6] Chen, S. and Liu, B. Generating Classification Rules According to User's Existing Knowledge, 2001.

[7] Han,*J. and Kamber, *M. *Data Mining Concept and Technique. *San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers (an imprint of Academic Press), 2001.Jeffrey

[8] Rao, C. R., Wegman, E. J. and Solka, J. L. Handbook of Statistics 24 : Data Mining and Data Visualization. Amsterdam : Elsevier B.V., 2005.

[9] Larsen P. V., Regression and Analysis of Variance, 2008.

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงิน สำหรับการกู้ยืมของคนพิการ

A Geographic Information System to Support Limit Allocation of Loans for People with Disabilities

จุฑารัตน์ โมระมัต (Jutarut Moramut)[1] และกาญจนา วิริยะพันธ์ (Kanchana Viriyapant)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]jutarut.m@nep.go.th, [2]kanchanav@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันข้อมูลสถิติคนพิการที่จดทะเบียนและข้อมูลคนพิการที่กู้ยืมเงินที่มีส่วนในการสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับกองทุนการกู้ยืมของคนพิการแต่ละจังหวัดมีการจัดเก็บแบบแยกส่วนและข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเอกสาร เจ้าหน้าที่ต้องทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการคำนวณข้อมูลการจัดสรรวงเงิน ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารได้อย่างทันท่วงทีต่อการใช้งาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะตอบสนองปัญหาดังกล่าวโดยการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแสดงข้อมูลสถิติคนพิการที่จดทะเบียนทำบัตรประจำตัวคนพิการ แสดงความหนาแน่นของคนพิการในแต่ละพื้นที่และประมวลผลข้อมูลการจัดสรรวงเงินในแต่ละจังหวัด โดยนำเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ด้วยอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) แบบ J48 พบว่าโมเดลที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลมีความถูกต้อง 87.5% โดยใช้คุณลักษณะของข้อมูลในการจำแนกผลลัพธ์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของแต่ละจังหวัด ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นเครื่องมือที่ผู้บริหารสามารถเรียกดูข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดสรรวงเงินกู้ยืมตามที่ต้องการ ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารตลอดจนผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลในภาพรวมได้ง่าย

คำสำคัญ: สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ต้นไม้ตัดสินใจ คนพิการ การจัดสรรวงเงิน

Abstract

At the moment, registration data and data of loan funds of people with disabilities are mostly in the form of documents recorded separately for each province of Thailand. The problems occur when executives need to access certain information immediately but cannot do so as data is stored inefficiently. This research aims to develop a geographic information system (GIS) combined with the Decision Tree J48 algorithm to achieve the goal of a more efficient way to support allocation of loans for people with disabilities. Moreover, this system also provides the ability of generating detailed reports to the executives. In conclusion, the developed system achieved development goals successfully by being faster and more accurate than other methods at an accuracy rate of 87.5 percent.

Keyword: Geographic Information, Decision Tree, People with Disabilities, Allocated of Loans

1. บทนำ

ในปัจจุบันคนพิการในประเทศไทย ได้รับสิทธิประโยชน์และสวัสดิการต่าง ๆ จากทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อช่วยส่งเสริมและอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น การรับสิทธิประโยชน์ในการรักษาพยาบาล การขอรับกายอุปกรณ์ การเข้าทำงานในสถานประกอบการ การขอบริการล่ามภาษาหรือผู้ช่วยคนพิการ การขอรับเบี้ยความพิการ รวมถึงการกู้ยืมเงินเป็นทุนในการประกอบอาชีพ โดยคนพิการจะต้องมีบัตรประจำตัวคนพิการจึงสามารถขอรับสิทธิประโยชน์ดังกล่าว

สำหรับคนพิการที่มีบัตรประจำตัวคนพิการสามารถยื่นเรื่องขอกู้ยืมเงินกองทุน เพื่อนำไปใช้เป็นทุนในการประกอบอาชีพและขยายกิจการได้ ซึ่งปัจจุบันมีคนพิการมาขอกู้ยืมเงินเป็นจำนวนไม่น้อย ทำให้การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคนพิการแต่ละพื้นที่มีจำนวนมาก การมองภาพเกี่ยวกับสถิติข้อมูลคนพิการในแต่ละพื้นที่ไม่ชัดเจน รวมทั้งสถิติข้อมูลของคนพิการที่ทำการกู้ยืมเงินที่มีส่วนในการสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับกองทุนการกู้ยืมของคนพิการแต่ละจังหวัดในปีงบประมาณนั้น ๆ ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเอกสาร เมื่อผู้บริหารต้องการทราบข้อมูลดังกล่าวต้องให้เจ้าหน้าที่จัดทำข้อมูลสถิติคนพิการที่จดทะเบียนและข้อมูลการจัดสรรวงเงินของแต่ละจังหวัด เพื่อทำการคำนวณข้อมูลการจัดสรรวงเงินตามเอกสารที่จัดเก็บไว้ ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการต่อการใช้งานของผู้บริหารได้อย่างทันท่วงที

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะตอบสนองปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงข้อมูลสถิติคนพิการที่จดทะเบียนทำบัตรประจำตัวคนพิการ แสดงความหนาแน่นของคนพิการในแต่ละพื้นที่และประมวลผลข้อมูลการจัดสรรวงเงินในแต่ละจังหวัด โดยนำเทคนิคการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยการจำแนกประเภทของข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คุณลักษณะของข้อมูลในการจำแนกผลลัพธ์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของแต่ละจังหวัด ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ผู้บริหารสามารถดูข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดสรรวงเงินกู้ยืมตามที่ต้องการได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับกองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ

กองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ จัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นทุนสำหรับการใช้จ่ายเกี่ยวกับการคุ้มครองและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ การส่งเสริมและการดำเนินงานด้านการสงเคราะห์ช่วยเหลือคนพิการ การฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ การศึกษา การประกอบอาชีพของคนพิการ รวมทั้งการส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับคนพิการโดยมีการจัดสรรให้อย่างเป็นธรรมและทั่วถึง กองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ จัดเป็นแหล่งทุนเดียวที่คนพิการเข้าถึงและได้รับประโยชน์ค่อนข้างสูง การใช้จ่ายเงินกองทุนฯ มีอัตราเพิ่มขึ้นทุกปี ไม่ว่าจะเป็นบริการกู้ยืมเงินแก่คนพิการ เพื่อเป็นทุนประกอบอาชีพอิสระหรือขยายกิจการและสนับสนุนโครงการเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน [1]

2.2 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูลเป็นการคัดกรองสารสนเทศที่มีอยู่ในฐานข้อมูลใหญ่ มาทำนายแนวโน้มและพฤติกรรมโดยอาศัยข้อมูลในอดีต เพื่อการนำสารสนเทศมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจของระบบงาน [2] ซึ่งมีรูปแบบการคัดกรองสารสนเทศหลากหลาย เช่น การจำแนกประเภทข้อมูล การรวมตัวของข้อมูล (Clustering) เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกการจำแนกประเภทข้อมูลมาเป็นกระบวนการสร้างตัวแบบจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มของข้อมูลและเพื่อทำนายว่าข้อมูลนี้ควรจัดอยู่ในกลุ่มของข้อมูลใด [3] สำหรับอัลกอริทึมที่นิยมใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล เช่น ต้นไม้ตัดสินใจ ข่ายงานเบย์ (Bayesian Network) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) เป็นต้น อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจเป็นอัลกอริทึมหนึ่งของการจำแนกประเภทข้อมูลในการสร้างโมเดลในการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดไว้ [4] ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดข้อมูลการจัดสรรวงเงินเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเพิ่มงบประมาณและกลุ่มไม่เพิ่มงบประมาณ โดยใช้อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบ J48 ในการออกแบบโมเดลที่ใช้ในระบบ

2.3 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลข้อมูลเป็นกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ สามารถดัดแปลงแก้ไขและวิเคราะห์เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละส่วน ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจปัญหาและประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้ [5]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การจำแนกข้อมูลเป็นการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด มีการสร้างกฎเพื่อช่วยในการตัดสินใจจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยนำข้อมูลส่วนหนึ่งมาสอนให้ระบบเรียนรู้ (Training Data) เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามที่กำหนด และนำข้อมูลส่วนที่เหลือจากข้อมูลสอนระบบเป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบ (Testing Data) ซึ่งข้อมูลที่นำมาทดสอบจะนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หาได้จากโมเดล นำมาทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงโมเดลจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่พอใจ [6]

ชิดชนก และคณะ [7] ได้พัฒนาการใช้เทคนิค Data Mining เพื่อค้นหาภาควิชาที่เหมาะสมที่สุดให้กับนิสิต โดยใช้เทคนิค classification มาประยุกต์ใช้ในการช่วยเหลือนิสิตเลือกภาควิชาที่เหมาะสม ซึ่งโมเดลมีค่าความถูกต้องมากกว่า 80%

พัชยา [8] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้เทคนิคต้นไม้ โดยแบ่งกลุ่มโครงสร้างของข้อมูลได้โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของข้อมูล มาสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการตัดสินใจทางธุรกิจ

สุรเดช และคณะ [9] ได้พัฒนาระบบจัดการคัดกรองผู้บริจาคโลหิตหมู่พิเศษโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พบว่าโมเดลที่ใช้มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 97.06% สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รวมทั้งนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในส่วนของการออกแบบเพื่อการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและใช้ประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ วิชาญ [10] ได้พัฒนาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างซากดึกดำบรรพ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ในจังหวัดนครราชสีมา ทำให้เห็นรายละเอียดและภาพรวมของข้อมูลในพื้นที่นั้น ๆ รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เห็นว่าระบบจะช่วยในการแสดงข้อมูลและง่ายต่อการใช้งานทั้งยังช่วยส่งเสริมการตัดสินใจที่ดีได้

3. ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยทำการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งานทำให้ทราบว่าทางกองบริหารกองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการมีการจัดเก็บข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเอกสาร ซึ่งข้อมูลที่จัดเก็บมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการนำเสนอผู้บริหาร เมื่อผู้บริหารต้องการทราบข้อมูลดังกล่าวต้องให้เจ้าหน้าที่จัดทำข้อมูลสถิติคนพิการ และข้อมูลการจัดสรรวงเงินของแต่ละจังหวัดเพื่อทำการคำนวณข้อมูลการจัดสรรวงเงินตามเอกสารที่จัดเก็บไว้ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารได้ทันท่วงทีต่อการใช้งาน ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการขึ้นมา เพื่อให้การทำงานดังกล่าวตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริหารให้มากที่สุดและมีประโยชน์สูงสุด

3.2 การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบโดยแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ดูแลระบบและกลุ่มผู้ใช้งาน เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการเข้าใช้งานต้องลงชื่อเข้าใช้งานระบบเพื่อจัดการสิทธิ์ข้อมูลของผู้ใช้งาน จัดการข้อมูลและสามารถจัดการรายงานสรุปรวมถึงส่งออกรายงานเป็นไฟล์ในรูปแบบของ PDF ได้ ส่วนของผู้ใช้งานต้องลงชื่อเข้าใช้งานระบบเพื่อเรียกดูรายงานต่าง ๆ ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดสรรวงเงินว่าควรเพิ่มงบหรือไม่เพิ่มงบประมาณของระดับจังหวัด ระบบจะทำการวิเคราะห์ตามอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจที่ออกแบบไว้ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีงบประมาณปีก่อนหน้ามากกว่า 3,730,046 บาท และมีจำนวนคนที่กู้ยืมของปีก่อนหน้ามากกว่า 999 คน ระบบจะแสดงว่าเพิ่มงบประมาณของปีนี้ให้ ในกรณีถ้ามีงบประมาณปีก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3,730,046 บาท มีการรับชำระหนี้ปีก่อนหน้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,241,230 บาท จะตรวจสอบงบประมาณปีก่อนหน้าอีกครั้ง ถ้ามากกว่า 2,283,400 บาท และจำนวนคนพิการปีก่อนหน้ามีน้อยกว่า 6,059 คน ระบบจะแสดง

ว่าไม่เพิ่มงบประมาณของปีนี้ หรือถ้าจำนวนคนพิการปีก่อนหน้ามีมากกว่า 6,059 คน จะตรวจสอบงบประมาณปีก่อนหน้าอีกครั้ง ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3,249,117 บาท ระบบจะแสดงว่าเพิ่มงบประมาณของปีนี้ให้ เป็นต้น

3.3 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ ด้วยอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบ J48 ข้อมูลที่เป็นปัจจัยในการจัดสรรวงเงินที่ใช้มีจำนวน 305 เรคคอร์ด ประกอบด้วย จำนวนประชากรในแต่ละจังหวัด จำนวนคนพิการที่จดทะเบียนในแต่ละจังหวัด ข้อมูลการกู้ยืมเงินของคนพิการ ข้อมูลการชำระหนี้ของคนพิการ และกรอบวงเงินกู้ที่จัดสรรในปีนั้น ๆ โดยทดสอบความถูกต้องด้วยวิธี 10 Fold-Cross Validation และมีแนวทางการทดสอบ (test option) หลายรูปแบบในการออกแบบโมเดล โดยใช้โปรแกรม Weka 3.6.4 ในการประมวลผลโมเดล แล้วนำโมเดลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ โดยใช้ภาษา C#.net และจาวาสคริปต์ (JavaScript) ในการพัฒนาระบบ ร่วมกับโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 R2 โดยมีการควบคุมการทำงานของระบบฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL

4. ผลการดำเนินงาน

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ การดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบโดยมีผลการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบอัลกอริทึม

โมเดลในการทดสอบอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบ J48 มีผลการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงผลการเรียนรู้ข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมแบบ J48

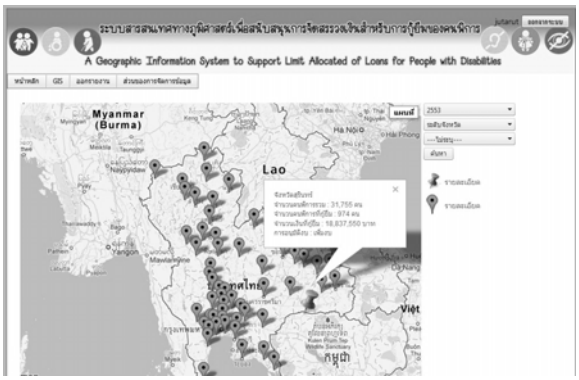
Test option	Confidence Factor	Correctly Classified Instances	Incorrectly Classified Instances	Mean absolute error
Use training set	0.25	96.0526 %	3.9474 %	0.0607
Cross-validation	0.25	87.5 %	12.5 %	0.1496
Percentage split 50%	0.25	85.5263 %	14.4737 %	0.1657
Percentage split 60%	0.25	85.2459 %	14.7541 %	0.1599
Percentage split 70%	0.25	79.1209 %	20.8791 %	0.2164
Use training set	0.6	96.0526 %	3.9474 %	0.0607
Cross-validation	0.6	87.5 %	12.5 %	0.1489
Percentage split 50%	0.6	85.5263 %	14.4737 %	0.1657
Percentage split 60%	0.6	85.2459 %	14.7541 %	0.1599
Percentage split 70%	0.6	79.1209 %	20.8791 %	0.2164

ผลการทดสอบโมเดลในการจำแนกกลุ่มที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Weka 3.6.4 โดยทดสอบความถูกต้องด้วยวิธี 10 Fold-Cross Validation ปรากฏว่าอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบ J48 มีความถูกต้อง 87.5%

4.2 ผลการพัฒนาระบบ

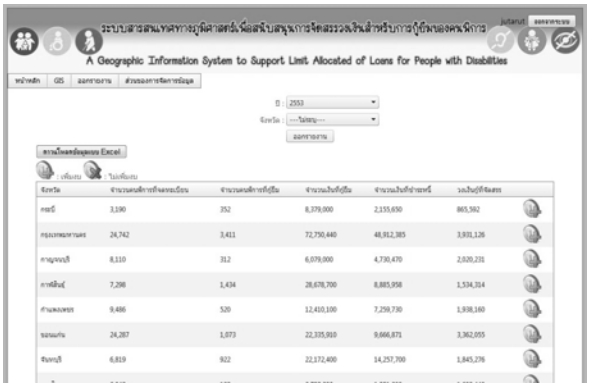
หลังจากได้ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ได้มีการกำหนดกลุ่มผู้ใช้งานคือผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและการทำงานหลัก ดังนี้

หน้าจอแสดงผลรายละเอียดข้อมูลบนแผนที่ทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย โดยผู้ใช้งานทำการเลือกปีและเลือกพื้นที่ ๆ ต้องการดูข้อมูล ในระดับภาค ระดับจังหวัดและระดับอำเภอ แล้วกดปุ่มค้นหา ระบบจะแสดงข้อมูลจำนวนคนพิการ จำนวนพิการที่กู้ยืม จำนวนเงินที่กู้ยืมและการอนุมัติงบของจังหวัดนั้น ๆ ดังภาพที่ 1



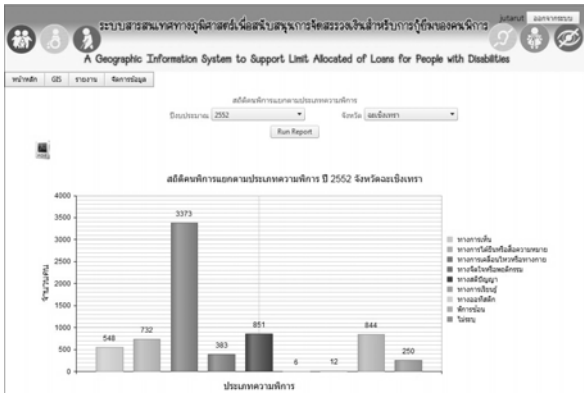
ภาพที่ 1: หน้าจอของเมนู GIS

หน้าจอแสดงผลเมื่อเลือกเมนูรายงานการตัดสินใจอนุมัติงบประมาณ ระบบจะแสดงหน้าจอผู้ใช้งานต้องทำการเลือกปีงบประมาณและจังหวัดที่ต้องการ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: หน้าจอรายงานการตัดสินใจอนุมัติงบประมาณ

หน้าจอแสดงผลรายงานสถิติข้อมูลคนพิการแยกตามประเภทความพิการ ผู้ใช้งานจะเลือกปีงบประมาณและจังหวัดที่ต้องการดูข้อมูล ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: หน้าจอรายงานสถิติข้อมูลคนพิการแยกตามประเภทความพิการ

4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความพึงพอใจในการใช้ระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน ทำการทดลองใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ พร้อมทั้งตอบแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของระบบ และความพึงพอใจในการใช้งาน โดยได้แบ่งผู้ทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 10 คนสรุปผลการประเมินความเหมาะสมต่อระบบรวมทุกด้านโดยผู้เชี่ยวชาญ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของระบบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี และสรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบรวมทุกด้านโดยผู้ใช้งาน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 สรุปได้ว่าผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจของระบบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี

5. บทสรุป ข้ออภิปรายและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่นำเสนอระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของคนพิการ โดยประยุกต์ใช้อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบ J48 พบว่าผลลัพธ์มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 87.5% และการวัดความถูกต้องของโมเดลที่ระบบสร้างขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม Weka 3.6.4 โดยใช้ข้อมูลสำหรับการสอนระบบที่เหมือนกัน ผลปรากฏว่าสามารถสร้างโมเดลได้เหมือนกับระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา จึงสรุปได้ว่าโมเดลนั้นมีความถูกต้องและแม่นยำอยู่ในระดับดี โดยผลการทดสอบความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญได้ผลอยู่ในระดับดี และผลการทดสอบความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สามารถสรุปผลได้ว่าระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในเกณฑ์ดี

ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารจากการนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาช่วยในการสนับสนุนการจัดสรรวงเงินสำหรับการกู้ยืมของแต่ละจังหวัดได้ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริการได้ทันที อีกทั้งยังนำไปใช้ในการรายงานผลต่อผู้บริหารได้อย่างสะดวก

จากผลการทดสอบระบบข้อเสนอแนะการพัฒนาในอนาคตควรมีการหาโมเดลใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาให้ระบบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สามารถนำทฤษฎีหรือเทคนิคแบบอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กองบริหารกองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ. “*รายงานผลการดำเนินงานกองบริหารกองทุนส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554*” กรุงเทพฯ , 2554

[2] กฤษณพรรณ อัมภาราม, “*ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกโปรโมชั่นมือถือจากพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้า*”

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[3] กฤษณะ ไวยมัย ชิดชนก ส่งศิริ และธนาวินท์ รักธรรมานนท์, "*การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่งเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์*" การประชุมทางวิชาการของหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39. (กุมภาพันธ์ 2544) หน้า 43-50.

[4] พลอยพรรณ สอนสุวิทย์ และตรัสพงศ์ ไทยอุปถัมภ์, "*การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจจับสิ่งผิดปกติทางเครือข่ายชนิด Probing*" การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 5. (พ.ค. 52) หน้า 425-430.

[5] อิสระพงศ์ เศษวิสัย, "*การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บแอพพลิเคชั่นและไอโฟน กรณีศึกษาแปลงทดลองมองสิงโตอุทยานแห่งชาติเขาใหม่*" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[6] นรินทร์ พนาวาส และนิเวศ จิระวิชิตชัย, "*การจำแนกมะเร็งเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น*" งานวิจัยประชุมสัมมนาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4. (พฤษภาคม 2554).

[7] ชิดชนก ส่งศิริ ธนาวินท์ รักธรรมานนท์ และกฤษณะ ไวยมัย, "*การใช้เทคนิค Data Mining เพื่อค้นหาภาควิชาที่เหมาะสมที่สุดให้กับนักศึกษา*" การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39. (กุมภาพันธ์ 2544) หน้า 43-50.

[8] พัชยา บัวบาน, "*ระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้เทคนิคต้นไม้*" การประชุมวิชาการด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2553. (กันยายน 2553) หน้า 1-5.

[9] สุรเดช บุญลือ ชาญศักดิ์ คชเสน และบุญชู เชือกรัมย์, "*การพัฒนาระบบจัดการคัดกรองผู้บริจาคโลหิตหมู่พิเศษโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ*" การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ครั้งที่ 8 (พฤษภาคม 2551) หน้า 117-122.

[10] วิชาญ พันธุ์ดี, "การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างซากดึกดำบรรพ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ในจังหวัดนครราชสีมา" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2547.

ระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ออนไลน์
Online Computer Crime Law Knowledge Management System

เปรมวดี วิเชียรทอง (Premwadee Wichientong)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]porplapsu@gmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ยังไม่มีหน่วยงานหรือองค์กรใด ๆ ที่จัดทำระบบมาเพื่อรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์แก่สาธารณะ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจะพัฒนาระบบองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ ที่มุ่งหวังให้มีการนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาเกี่ยวกับ พ.ร.บ. คอมพิวเตอร์ ปี 2550 ดังนั้นระบบนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) ตามหลักการของเอสอีซีไอโมเดล เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการสืบค้นข้อมูล โดยภาษาพีเอชพี ถูกนำมาใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม และใช้ฐานข้อมูล MySQL ในการจัดการฐานข้อมูลของระบบ การประเมินคุณภาพของระบบ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อระบบ ผู้ประเมินแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ จำนวน 10 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 15 คน โดยพบว่าค่าเฉลี่ยด้านคุณภาพโดยรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 3.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 ส่วนค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปเท่ากับ 4.06 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 สรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ผู้ใช้งานทั่วไปและผู้เชี่ยวชาญ มีความพึงพอใจในการใช้งานและข้อมูลที่ได้รับอยู่ในระดับดี สามารถนำข้อมูลไปศึกษาเพื่อปรับใช้กับชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ได้

คำสำคัญ: การจัดการองค์ความรู้ การค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ เอสอีซีไอ โมเดล

Abstract

Presently, there is still no agency to gather knowledge of computer law on a web base application, this research aims to develop a knowledge management system for computer law and suitably apply the knowledge to cope with the problems referring to the computer ACT 2550. Therefore, the SECI model was applied and developed as a web application to make is easy for users to search and gather/collect data about computer law. The PHP language was used to develop the program code and MySQL was used for the database management system. the evaluation of the developed system was conducted by 10 computer law experts and 15 normal users through questionnaires. It was found that the average mean value from experts equaled 3.84 with standard deviation at 0.64, and the average mean value of normal users equaled 4.06 with standard deviation at 0.70. In conclusion, the results show that the developed system can be applied successfully to computer crime law knowledge management.

Keyword: Knowledge management, Information Retrieval, SECI model

1. บทนำ

ในทุกวันนี้คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทกับทุกคนและทุกวัย การใช้งานคอมพิวเตอร์หากใช้ในทางที่ถูกที่ควรก็จะส่งผลดีต่อผู้ใช้ แต่หากนำไปใช้ในทางที่ไม่ดีก็จะส่งผลทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน ทำให้ผู้อื่นเกิดความเสียหาย ผู้ที่กระทำผิดก็จะต้องได้รับโทษจากการกระทำผิดนั้นด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันอาชญากรรมในรูปแบบใหม่ ๆ ที่มีเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ และควบคุมให้สังคมมีการใช้เทคโนโลยีร่วมกันอย่างสงบสุข จึงได้มีการออกกฎหมายเพื่อรักษากฎระเบียบ เพื่อบังคับให้มีการใช้เทคโนโลยีในทางที่ถูกต้องและสอดคล้องกันในสังคม

การเอาผิดกับผู้ที่ใช้เทคโนโลยีในทางที่ผิดนั้น ที่ผ่านมาด้วยประมวลกฎหมายอาญาที่มีอยู่เดิมไม่สามารที่จะเอาผิดกับผู้ที่กระทำความผิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เนื่องจากตัวบทกฎหมายเองก็ถูกเขียนขึ้นตามบริบทของสังคมในช่วงนั้น เช่น นิยามของทรัพย์ หมายถึง สิ่งที่มีค่า จับต้องได้เป็นรูปธรรม ยกให้แก่กันได้ สืบทอดเป็นมรดกได้ แต่ในปัจจุบันนั้น ความหมายของทรัพย์ หลายอย่างอาจมีความหมายมากกว่าที่กล่าวไว้ และมีความสำคัญ มีค่าอยู่ในรูปแบบที่จับต้องไม่ได้ เช่น ข้อมูล ลิขสิทธิ์ ความลับทางการค้า เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้มีการกำหนดโทษกับผู้กระทำความผิด และสามารถที่จะเอาผิดและดำเนินคดีกับผู้กระทำผิดที่ละเมิดต่อทรัพย์ที่เป็นข้อมูล ซึ่งแม้ว่าข้อมูลเหล่านั้นอาจอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ก็ตาม รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือคอมพิวเตอร์ไปกระทำความผิดในรูปต่าง ๆ จึงได้มีการตรา พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 ขึ้น

ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ ปี 2550 บทบัญญัติในตัวกฎหมาย บทลงโทษ กรณีศึกษาต่าง ๆ ถูกรวบรวมไว้เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งรับกับปัญหา และเป็นความรู้สำหรับผู้ที่มีความสนใจ ให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์และความผิดเกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ ไม่ให้ก่อความเดือนร้อนแก่ผู้อื่น และรู้จักใช้เทคโนโลยีในทางที่ถูก

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) คือ การจัดการและจัดเก็บองค์ความรู้ให้เป็นระบบระเบียบตลอดจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางปฏิบัติ โดยองค์ความรู้นั้นได้กระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร นำเอามาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้สามารถเข้าถึงความรู้ พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ และแบ่งปันความรู้ที่มีให้กับผู้อื่นได้ ความรู้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความรู้แบบซ่อนเร้น (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ภายในตัวบุคคล เช่น พรสวรรค์หรือสัญชาตญาณที่เกิดในตัวบุคคลแต่ละบุคคลในการทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ จึงเรียกว่าเป็นความรู้แบบนามธรรมไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูดหรือลายลักษณ์อักษรได้โดยง่าย

2. ความรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่สามารถรวบรวม ถ่ายทอดได้โดยผ่านวิธีต่าง ๆ เช่น ทฤษฎี ตำรา วารสาร คู่มือ ความรู้ประเภทนี้เห็นได้ค่อนข้างชัด จึงเรียกว่าเป็นความรู้แบบรูปธรรม

ระบบการจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้(Knowledge Based System) มีแนวความคิดเพื่อใช้ในการจัดการความรู้ของข้อมูลในฐานข้อมูล (DBS) เป็นเรื่องของการจัดการความรู้ ระบบฐานความรู้ทำให้คอมพิวเตอร์ รับความรู้ต่าง ๆ จากภายนอกและเข้าถึงความรู้เหล่านั้นจากที่ต่าง ๆ ได้

ทฤษฎีการจัดการความรู้ (SECI Model) เป็นโมเดลในการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการสังเคราะห์ หลอมรวมความรู้ที่ชัดแจ้ง กับความรู้ที่ฝังลึก เพื่อยกระดับความรู้นั้นให้สูงขึ้น หลักสำคัญของการสร้างความรู้จะต้องผ่านกระบวนการ 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 Socialization การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของกลุ่มคนที่มาพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ โดยกลุ่มคนมีพื้นฐานความรู้ที่สอดคล้องกัน สามารถสื่อสารและทำความเข้าใจกันได้โดยง่าย

ส่วนที่ 2 Externalization การสกัดเอาความรู้ที่มีอยู่ภายในตัวคนออกออกมา มีลักษณะเป็นการถ่ายโอนความรู้จากผู้เชี่ยวชาญผ่านสื่อต่าง ๆ จากประสบการณ์ในสมองของผู้เชี่ยวชาญออกมาสู่ภายนอก ให้สามารถเรียนรู้ต่อได้

ส่วนที่ 3 Combination การผนวกความรู้ โดยการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ จากภายนอก แล้วนำมาสร้างให้เข้ากับบริบทของตัวเองและถ่ายทอดความรู้ใหม่ ๆ ออกมาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานต่อ

ส่วนที่ 4 Internalization การผนึกความรู้ นำความรู้ใหม่มาลงมือปฏิบัติจริง ผู้ปฏิบัติจะเกิดการเรียนรู้ทำให้เกิดเป็นความรู้และประสบการณ์ที่อยู่ติดตัว ในเชิง Tacit Knowledge

เรื่องการจัดการองค์ความรู้ได้มีผู้ที่สนใจนำมาเสนอเป็นงานวิจัยแล้วอย่างแพร่หลาย และจัดทำออกมาแล้วหลายรูปแบบเพื่อจัดการองค์ความรู้ในองค์กรให้คนในองค์กรได้ใช้งานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ หรือการจัดการองค์ความรู้เพื่อการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางเพื่อพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้เดิม การพัฒนาทางด้านข้อมูลองค์ความรู้ (Knowledge Based Management Systems) ถูกพัฒนาเป็นระบบเพื่อจัดการองค์ความรู้ให้กับองค์กร ทำให้มีการนำ KBMS ไปใช้เพื่อจัดการกับข้อมูลหลายด้านที่เป็นประโยชน์ [1] ความรู้ ถูกจัดเก็บอยู่ในหลาย ๆ

รูปแบบ ทั้งในแบบ เอกสาร ทฤษฎี หนังสือ และในตัวคนที่ยังไม่ถูกถ่ายทอดออกมา เช่น ประสบการณ์ ทักษะต่าง ๆ เป็นต้น การจัดการข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้นี้ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ ฐานความรู้ (Knowledge Base), เครื่องจักรอนุมาน (Inference Engine), ฐานข้อมูล (Database) [2] [3] SECI Model ได้ถูกคิดค้นโดย Nonaka และ Takeuchi ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย กระบวนการในการสร้างความรู้ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่าง ความรู้ที่ชัดแจ้ง และ ความรู้ที่ฝังลึกเพื่อจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ [4] และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบสืบค้นข้อมูลมีส่วนสำคัญสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ฐานความรู้ (Knowledge Based) การรวบรวมและสืบค้นข้อมูล (Information Integration) และการนำเสนอรูปแบบการสืบค้นต่อผู้ใช้ (Querying Model) [5] โดยขั้นตอนในการเตรียมฐานข้อมูล เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้ทั้งหมดที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ นั้นมาทำการแปลง (Representation) ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ ได้แก่ การตัดคำที่ไม่จำเป็น (Stop Word) ออก การทำให้อยู่ในรูปของราก (Stem) และการหาคำเหมือน (Normalization) แล้วจึงนำเอาเอกสารที่ได้มาทำดัชนี (Indexing) ขั้นค้นหาเอกสารที่ผู้ใช้ต้องการ โดยเอาคำที่ต้องการค้นหา (Query) ทำการค้นหาเอกสารหรือองค์ความรู้ที่ต้องการจากฐานข้อมูลที่จัดทำไว้ (Searching) แล้วค้นคืนเอกสาร ที่เกี่ยวข้องให้กับผู้ใช้โดยมีลำดับของเอกสาร (Ranking) เพื่อบอกความเหมือนของเอกสาร (Similarity) กับข้อความที่ต้องการค้นหา [6]

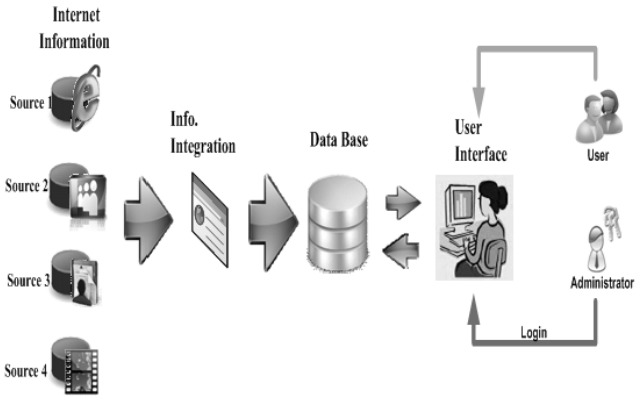
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษากระบวนการในการจัดการองค์ความรู้ จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อกับระบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ที่คอยจัดการข้อมูลต่าง ๆ และผู้ใช้ระบบ ที่สามารถสืบค้นข้อมูลองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนความรู้ภายในระบบ ข้อมูลองค์ความรู้ภายในระบบถูกรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายคอมพิวเตอร์และอาชยากรรมทางคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บทความ รูปภาพ วิดีโอ และสื่อเล็กทรอนิต่าง ๆ ที่อยู่บนอินเตอร์เน็ต ตรวจสอบและคัดกรององค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ และจัดเก็บลงในฐานข้อมูลของระบบ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ แสดงรายระเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 1 ระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ออนไลน์แบ่งส่วนผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ต้อง Login ผ่านทางหน้าหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User interface) เพื่อเข้าสู่ระบบสำหรับจัดการข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ และข้อมูลที่มีในฐานข้อมูลของระบบ ส่วนที่ 2 ส่วนผู้ใช้งานระบบ (User) ผู้ใช้งานระบบสืบค้นองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ที่สนใจโดยใช้คำค้น (Keyword) ผ่านหน้าจอการสืบค้น ระบบจะทำการประมวลผลคำค้น (Query Processing) กับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลระบบ และค้นคืน (Retrieve) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำค้น และแสดงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดให้กับผู้ใช้ผ่านหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

3.3 การพัฒนาระบบ

พัฒนาระบบโดยเขียนโปรแกรมให้ออกมาในรูปของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP และใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ในส่วนของการสืบค้นข้อมูลองค์ความรู้ ใช้หลักการสืบค้นโดยใช้หลักการค้นหาแบบ Full Text Search จัดทำดัชนีคำค้นหา (Index) จากชุดของคำ (Thai Index Library) เก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบ ระบบจะค้นหาคำจาก Index ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลและแสดงเนื้อหาที่เป็น Full Text ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2: หน้าจอแสดงผลการสืบค้นองค์ความรู้

3.4 การทดสอบและประเมินผลระบบ

การวัดประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลองค์ความรู้ในระบบ โดยหาค่าความสอดคล้อง (Recall) และค่าความสัมพันธ์ (Precision) กับข้อคำถาม โดยทำการสืบค้นด้วยข้อคำสอบถาม จำนวน 10 คำสอบถาม พบว่าเอกสารที่สอดคล้องกับคำสอบถามแสดงผลการค้นหาแต่ละคำสอบถาม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปผลการหา Recall และ Precision กับข้อคำถาม

คำค้น		Recall	Precision
1	โทษการจำคุก	1.00	1.00
2	โพสหมิ่นสถาบัน	0.67	0.67
3	ลิขสิทธิ์โปรแกรม	0.83	0.83
4	แฮกเกอร์	1.00	1.00
5	ซอฟต์แวร์ผิดกฎหมาย	0.50	0.33
6	โจรกรรมข้อมูล	0.50	0.33
7	ข้อความไม่เหมาะสม	1.00	1.00
8	การดำเนินคดี	1.00	0.57
9	คำพิพากษาศาล	1.00	1.00
10	เว็บหมิ่นเบื้อสูง	1.00	1.00

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบการค้นคืนข้อมูลพบว่าค่า Recall อยู่ในช่วง 0.5 - 1 เอกสารที่ถูกดึงมาส่วนใหญ่นั้นมีความสอดคล้องกับคำสอบถาม และค่า Precision อยู่ในช่วง 0.333-1 แดงให้เห็นว่าเอกสารที่ถูกดึงออกมาส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับคำสอบถาม

ในการประเมินคุณภาพของระบบ ผู้วิจัยทำการประเมินคุณภาพระบบ โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้จำนวน 2 กลุ่ม คือ ผู้เชียวชาญที่มีความรู้ทางด้านกฎหมาย จำนวน 10 ท่าน และ ผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 คน โดยเลือกใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ในการประเมินคุณภาพและความพึงพอใจในตัวโปรแกรม

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ออนไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ อาชยากรรมทางคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเช่น ข้อกฎหมาย ข้อมูลเกี่ยวกับตัวกฎหมาย ตัวอย่างการกระทำผิดและแนวทางในการแก้ปัญหา นำมาจัดเก็บเป็นองค์ความรู้และพัฒนาเป็นระบบองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์บนเว็บ ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: หน้าจอหลักของระบบ

ผู้ใช้งานระบบสามารถสืบค้นข้อมูลองค์ความรู้ที่ต้องการเกี่ยวกับข้อมูลและตัวอย่างกฎหมายคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบ่งเป็นส่วนของ บทความ ข่าว และ วิดีโอ ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 2

ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถสมัครสมาชิก โดยผู้ที่เป็นสมาชิกระบบสามารถแสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อกันผ่านหน้าจอเว็บบอร์ด ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: หน้าจอกระดานเว็บบอร์ดแสดงความคิดเห็น

ผู้ดูแลระบบจัดการข้อมูลองค์ความรู้ ข้อมูลสมาชิก และข้อมูลต่าง ๆ ที่มีในระบบทั้งหมดผ่านหน้าจอส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5: หน้าจอจัดการข้อมูลองค์ความรู้ สำหรับผู้ดูแลระบบ

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผลการประเมินคุณภาพของระบบจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป และ จากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านกฎหมาย สามารถสรุปผลเพื่อวัดคุณภาพของระบบจากการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	ความหมาย
1.ด้านความถูกต้องของระบบ	3.90	0.78	ดี
2.ด้านประสิทธิภาพของระบบ	3.75	0.49	ดี
3.ด้านความเหมาะสมในการใช้งานของระบบ	3.85	0.63	ดี
สรุปผลการประเมิน	3.84	0.64	ดี

จากตารางที่ 2 สรุปผลโดยรวมสำหรับผู้เชี่ยวชาญพบว่าระบบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 3.84 และค่า S.D เท่ากับ 0.64

สำหรับการประเมินเพื่อวัดคุณภาพจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	ความหมาย
1.ด้านความถูกต้องของระบบ	4.12	0.58	ดี
2.ด้านประสิทธิภาพของระบบ	4.15	0.73	ดี
3.ด้านความเหมาะสมในการใช้งานของระบบ	3.99	0.72	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.06	0.70	ดี

จากตารางที่ 3 สรุปผลโดยรวมสำหรับผู้ใช้ทั่วไปนั้นพบว่าระบบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 4.06 และค่า S.D เท่ากับ 0.70

จากการพัฒนาและผลการประเมินความพึงพอใจ ที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป โดยพิจารณาจากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ออนไลน์ ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในเกณฑ์ระดับดี และระบบมีประสิทธิภาพดีพอที่จะนำไปใช้ได้จริง และมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

5. ข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาและออกแบบระบบองค์ความรู้กฎหมายคอมพิวเตอร์ออนไลน์ จัดทำขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานได้มีความรู้เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทั้งต่อตนเอง หรือเผยแพร่เป็นความรู้ให้ผู้อื่นต่อไปในอนาคต งานวิจัยต่อไปจากนี้จึงควรพัฒนาระบบให้มีข้อมูลกฎหมายที่นอกเหนือจาก กฎหมายคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย เพื่อมุ่งหวังว่าผู้ใช้จะสามารถมารถได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับกฎหมายคอมพิวเตอร์ประเทศต่าง ๆ ผ่านระบบออนไลน์ โดยที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ในทุกสถานที่ ช่วยให้

เข้าใจถึงข้อกฎหมายด้านคอมพิวเตอร์ และมีความรู้เท่าทันกฎหมายคอมพิวเตอร์หากเกิดปัญหาขึ้น ก็สามารถที่จะนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับการสืบค้นองค์ความรู้ที่มีในระบบทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ และได้รับข้อมูลที่ตรงตามความต้องการมากที่สุด การนำเอาหลักการ Explanation จะช่วยให้ผู้ใช้ได้ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามเพิ่มมากขึ้น นอกเหนือจากการสืบค้นจากกลุ่มคำ (Index) ตรง ๆ ที่มีในเอกสาร

เอกสารอ้างอิง

[1] นโรดม กิตติเดชานุภาพ และอรรฆรัตน์ บุญยะผลานันท์. “ระบบจัดการองค์ความรู้เรื่องโรค.” The 5th National Conference on Computing and Information Technology. NCCIT, 2552.

[2] ขจรเกียรติ ธรรมบุตร และสมชาย ปราการเจริญ. “การพัฒนาระบบสืบค้นด้วยวิธีการออนโทโลยี กรณีศึกษา ข้อมูลข่าวเกี่ยวกับพลังงาน.” สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553

[3] สลิล โทไวยะ และสมชาย ปราการการเจริญ. “พัฒนาระบบสืบค้นฐานข้อมูลความรู้ในการแก้ไขปัญหาของระบบเครือข่ายแลนไร้สายด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยี.” 928-933. The 6TH National Conference on Computing and Information Technology. NCCIT2010-155, 2553

[4] วันเพ็ญ วิโรจน์เจริญวงศ์ และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ. “การพัฒนาระบบองค์ความรู้เรื่องโรคในสุนัขโดยใช้เอสอีซีไอโมเดล.” 964-969. The 6TH National Conference on Computing and Information Technology. NCCIT2010-64, 2553.

[5] ทิพย์สุรีย์ ดิรวงศ์กุศล และจิ้นอี้ แซ่เฉิน. “การวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการองค์ความรู้และการสืบค้นข้อมูลสำหรับโครงการประเทศไทยจงเจริญโดยใช้วิธีการจัดกลุ่มผลลัพธ์จากการสืบค้นบนอินเทอร์เน็ต.” 721-726. The 6TH National Conference in Computing and Information Computing and Information echnology. NCCIT, 2552.

[6] สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิฬาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย. “ระบบการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-Gram.” The 5th National Conference on Computing and Information Technology. NCCIT, 2552.

การวางแผน โครงการการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการสารสนเทศเพื่อการบริหารงานสารสนเทศเภสัชกรรม: กรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพ
Project Planning for Pharmacy Management Information System Case Study: Bangkok Hospital

อรรถวุฒิ นวลนิ่ม (Attawoot Nualnim)[1] และพรฤดี เนติโสภากุล(Ponrudee Netisopakul)[2]
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]attawoot.n@gmail.com, [2]ponrudee@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการบริหารงานสารสนเทศเภสัชกรรม ศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพในปัจจุบัน และศึกษามาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพ (Healthcare Information and Management System Society - HIMSS) และจัดทำแผนงานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้ประสบความสำเร็จได้ตรงตามเวลาที่กำหนด ตรงตามเป้าหมายที่ผู้พัฒนาระบบและผู้ใช้งานระบบต้องการและอยู่ในงบประมาณของโครงการที่ได้ตั้งใจไว้โดยมีการประเมินแผนงานทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าการวางแผนโครงการสอดคล้องกับมาตรฐาน HIMSS และครบตามองค์ประกอบการวางแผนโครงการ ทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในระดับสูง

คำสำคัญ: วางแผนโครงการ ระบบสารสนเทศ เภสัชกรรม

Abstract

The objective of this article is to investigate current situations and existing problems in a Pharmacy Management Information System and apply Healthcare Information and Management System Society (HIMSS) to develop a project plan for a new information system using at the Medical Center, Bangkok Hospital .The project plan is evaluated both qualitatively and quantitatively.

The evaluation results show that the project plan is consistent to HIMSS standard and fulfill the project planning components. Hence, the project plan has high level of possibility to succeed.

Keyword: project plan, information system, pharmacy

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันคนไทยเลือกใช้บริการโรงพยาบาลที่เหมาะกับกำลังจ่ายของตัวเองมากขึ้นเป็นผลให้การแบ่งกลุ่มลูกค้าของโรงพยาบาลเอกชนชัดเจนขึ้น ทุกโรงพยาบาลจึงต้องหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของตนเองเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านการจัดการและบริหารโดยระบบสารสนเทศ

ศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพ มีปัญหาเรื่องความล่าช้าในการให้บริการโดยเฉพาะงานในส่วนของเภสัชกรรม ได้แก่ การจัดยาและจ่ายยาให้ลูกค้า การตรวจสอบความถูกต้องในการจัดยาการตรวจสอบยอดคงเหลือของยาในคลังยา เป็นต้น

จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาปรับปรุงการให้บริการและการทำงานทางด้านเภสัชกรรมของพนักงานให้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องต่อการปฏิบัติงานยิ่งขึ้น

ทางศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพได้ยึดเอามาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพ HIMSS (Healthcare Information and Management Systems Society) เป็นแนวทางในการบริหารจัดการระบบสารสนเทศให้ดีขึ้น วัตถุประสงค์ของโครงการมีดังนี้

1. เพื่อสำรวจปัญหาและอุปสรรคของการบริหารงานเภสัชกรรมของศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพในปัจจุบัน
2. เพื่อศึกษามาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ทางด้านสุขภาพ (HIMSS)

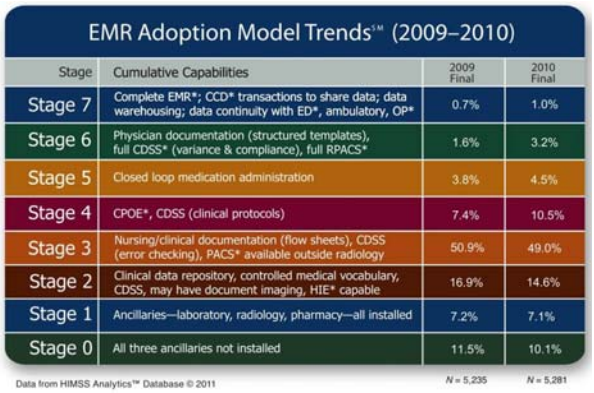
3. เพื่อจัดทำแผนงานสำหรับโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารงานเภสัชกรรมของศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพ ให้ได้ตามมาตรฐาน HIMSS

4. เพื่อประเมินแผนงาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐาน HIMSS ผู้เชี่ยวชาญด้านการวางแผนโครงการ และผู้ใช้งาน ได้แก่ เภสัชกรและผู้บริหาร

ซึ่งผลการประเมินในข้อ 4 จะเป็นเครื่องมือช่วยผู้บริหารตัดสินใจได้ว่า ควรจะพัฒนาโครงการนี้หรือไม่ คุ้มค่ากับการที่ต้องเสียเวลาและงบประมาณหรือไม่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพ HIMSS (Healthcare Information and Management Systems Society) [3] ใช้เพื่อปรับปรุงองค์กรที่ให้บริการทางด้านการดูแลสุขภาพ โดยเน้นการนำระบบสารสนเทศ มาปรับปรุงการให้บริการด้านสุขภาพให้ดีขึ้น ซึ่ง HIMSS ได้กำหนดมาตรฐาน Electronic Medical Record (EMR) ไว้ 7 ขั้นดังภาพที่ 1



EMR Adoption Model Trends℠ (2009–2010)

Stage	Cumulative Capabilities	2009 Final	2010 Final
Stage 7	Complete EMR*; CCD* transactions to share data; data warehousing; data continuity with ED*, ambulatory, OP*	0.7%	1.0%
Stage 6	Physician documentation (structured templates), full CDSS* (variance & compliance), full RPACS*	1.6%	3.2%
Stage 5	Closed loop medication administration	3.8%	4.5%
Stage 4	CPOE*, CDSS (clinical protocols)	7.4%	10.5%
Stage 3	Nursing/clinical documentation (flow sheets), CDSS (error checking), PACS* available outside radiology	50.9%	49.0%
Stage 2	Clinical data repository, controlled medical vocabulary, CDSS, may have document imaging, HIE* capable	16.9%	14.6%
Stage 1	Ancillaries—laboratory, radiology, pharmacy—all installed	7.2%	7.1%
Stage 0	All three ancillaries not installed	11.5%	10.1%
	Data from HIMSS Analytics™ Database © 2011	N = 5,235	N = 5,281

ภาพที่ 1 มาตรฐานของระบบสารเทศเพื่อการจัดการองค์กรทางด้านการดูแลสุขภาพ

Stage 0 คือองค์กรยังไม่มีระบบสารสนเทศในการทำงานแต่ต้องมีการบันทึกข้อมูลเวชระเบียน

Stage 1 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศพื้นฐานในการบริหารจัดการ ได้แก่ ระบบห้องปฏิบัติการ ระบบบริหารจัดการยา และระบบรังสีวิทยา และระบบสารสนเทศที่ทำงานผ่านอินทราเน็ท

Stage 2 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและแสดงข้อมูลทางด้านทางคลินิก (Clinical Data Repository) ที่ครอบคลุมการทำงานในการวินิจฉัยโรคและสั่งยาของแพทย์

Stage 3 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการบริหารจัดการงานด้านพยาบาล และระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางด้านคลินิก

Stage 4 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่เชื่อมต่อการสั่งยาจากแพทย์ไปสู่การจ่ายยาในแผนกเภสัชกรรม (Computerized Provider Order Entry – CPOE) ได้เป็นอย่างดี

Stage 5 คือองค์กรที่นำระบบของ RFID หรือ Barcode มาช่วยในการบริหารจัดการในการสั่งยา จัดยา และบริหารงานคลังยา โดยแต่ละระบบจะต้องทำงานเชื่อมโยงกัน และใช้ฐานข้อมูลเดียวกัน

Stage 6 คือองค์กรที่จะไม่มีกระดาษ (paperless) คือมีระบบบริหารจัดทางเอกสารอิเล็กโทรนิกส์

Stage 7 คือองค์กรที่มี Electronic Medical Record – EMR ครบถ้วนทุกกระบวนการทำงาน

ส่วนการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จะทำบนหลักการประเมินผลจากการเปลี่ยนแปลง Gleicher's Change Formula [5] ซึ่ง Richard Beckhard และ David Gleicher เป็นผู้ให้นิยามการวัดความสำเร็จของการเปลี่ยนแปลงไว้ดังนี้

D x V x F > R

D = Dissatisfaction with how things are now (ความไม่พึงพอใจต่อสภาวะในปัจจุบัน)

V = Vision of what is possible (มุมมองความเป็นไปได้ในอนาคต)

F = First, concrete steps that can be taken towards the vision (ก้าวแรกที่มั่นคงสู่การเปลี่ยนแปลง)

R = Resistance (การต่อต้านการเปลี่ยนแปลง)

ถ้าค่า D x V x F > R แสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่การเปลี่ยนแปลงจะประสบความสำเร็จ

3. การดำเนินงาน

3.1 การสำรวจระบบงานปัจจุบัน

ได้มีการสำรวจระบบงานปัจจุบันโดยใช้คำถามเปิดในการสัมภาษณ์ทีมหัวหน้าเภสัชกรจำนวน 20 คนและนายแพทย์ 10

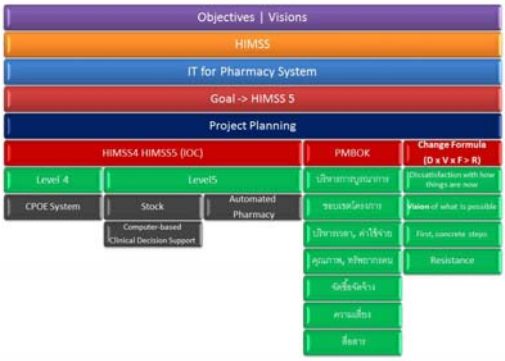
คน โดยประเด็นที่สัมภาษณ์คือกระบวนการทำงานทางด้านงานเภสัชกรรมในปัจจุบันว่ามีการทำงานและปัญหาอย่างไรบ้าง และรวบรวมข้อมูล สรุปเป็นเอกสารข้อกำหนดความต้องการของผู้ใช้งานระบบการพัฒนาระบบสารสนเทศทางเภสัชกรรมศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพ[8] ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่าทางโรงพยาบาลได้รับมาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพในระดับที่ 3 ตามรายละเอียดในตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทำงานของผู้ใช้งานกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพ

มาตรฐาน HIMSS	**สภาพปัจจุบัน**	**ผลสรุปการวิเคราะห์กระบวนการ**
Stage 0 คือองค์กรยังไม่มีระบบสารสนเทศในการทำงานแต่ต้องมีการบันทึกข้อมูลเวชระเบียน	มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโรงพยาบาลที่ชื่อว่า Trakcare ซึ่งระบบมีฟังก์ชั่น EMR (Electronic Medical Record-EMR) คือ ระบบการให้บริการเวชระเบียนอิเล็กโทรนิกส์ ใช้บันทึกข้อมูลเวชระเบียนซึ่งสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้งานอยู่	ผ่านมาตรฐานระดับ 0 เนื่องจากมีระบบสารสนเทศรองรับการบันทึกข้อมูลเวชระเบียน
Stage 1 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศพื้นฐานในการบริหารจัดการได้แก่ ระบบห้องปฏิบัติการ ระบบบริหารจัดการยา และระบบรังสีวิทยา และระบบสารสนเทศที่ทำงานผ่านอินทราเน็ท	มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโรงพยาบาลที่ชื่อว่า Trakcare ซึ่งระบบมีฟังก์ชั่น Laboratory / Radiology คือ ระบบห้องแล็บและระบบด้านรังสีวิทยา และ Pharmacy ระบบบริหารเวชภัณฑ์ รองรับการทำงานของผู้ใช้งานอยู่ และมีการเชื่อมต่อระบบแบบ LAN	ผ่านมาตรฐานระดับ 1 เนื่องจากทางโรงพยาบาลมีระบบสารสนเทศข้อมูลพื้นฐานและระบบมีการเชื่อมต่อการทำงานระบบแบบ LAN
Stage 2 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูลทางด้านทางคลินิก (Clinical Data Repository) ที่ครอบคลุมการทำงานในการวินิจฉัยโรคและสั่งยาของแพทย์	มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโรงพยาบาลที่ชื่อว่า Trakcare ซึ่งระบบมี EMR (Electronic Medical Record-EMR) คือระบบการให้บริการเวชระเบียนรองรับการทำงานการวินิจฉัยโรคและสั่งยาของแพทย์	ผ่านมาตรฐานระดับ 2 เนื่องจากทางโรงพยาบาลมีระบบสารสนเทศข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยในการเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูลทางด้านทางคลินิก
Stage 3 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการบริหารจัดการงานด้านพยาบาล และระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางด้านคลินิก	มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานพยาบาลเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศโรงพยาบาลรองรับการทำงานของพยาบาล	ผ่านมาตรฐานระดับ 3 เนื่องจากมีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการบริหารจัดการงานด้านพยาบาล
มาตรฐาน HIMSS	**สภาพปัจจุบัน**	**ผลสรุปการวิเคราะห์กระบวนการ**
Stage 4 คือองค์กรที่มีระบบสารสนเทศที่เชื่อมต่อการสั่งยาจากแพทย์ไปสู่การจ่ายยาในแผนกเภสัชกรรม Computerized Provider Order Entry – (CPOE) ได้เป็นอย่างดี	มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโรงพยาบาลที่ชื่อว่า Trakcare ใช้ในการสั่งยาให้กับผู้ป่วยแต่ยังทำงานได้ยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ กระบวนการทำงานยังไม่ครอบคลุมผู้ใช้งานระบบในกระบวนการบางอย่าง ซึ่งทำให้เกิดการผิดพลาดและล่าช้าในการทำงาน	ยังไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากยังกระบวนการทำงานยังไม่ครอบคลุมผู้ใช้งานระบบ กระบวนการบางอย่างระบบยังไม่สามารถทำได้ทำให้เกิดการผิดพลาดและล่าช้าในการทำงาน
Stage 5 คือองค์กรที่นำระบบของ RFID หรือ Barcode มาช่วยในการบริหารจัดการในการสั่งยา จัดยา และบริหารงานคลังยา โดยแต่ละระบบจะต้องทำงานเชื่อมโยงกัน และใช้ฐานข้อมูลเดียวกัน	ในการจัดยาในปัจจุบันเมื่อเภสัชกรได้รับใบสั่งยาจากระบบ Trakcare แล้ว เภสัชต้องทำการพิจารณาเองว่าจะไปหยิบยาที่ใด ไม่มีเครื่องมือที่จะช่วยในการทำงานนี้ และการทำงานด้านเภสัชกรยังอยู่ในรูป File Excel ไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศที่โรงพยาบาลมีอยู่ได้	ยังไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากยังกระบวนการทำงานยังไม่มี RFID หรือ Barcode มาช่วยในการบริหารจัดการในการสั่งยา จัดยา และบริหารงานคลังยา โดยแต่ละระบบจะต้องทำงานเชื่อมโยงกันและใช้ฐานข้อมูลเดียวกัน
Stage 6 คือองค์กรที่จะไม่มีกระดาษ (paperless) คือมีระบบบริหารจัดทางเอกสารอิเล็กโทรนิกส์ เช่น การบันทึกคำวินิจฉัยของแพทย์ในรูปแบบที่กำหนดไว้ ระบบสื่อสารและจัดเก็บภาพรังสี	กระบวนการทำงานของโรงพยาบาลในปัจจุบันยังมีการเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสารอยู่ เช่น เอกสารการใช้ยาของผู้ป่วย แฟ้มประวัติคนไข้เอกสารรายงานสรุปการปฏิบัติการของแพทย์ เป็นต้น	ยังไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากองค์กรยังเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสารอยู่
Stage 7 คือองค์กรที่มี Electronic Medical Record – EMR ครบถ้วนทุกกระบวนการทำงาน	กระบวนการบางอย่างยังเก็บข้อมูลเป็น File Excel และไม่มีเครื่องช่วยในการทำงาน	ยังไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากยังไม่มีระบบสารสนเทศช่วยในการทำงาน

ทั้งคลังข้อมูล ระบบรถพยาบาลฉุกเฉิน ไปจนถึงระบบคนไข้นอก		ได้ทุกกระบวนการทำงาน

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่าจากการสำรวจระบบงานปัจจุบันพบว่าทางโรงพยาบาลมีระบบสารสนเทศทางโรงพยาบาลที่ยังขาดการบริหารจัดการงานทางด้านเภสัชกรรมเป็นอย่างมากส่งผลกระทบให้เภสัชกรและแพทย์ไม่มีประสิทธิการทำงานดีพอ



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละกระบวนการ ที่มุ่งไปสู่มาตราฐาน HIMSS

หลังจากที่ได้มีการสำรวจกระบวนการทำงานปัจจุบันแล้ว ได้มีการนำเสนอกับที่ผู้บริหารในที่ประชุมถึงปัญหาที่พบ และในที่ประชุมมีความคิดเห็นว่า ทางผู้บริหารต้องการต้องการให้ทางโรงพยาบาลได้รับมาตรฐานระบบสารสนเทศใน Stage 5 ซึ่งองค์กรต้องมีการปรับปรุงระบบสารสนเทศที่เชื่อมต่อการสั่งยาจากแพทย์ไปสู่การจ่ายยาในแผนกเภสัชกรรม (Computerized Provider Order Entry – CPOE) ให้รองรับกับกระบวนการทำงาน[8] ให้ดีขึ้นสอดคล้องกับมาตรฐานระบบสารสารสนเทศใน Stage 4 และพัฒนาระบบการจัดการทางเภสัชกรขึ้นมาให้รองรับกระบวนการทำงาน[8] ของเภสัชกรให้สอดคล้องกับมาตรฐานระบบสารสารสนเทศใน Stage 5 ภายในเดือนกันยายน 2556 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโรงพยาบาล เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจโรงพยาบาลและ การเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ปี 2558

3.2 การบริหารขอบเขต

ขอบเขตงานหรือคุณสมบัติของระบบไว้ดังนี้

งานด้านบริหารเวชภัณฑ์ พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารคลังยาและเวชภัณฑ์ เพื่อรองรับมาตรฐาน HIMSS ระดับที่ 5

งานด้านบริการเภสัชกรรม ปรับปรุงระบบการสั่งการรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Physician Order Entry, CPOE) ซึ่งเป็นระบบที่นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยลดปัญหาการสั่งยาให้คนไข้ผิดเพื่อรองรับมาตรฐาน HIMSS ระดับที่ 4

พัฒนาระบบยาอัตโนมัติ (Automated Pharmacy System) Closed-Loop Medication Management ซึ่งกระบวนการนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้ตรงตามมาตรฐาน HIMSS ระดับที่ 5

งานด้านบริบาลเภสัชกรรม พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Computer-based Clinical Decision Support) เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้ใช้งาน ตามมาตรฐาน HIMSS ระดับที่ 4

งานด้านการปรุงยาและแบ่งบรรจุพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อรองรับมาตรฐาน HIMSS ระดับที่ 5

3.3 การบริหารเวลา

เพื่อให้แผนงานบริหารโครงการสำเร็จไปตามเป้าหมายและเสร็จทันตามกำหนดเวลา ดังนั้นสามารถระบุงานหรือกิจกรรมทั้งหมดของโครงการได้ดังนี้

งาน A: จัดเตรียมทีมงานในระยะก่อนดำเนินการ

งาน B:ศึกษามาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านสุขภาพ HIMSS และระบบสารสนเทศที่ใช้ในการพัฒนาโรงพยาบาลในส่วนของเภสัชกรรม

งาน C:วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทำงานด้วยระบบเดิมกับระบบใหม่ที่จะพัฒนา

งาน D: สรุปความแตกต่างระหว่างกระบวนการทำงานของผู้ใช้งานหลักเปรียบเทียบกับระบบ

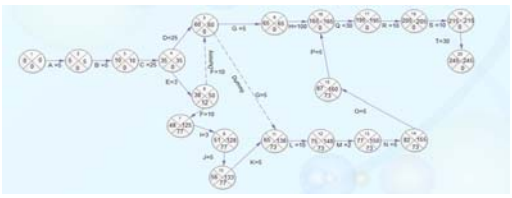
งาน E: ออกแบบกระบวนการทำงาน

งาน F: ทำการประชุมร่วมกับผู้ใช้งานระบบเพื่อเตรียมข้อมูลหรือประเด็นต่างๆ ที่น่าสนใจ

งาน G: ทำการสรุปเอกสารการออกแบบ ทำการส่งมอบเอกสารการออกแบบเพื่อให้ลูกค้าพิจารณาอนุมัติ

งาน H: จัดเตรียมเอกสารแสดงข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของโปรแกรมเพื่องานเฉพาะอย่าง (Customization Specification)
งาน I: จัดทำเอกสารเพื่อสรุปรายการเพื่อสรุปรายการ Patch ที่จะต้องลงบน (Production)
งาน K: จัดทำใบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
งาน L: จัดทำเอกสารเพื่อฝึกอบรม Key user และ End user ดำเนินการฝึกอบรม Key user และ End user
งาน M: ทำการ cloning จากเครื่องProduction
งาน N: จัดทำเอกสารระบุประเด็นที่ต้องการทดสอบใช้งานระบบ(Test)
งาน O: จัดเตรียมข้อมูลพื้นฐานแล้วส่งให้ Key user ทำการตรวจสอบ ทำการสร้างข้อมูลพื้นฐานในระบบ (Test)ทำการ back up ข้อมูลของระบบ
งาน P: สร้างข้อมูลเพื่อทำการยกยอดเข้าสู่ระบบ (Test) ทำการ back up ข้อมูลของระบบ
งานQ: ทำการประชุมร่วมกับ Key user เพื่อแจ้งวิธีการทดสอบระบบ (Test)
งาน R: ทำการลง Patch ทั้งหมดบน ระบบ (Production) ทำการติดตั้ง Customization Program
งาน S: ประชุมเพื่อเตรียมความพร้อมการขึ้นระบบ ทำการยกยอดข้อมูลล่าสุดเข้าระบบ
งาน T: ให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหา ในการใช้งานโดยที่ปรึกษา

ในบทความชิ้นนี้ใช้เทคนิคสายงานวิกกฤต สำหรับโครงการนี้เริ่มต้นวันที่ 21/09/2555เวลาสิ้นสุดโครงการ 29/08/2556 เวลาทำงาน 245 วันทำงาน ได้ตามภาพที่ 2 นี้



ภาพที่ 3 Network Planning Model ในแบบของ Activity-on-Arrow

จากภาพที่ 3 พบว่า Critical Path งานต้องได้รับความสนใจในการควบคุมดูแลเป็นพิเศษเพื่อป้องกันความล่าช้าของโครงการ ประกอบด้วยงาน เหล่านี้ A -> B -> C ->D -> G -> H -> Q -> R -> S -> T: 5 + 5 + 25 + 25 + 5 + 100 + 30 + 10 + 10 + 30 = 245 วัน ดังนั้น โครงการจะสำเร็จตามแผนที่วางไว้ จะใช้เวลามากสุดคือ 245 วัน (วันทำงาน ไม่รวมวันหยุด)

3.4 การบริหารความเสี่ยง

ในกรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นเฉพาะความเสี่ยงที่อยู่ในระดับ สูงมาก และ สูง การกำหนดกลยุทธเพื่อจัดการเมื่อความเสี่ยงเกิดขึ้นและผู้รับผิดชอบ ทำโดยการระดมความคิดกันภายในทีมงาน แผนรองรับความเสี่ยงดังนี้

1. ผู้รับเหมาช่วงไม่สามารถส่งมอบงานได้ตามตกลงซึ่งแผนรองรับความเสี่ยงคือ เปลี่ยนจากการควบคุมผู้รับเหมาช่วงเป็นการควบคุมพนักงานประจำ ความเสี่ยงนี้อยู่ในระดับสูง
2. ระยะเวลาที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอซึ่งแผนรองรับความเสี่ยงคือประเมินเวลาและงบประมาณที่เพิ่มแล้วแจ้งผู้เกี่ยวข้องรับทราบ ความเสี่ยงนี้อยู่ในระดับสูง
3. ความต้องการของผู้ใช้งานระบบไม่ถูกระบุไว้อย่างชัดเจนซึ่งแผนรองรับความเสี่ยงคือเพิ่มความต้องการของผู้ใช้งานระบบเปรียบเทียบความแตกต่าง ประเมินผลกระทบและแจ้งผู้ใช้งานระบบทราบ ความเสี่ยงนี้อยู่ในระดับสูง
4. เนื้องานไม่ครอบคลุมขอบเขตที่ตกลงกันไว้ซึ่งแผนรองรับความเสี่ยงคือเพิ่มเนื้องานให้ครอบคลุมขอบเขตที่ตกลงกันไว้ ความเสี่ยงนี้อยู่ในระดับสูง

4. การประเมินแผนโครงการ

การประเมินแผนงานทำโดยการส่งแผนโครงการให้กับผู้เชี่ยวชาญด้านสารสนเทศทางด้านสุขภาพและการบริหารโครงการ ผู้ใช้งานระบบ(เภสัชกร) และคณะผู้บริหารโรงพยาบาล ทำการประเมินดังนี้

วิธีเสวนากลุ่ม ซึ่งหัวข้อในการเสวนาในครั้งนี้คือเป็นการเสวนาเรื่องของแผนที่ได้จัดทำสอดคล้องกับมาตรฐานระบบสารสนเทศทางด้านการดูแลสุขภาพ (HIMSS) หรือไม่และได้ตรงกับความต้องการของผู้บริหารหรือไม่ (HIMSS Stage 5) ซึ่งผลการประเมินแบบคุณภาพสรุปได้ตามรายละเอียดดังนี้

จากมาตรฐานระบบสารสนเทศระดับที่ 4 ถ้าในทีมงานสามารถพัฒนาระบบได้ตรงตามที่ได้กำหนดขอบเขตงานนี้ได้ ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ประเมินแผนงานเห็นว่า โรงพยาบาลมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับมาตรฐานในระดับที่ 4 นี้ได้

จากมาตรฐานระบบสารสนเทศระดับ 5 ตามมาตรฐานดังกล่าว ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ประเมินแผนงานเห็นว่าโรงพยาบาลมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับมาตรฐานในระดับที่ 5 นี้ได้

วิธีสำรวจ ได้ติดต่อผู้จัดการโครงการให้เป็นผู้ประสานงานเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบรายชื่อ จำนวนผู้ใช้งานระบบ (เภสัชกร) ที่จะตอบแบบสอบถามจะต้องเกี่ยวข้องกับระบบงานเท่านั้น จำนวนแบบสอบถามที่ส่งออกทั้งหมด 103 คน จากโดยมีแบบสอบถามที่ตอบกลับจำนวน 95 คน การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะใช้สูตรของยามาเนะ (Yamane) ผลการคำนวณจากจำนวนทั้งหมด 103 คน ได้จำนวน 77 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีผู้ตอบแบบสอบถาม 95 คน จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น หัวข้อที่นำมาสอบถามคือเรื่องของความพึงพอใจและเห็นด้วยกับแผนที่ได้พัฒนาไว้หรือไม่

จากข้อมูลผลการประเมินแผนจากตารางที่ 4 ผู้วิจัยได้เอาหลักการ Change Formula ที่ได้กล่าวไว้ในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาทำการประเมินซึ่งผลการประเมินได้ค่า D = 41% x V= 47.5% x F=64% = ค่าผลการคุณที่ได้คือ12.46% ซึ่งผลคะแนนที่ได้มีค่ามากกว่า R ที่ได้คะแนนคือ 5.4% สรุปได้ว่าเป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้งานระบบมาก

วิธีเสวนากลุ่ม หัวข้อที่จะทำการสนทนาคือเนื้อหาของแผนครบถ้วนหรือไม่ ตรงตามมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งผลการประเมินสรุปได้ว่า แผนงานมีรายละเอียดที่ครบถ้วนตามมาตรฐานการทำแผนงานโครงการ ระบบสารสนเทศ และแผนงานมีการควบคุมระยะเวลา งบประมาณอยู่ในระดับดี และได้กำหนดขอบเขตงานได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการได้ดี ฉะนั้นเห็นสมควรที่จะให้ปฏิบัติงานได้ตามแผน

5. สรุปผลงานวิจัย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ ได้แก่ การบริหารโครงการ (PMBOK) การจัดการความเปลี่ยนแปลง (Gleicher's Change Formula) และมาตรฐานระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านสุขภาพ

ผลลัพธ์จากการวางแผนโครงการคือ ได้แผนงานโครงการที่มีกำหนดวันที่ เริ่มโครงการวันที่21/09/2555 เวลาสิ้นสุดโครงการ 29/08/2556รวมระยะเวลาทำงาน 245 การวางแผนมีรายละเอียดกระบวนการทำงานได้ครบตามมาตรฐาน HIMSS มีแนวโน้มจากประสบความสำเร็จตามมาตรฐาน HIMSS Stage 5 และ ค่าผล การประเมินองค์กรด้วย Change Formula ซึ่งผลการประเมินได้ค่า DxVxF = 41% x 47.5% x 64% = 12.46% > R = 5.4% สรุปได้ว่าเป็นที่พึงพอใจมากและผู้บริหารเห็นสมควรที่จะให้พัฒนาระบบตามแผนงานนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Bob Hughes, Mike Cotterell. "Software Project Management," *4th edition.McGraw-Hill Companies*, 2007

[2] Brown C, Bostrom R. "Organization designs for the management of end-user computing: Reexamining the contingencies." *Journal of Management Information Systems*, 1994;10 (183-211)

[3] HIMSS *Healthcare Inaformation and Management Systems Society. 2012.* [Online]. Accessible :http://www.himssanalytics.org/home/index.aspx. (1 September 2012).

[4] Institute of Medicine (U.S.)..Committee on Quality of Health Care in America. Crossing the quality chasm : *a newhealth system for the 21st century. Washington, D.C.: National Academy Press*, 2001

[5] Prosci's change management maturity model. [Online]. Accessible: http://www.change-management.com/Prosci-CM-Maturity-Model-writeup.pdf, 2012.

[6] Schwalbe. K. "Information Technology Project Management. (PMBOK)" *5th edition. MA.: Thomson.* 2007.

[7] World Health Organization..Essential Health Technologies. *In. Geneva: World Health Organization.* 2004.

[8] อรรถวุฒิ นวลนิ่ม และสุพรรณิการ์ ธรรมกรสุขศิริ , "เอกสารข้อกำหนดความต้องการของผู้ใช้งานระบบการพัฒนาระบบสารสนเทศทางเภสัชกร ศูนย์การแพทย์โรงพยาบาล 1.0" , ธันวาคม 2555.

[9] อรรถวุฒิ นวลนิ่ม , "การประชุมโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศทางด้านเภสัชกรครั้งที่1", รายงานการประชุมผู้บริหารโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศทางด้านเภสัชกร,ศูนย์การแพทย์โรงพยาบาลกรุงเทพ, ตุลาคม 2555.

[10] อินฟอซอฟต์ "คู่มือการใช้งานระบบ Trakcare HIS" ,ศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลกรุงเทพ, กรกฎาคม 2553.

เครื่องมือสำหรับการขยายแบบจำลองความสามารถการจัดการความรู้
Tool for Extended Knowledge Management Capability Model

กมลชัย อัศวชัยพร (Kamolchai Asavachaiporn)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล (Nakornthip Prompoon)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]Kamolchai.A@student.chula.ac.th, [2]Nakornthip.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การขยายแบบจำลองความสามารถการจัดการความรู้หรืออีเคเอ็มซีเอ็ม [1] เป็นแบบจำลองการจัดการความรู้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์หรือเอสพีไอ โดยมีจุดมุ่งหมายให้องค์กรที่มีความสนใจในการจัดการความรู้และมีการทำเอสพีไอที่เลือกใช้มาตรฐานของซีเอ็มเอ็มไอภายในองค์กรสามารถเลือกระดับการจัดการความรู้ไปปฏิบัติตามความพร้อมขององค์กรตนเองได้ โดยได้มุ่งเน้นแนวทางปฏิบัติในมุมมองสามด้าน ได้แก่ กระบวนการ ทรัพยากรบุคคล และเทคโนโลยี แต่อย่างไรก็ตามอีเคเอ็มซีเอ็มไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดอย่างชัดเจนในการสร้างเครื่องมือตามมุมมองเทคโนโลยีที่นำเสนอ ทำให้องค์กรที่นำการจัดการความรู้สำหรับเอสพีไอมาปฏิบัติตามแนวทางอีเคเอ็มซีเอ็มยากที่จะทำความเข้าใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการจัดการเนื้อหาเชิงวิสาหกิจ (อีซีเอ็ม) ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ในการปรับแต่งเพื่อให้ได้เครื่องมือสำหรับการจัดการความรู้ตามแนวทางอีเคเอ็มซีเอ็ม โดยองค์กรสามารถนำไปใช้สนับสนุนให้สามารถบรรลุระดับความสามารถที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: อีเคเอ็มซีเอ็ม การจัดการความรู้ การปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ อีซีเอ็ม อัลเฟรสโก้

Abstract

The Extended Knowledge Management Capability Model (EKMCM) [1] is a Knowledge Management (KM) model for Software Process Improvement (SPI). The purpose of this model is to help organizations which are interested in KM and implemented SPI based on CMMI. Any organization may select the KM Level according to the readiness of the organization. EKMCM is focused on 3 aspects: Process, Organization and Technology. However, EKMCM does not explicitly explain how to create a supporting tool according to the technology aspect. It is quite difficult for any organization to understand how to achieve according to the EKMCM requirements. Therefore, this paper presents Enterprise Content Management (ECM) customization by applying software engineering principles to develop a supporting tool. Any organization with the goal of achieving EKMCM can be applied our tool to effectively meet the high capability level.

Keyword: EKMCM, Software Process Improvement, ECM, Alfresco

1. บทนำ

การขยายแบบจำลองความสามารถการจัดการความรู้ หรืออีเคเอ็มซีเอ็ม [1] เป็นแบบจำลองการจัดการความรู้สำหรับการทำเอสพีไอ ซึ่งจะบอกแนวทางการจัดการความรู้ในแต่ละระดับโดยสนใจมุมมองสามด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการ ด้านทรัพยากรบุคคล และด้านเทคโนโลยี โดยนำเสนอในรูปแบบลักษณะประจำของกระบวนการ (Process Attributes) เพื่อให้องค์กรสามารถเลือกนำไปปฏิบัติตามความพร้อมของแต่ละองค์กรได้ หากองค์กรได้นำความรู้การทำเอสพีไอที่เกิดจากการจัดการความรู้อย่างเป็นระบบไปประยุกต์ใช้และปฏิบัติตาม โดยมีการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม จะมีประโยชน์ เช่น ทำให้ได้ผลผลิตและสมรรถนะของโครงการต่างๆ โดยรวมดีขึ้น อาจส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตซอฟต์แวร์

และเวลาที่ใช้นั้นลดลง รวมถึงโอกาสในการส่งมอบงานให้ลูกค้าได้ตรงตามเวลามากยิ่งขึ้น ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ เป็นต้น อีเคเอ็มซีเอ็มได้กล่าวถึงมุมมองด้านเทคโนโลยีสำหรับการสนับสนุนการจัดการความรู้ในแต่ละระดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่ได้ระบุรายละเอียดชัดเจนสำหรับการสร้างเครื่องมือให้เป็นไปตามมุมมองของเทคโนโลยี ทำให้องค์กรที่ต้องการนำอีเคเอ็มซีเอ็มไปปฏิบัติยากที่จะทำความเข้าใจ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ การปรับแต่งเครื่องมือสำหรับการจัดการความรู้ โดยใช้การจัดการเนื้อหาเชิงวิสาหกิจหรืออีซีเอ็ม เนื่องจากอีซีเอ็มมีความสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดการความรู้ได้ เช่น การสร้างดัชนี สำหรับทำการสืบค้นความรู้ที่ถูกจัดเก็บ รวมถึงความสามารถในการแบ่งปันความรู้ให้กับผู้อื่น ซึ่งจะถูกนำมาใช้สนับสนุนอีเคเอ็มซีเอ็มให้บรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในหัวข้อถัดไปของการนำเสนอบทความงานวิจัยประกอบไปด้วย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิดและวิธีวิจัย กรณีศึกษา สรุปงานวิจัยและแนวทางการพัฒนา

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการความรู้

ความรู้จำแนกเป็นสองประเภท [2] ได้แก่ ความรู้แฝงเร้น (Tacit Knowledge) ซึ่งจะถือเป็นความรู้ที่อยู่ในรูปแบบของความคิดของแต่ละบุคคล และความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบ บทความ ตำรา ฐานข้อมูล การแปลงความรู้แฝงเร้นให้เป็นความรู้ชัดแจ้งเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการความรู้ที่เหมาะสม โดยการจัดการความรู้ต้องประกอบด้วยสี่ส่วนย่อยเป็นอย่างน้อย [3], [4] เช่น การสร้างความรู้และจับยึดความรู้ (Knowledge Creation and Capture) แบ่งปันความรู้และเติมแต่งความรู้ (Knowledge Sharing and Enrichment) การบันทึกข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูล (Information Storage and Retrieval) การเผยแพร่ความรู้ (Knowledge dissemination) เพื่อให้การจัดการความรู้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยด้านเทคโนโลยี ด้านองค์กรและด้านบุคคล [5] รวมถึงปัจจัยการสร้างแรงบันดาลใจในการใช้งาน [6], [7], [8], [9], [10], [11] เพื่อกระตุ้นให้บุคลากรมีส่วนร่วมใช้งานการจัดการความรู้ภายในองค์กร

2.2 การจัดการเนื้อหาเชิงวิสาหกิจหรืออีซีเอ็ม

แนวความคิดของอีซีเอ็ม (ECM: Enterprise Content Management) เกิดจากความต้องการการบูรณาการการจัดการของข้อมูลประเภทโครงสร้าง กึ่งโครงสร้าง และไม่มีโครงสร้าง [12] โดยเป็นรูปแบบของการจัดการเนื้อหา การสร้างดัชนีสำหรับการค้นหา การกำหนดอายุการใช้งานของเนื้อหา รวมถึงการสร้างกระแสงานเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากความสามารถของอีซีเอ็มแล้วพบว่ามีความเหมาะสมในการสนับสนุนการจัดการความรู้

2.3 ไอเอสโอ / ไออีซี 9126: วิศวกรรมซอฟต์แวร์ – คุณภาพผลิตภัณฑ์ (ISO/IEC 9126: Software Engineering - Product Quality)

ไอเอสโอ / ไออีซี 9126 [13] เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ใช้ในการประเมินคุณภาพจากผู้ใช้งานและประเมินคุณภาพสำหรับผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่มาตรฐานนี้ระบุได้ โดยงานวิจัยนี้จะมองถึงคุณภาพของภายนอกและภายใน (Internal and External Quality) ซึ่งมีคุณลักษณะของคุณภาพ 6 ประเภท ได้แก่ 1) การทำงาน (Functionality) จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานมีความเหมาะสมต่อการใช้งานหรือไม่ 2) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) จะกล่าวถึงการทำงานพบปัญหาสามารถกู้คืนการใช้งานกลับมาได้หรือไม่ 3) การใช้งาน (Usability) จะกล่าวถึงการสามารถใช้งานผลิตภัณฑ์ได้ง่าย 4) ประสิทธิภาพ (Efficiency) จะกล่าวถึงความสามารถในการลดเวลาการทำงานและลดการใช้งานทรัพยากรบุคคล 5) การบำรุงรักษา (Maintainability) จะกล่าวถึงความสามารถในการวิเคราะห์ ปรับปรุง ทดสอบผลิตภัณฑ์ 6) ความสามารถในการพกพา (Portability) จะกล่าวถึงการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้หลายช่องทาง รวมถึงสามารถทำงานร่วมกัน และใช้แทนที่กันได้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อีเคเอ็มซีเอ็ม [1] เป็นแบบจำลองการจัดการความรู้ซึ่งผนวกบริบทการทำเอสพีไอเพื่อให้องค์กรที่มีความสนใจในการจัดการความรู้และมีการทำเอสพีไอซึ่งเลือกใช้มาตรฐานของซี

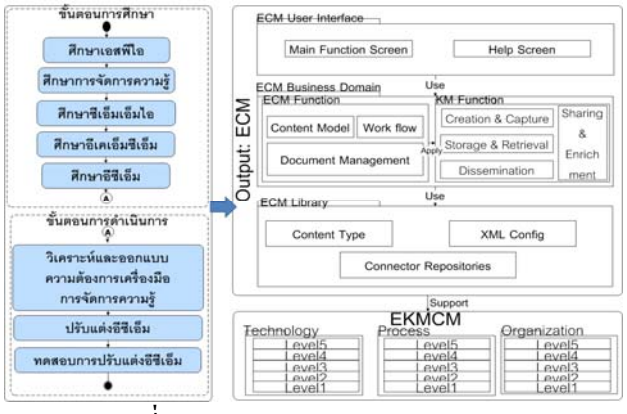
เอ็มเอ็มไอภายในองค์กรสามารถเลือกนำไปปฏิบัติตามความพร้อมขององค์กรตนเองได้ อีเคเอ็มซีเอ็มได้ทำการแบ่งระดับการจัดการความรู้เป็นห้าระดับ ตั้งแต่ระดับที่หนึ่งถึงระดับที่ห้า ซึ่งนำเสนอแนวทางปฏิบัติในรูปแบบลักษณะประจำ (Process Attributes) ที่สนใจมุมมองด้านกระบวนการ การจัดการทรัพยากร และเทคโนโลยี อย่างไรก็ตามในมุมมองเทคโนโลยีงานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดการสร้างเครื่องมือในการสนับสนุนการจัดการความรู้ตามมุมมองเทคโนโลยีที่กำหนด

งานต่อมาเป็นขององค์กรการเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชียหรือเอพีโอ (APO: Asian Productivity Organization) [14] ซึ่งเป็นองค์กรจัดตั้งเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก ได้จัดทำเอกสารสำหรับสรุปเครื่องมือในการจัดการความรู้ โดยมีจุดประสงค์ให้บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ เช่น ผู้ให้คำปรึกษาด้านการจัดการความรู้ หรือผู้ฝึกหัดการจัดการความรู้ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการความรู้ ซึ่งเอกสารนี้ได้สรุปกลยุทธ์รวมถึงเครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนการจัดการความรู้ โดยเครื่องมือและกลยุทธ์ทางด้านไอทีที่สนับสนุนการจัดการความรู้ ได้แก่ ระบบจัดการเอกสาร (Document Management System) การสร้าง Wiki เป็นต้น

สำหรับ N. Mamaghani และคณะ [7] งานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการความรู้ระหว่างปี 1997 ถึง 2009 และได้ใช้วิธีเดลฟาย (Delphi Technique) ในการสรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการจัดการความรู้ โดยออกมาได้ผลลัพธ์เป็นสี่กลุ่ม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการความรู้มากที่สุดได้แก่ กลยุทธ์ทางด้านความรู้ (Knowledge Strategy) การสนับสนุนการจัดการ (Management Support) การให้กำลังใจในการสร้างแรงบันดาลใจ (Motivational Encouragement) และโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคนิค (Technical Infrastructure)

4. แนวคิดและวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอการปรับแต่งอีซีเอ็ม เพื่อสร้างเครื่องมือสำหรับการสนับสนุนการจัดการความรู้ เนื่องจากมีความสามารถเหมาะสมต่อการจัดการความรู้ [14] ภายใต้แบบจำลองอีเคเอ็มซีเอ็ม [1] โดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในการสร้างลำดับขั้นตอน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่หนึ่งขั้นตอนการศึกษา ซึ่งจะมีการศึกษาเอสพีไอ การจัดการความรู้ ซีเอ็มเอ็มไอ อีเคเอ็มซีเอ็ม และอีซีเอ็ม เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับขั้นตอนถัดไป และขั้นตอนที่สอง ขั้นตอนการดำเนินการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสำหรับการสนับสนุนการจัดการความรู้ โดยจะนำผลลัพธ์จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการออกแบบวิเคราะห์ความต้องการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการปรับแต่งอีซีเอ็ม 2) ขั้นตอนการปรับแต่งอีซีเอ็ม ทำการปรับแต่งตามการวิเคราะห์จากขั้นตอนก่อนหน้า 3) ขั้นตอนการทดสอบ ได้แบ่งการตรวจสอบเป็นสองด้านได้แก่ การตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงาน และการตรวจสอบคุณภาพของอีซีเอ็มที่ถูกปรับแต่ง



ภาพที่ 1: แนวคิดการออกแบบการปรับแต่งอีซีเอ็ม

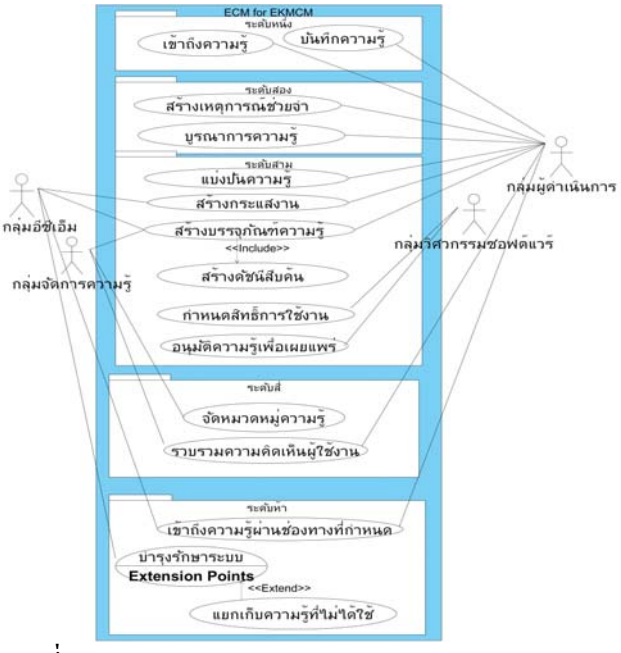
ผลลัพธ์จะได้เป็นอีซีเอ็มซึ่งสนับสนุนอีเคเอ็มซีเอ็มในแต่ละระดับการจัดการความรู้ โดยได้แบ่งเป็น 1) ส่วนของหน้าจอการใช้งาน (ECM User Interface) ประกอบด้วยหน้าจอหลักและหน้าจอสำหรับการช่วยเหลือ 2) ส่วนของฟังก์ชันการใช้งาน (ECM Business Domain) จะกล่าวถึงฟังก์ชันการทำงานหลักของอีซีเอ็ม ซึ่งจะต้องปรับแต่งเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการความรู้ [3], [4] และ 3) ส่วนของไลบรารีการใช้งาน (ECM Library) ซึ่งอีซีเอ็มจะใช้งานไลบรารีเพื่อสนับสนุนฟังก์ชันการทำงานหลักของอีซีเอ็ม เช่น ไฟล์ตั้งค่าเอกซ์เอ็มแอล (XML Config) สำหรับการกำหนดค่าเบื้องต้นสำหรับการแสดงผลของแต่ละหน้าจอการใช้งาน เป็นต้น

5. กรณีศึกษาตัวอย่างการปรับแต่งอีซีเอ็มสำหรับการสนับสนุนการจัดการความรู้โดยอัลเฟรสโก้

งานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์อีซีเอ็ม ได้แก่ อัลเฟรสโก้ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการปรับแต่งอัลเฟรสโก้แต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

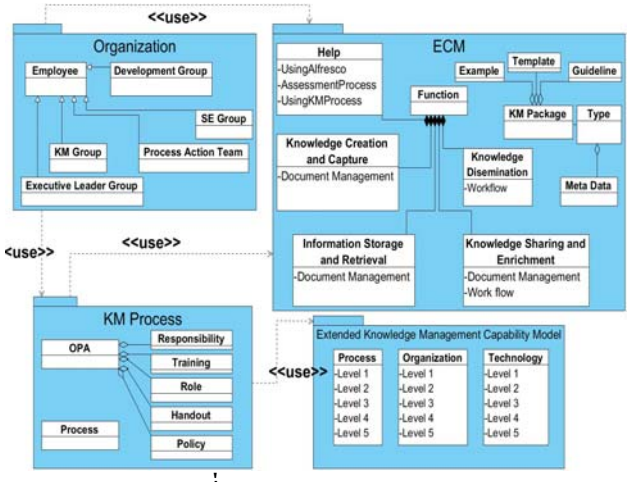
5.1 วิเคราะห์และออกแบบการปรับแต่งฟังก์ชันอัลเฟรสโก้

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ออกแบบความต้องการของฟังก์ชันการทำงานเพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้ ซึ่งผนวกปัจจัยความสำเร็จการจัดการความรู้ [7] โดยแสดงผลในรูปแบบแผนภาพยูสเคส (Use case Diagram) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพยูสเคสความต้องการของการจัดการความรู้ในแต่ละระดับของแบบจำลองอีเคเอ็มซีเอ็ม

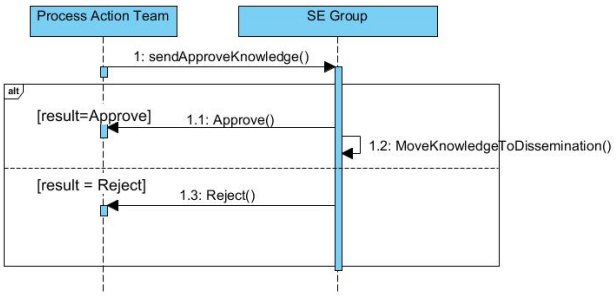
จากการวิเคราะห์รายการความต้องการจากแบบจำลองอีเคเอ็มซีเอ็มพบว่ามีบุคคลที่เกี่ยวข้องในการใช้งานฟังก์ชันการจัดการความรู้ในแต่ละระดับ ได้แก่ กลุ่มอีซีเอ็ม กลุ่มจัดการความรู้ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และกลุ่มผู้ดำเนินการ ต่อจากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยรูปแบบคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ดังภาพที่ 3 เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับปรับแต่งฟังก์ชันในอัลเฟรสโก้



ภาพที่ 3: แผนภาพคลาสไดอะแกรม

จากภาพที่ 3 มีความสัมพันธ์ระหว่างแพ็จเกจดังนี้คือ แพ็กเกจกระบวนการการจัดการความรู้ (KM Process) ประกอบด้วย คลาสกระบวนการ (Process) และสินทรัพย์องค์กร (OPA) ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติตามกระบวนการของบุคคลในองค์กร ได้ใช้งานแพ็กเกจอีเคเอ็มซีเอ็ม ประกอบด้วยการจัดการความรู้ตั้งแต่ระดับที่หนึ่งถึงห้า โดยเกี่ยวข้องกับ เพื่อนำมาสร้างเป็นกระบวนการการจัดการความรู้ และใช้งานแพ็กเกจอีซีเอ็ม (ECM) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการสนับสนุนกระบวนการ ประกอบด้วยฟังก์ชันงาน [3], [4] การสร้างความรู้และจับยึดความรู้ แบ่งปันความรู้และเติมแต่งความรู้ การบันทึกข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูล การเผยแพร่ความรู้ รวมถึงการสนับสนุนความช่วยเหลือการใช้งาน รวมถึงการสร้างข้อมูลเป็นแพ็กเกจการจัดการความรู้ (KM Package) สำหรับช่วยในการสร้างดัชนีสำหรับสืบค้นความรู้ที่ถูกจัดเก็บในอีซีเอ็ม โดยมีแพ็กเกจองค์กร(Organization) ประกอบด้วยกลุ่มบุคลากรในองค์กรในการเรียกใช้แพ็กเกจกระบวนการการจัดการความรู้

จากนั้นงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการวิเคราะห์ มาทำการสร้างเป็นแผนภาพลำดับ เพื่อช่วยในการออกแบบและปรับแต่งอีซีเอ็ม โดยได้ยกตัวอย่าง แผนภาพลำดับสำหรับการสร้างกระแสงานเพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้ระดับที่สาม ดังภาพที่ 4 กล่าวถึงกลุ่มผู้ดำเนินการต้องการขออนุมัติความรู้เพื่อเผยแพร่ให้กับบุคลากรในองค์กรจำเป็นที่จะต้องให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่นำเข้าก่อนที่จะถูกอนุมัติและนำไปเผยแพร่ให้บุคลากรในองค์กรได้เข้าถึงความรู้เพื่อนำไปใช้ซ้ำต่อไป

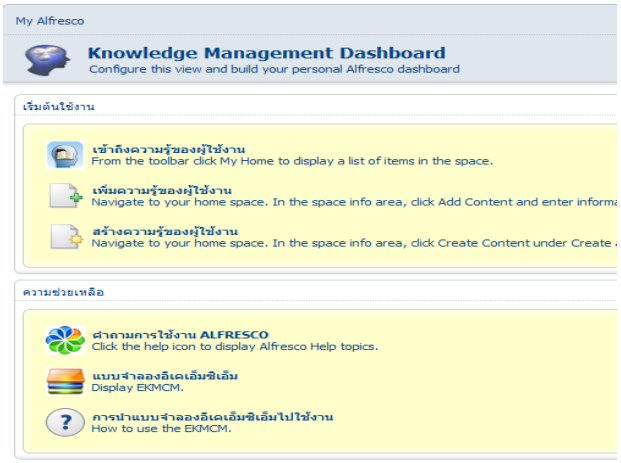


ภาพที่ 4: ตัวอย่างแผนภาพลำดับการสร้างกระแสงานสำหรับการจัดการความรู้ระดับที่สามตามแบบจำลองอีเคเอ็มซีเอ็ม

5.2 การปรับแต่งอัลเฟรสโก้

5.2.1.1 ตัวอย่างส่วนต่อประสานหลังการปรับแต่งอัลเฟรสโก้

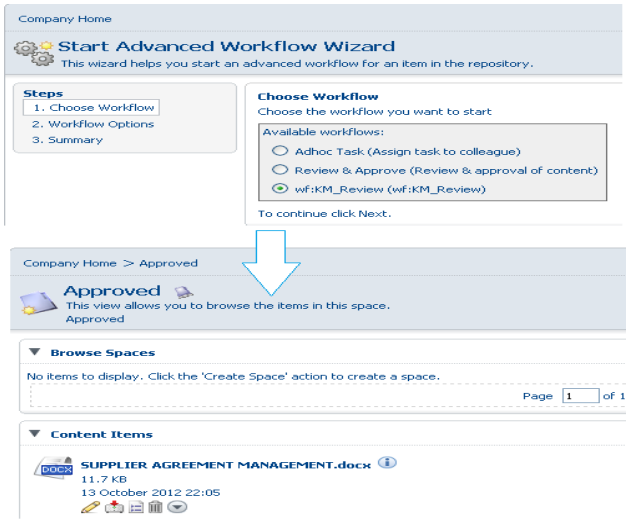
งานวิจัยนี้ได้แบ่งการใช้งานอัลเฟรสโก้เป็นสองส่วน ดังภาพที่ 5 ได้แก่ 1) ส่วนเริ่มต้นใช้งาน ได้นำฟังก์ชันที่ต้องใช้งานอย่างสม่ำเสมอได้แก่ เข้าถึงความรู้ของผู้ใช้งาน การเพิ่มความรู้ของผู้ใช้งาน และการสร้างความรู้ของผู้ใช้งานที่ได้ทำการเข้าสู่ระบบ 2) ส่วนความช่วยเหลือสำหรับการใช้งานอัลเฟรสโก้ อีเคเอ็มซีเอ็มรวมถึงสนับสนุนการนำแบบจำลองอีเคเอ็มซีเอ็มไปใช้งาน ว่าจะต้องมีแนวทางปฏิบัติอย่างไร



ภาพที่ 5: หน้าจอหลักสำหรับการใช้งานอัลเฟรสโก้

5.2.2 ตัวอย่างฟังก์ชันการจัดการความรู้จากการปรับแต่ง

งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับแต่งอัลเฟรสโก้ โดยจะขอยกตัวอย่างการสร้างกระแสงานเพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้ระดับที่สาม ดังภาพที่ 6 ได้ทำการปรับแต่งกระแสงานสำหรับการขออนุมัติความรู้เพื่อเผยแพร่ โดยได้ปรับแต่งกระแสงานได้แก่ KM_Review เพื่อให้กลุ่มผู้ดำเนินการใช้ในการขออนุมัติความรู้เพื่อให้กลุ่มวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตรวจสอบความรู้ก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบเพื่อเผยแพร่ให้แก่พนักงานในองค์กรต่อไป ดังเช่น ภาพที่ 4 โดยเมื่อมีการอนุมัติความรู้ ความรู้ที่ถูกเลือกในกระแสงานจะถูกย้ายไปจัดเก็บใน Space ชื่อ Approved ที่เตรียมไว้เผยแพร่สำหรับให้พนักงานในองค์กร



ภาพที่ 6: กระแสงานที่ถูกปรับแต่งสำหรับใช้อนุมัติความรู้เพื่อเผยแพร่

5.3 การทดสอบการปรับแต่งอัลเฟรสโก้

5.3.1 การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน

งานวิจัยนี้ทดสอบฟังก์ชันอัลเฟรสโก้ด้วยการทดสอบแบบกล่องดำ [15] (Black Box Testing) ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างการทดสอบแบบกล่องดำ

หัวข้อ	รายละเอียด
ระดับการจัดการความรู้	ระดับที่สาม
ชื่อฟังก์ชัน	การสร้างกระแสงาน
ชื่อกรณีทดสอบ	การทดสอบการสร้างกระแสงานหลังการปรับแต่งอีซีเอ็ม
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบการสร้างกระแสงานเพื่อขออนุมัติความรู้เพื่อเผยแพร่ให้แก่บุคลากรในองค์กร
บทบาทผู้ใช้งานระบบ	กลุ่มผู้ดำเนินการตามกระบวนการ (Process Action Team) และกลุ่มวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (SE Group)
ข้อมูลนำเข้า	เอกสารความรู้ที่ต้องการขออนุมัติเพื่อเผยแพร่
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	1) ระบบแสดงข้อความให้ผู้ใช้ (Process Action Team) ทราบว่าได้ทำการสร้างกระแสงานเพื่อขออนุมัติความรู้สำเร็จ 2) เกิดข้อมูลแจ้งเตือนแก่บุคคลที่ผู้ขออนุมัติทำการยื่นเรื่อง (SE Group) เพื่อทำการอนุมัติหรือปฏิเสธการเผยแพร่ความรู้ 3) ผลลัพธ์การขออนุมัติ แบ่งเป็นสองกรณี ได้แก่ 3.1) กรณีอนุมัติ เอกสารความรู้จะถูกเคลื่อนย้ายไปที่ Space ชื่อ Approved ซึ่งกำหนดสิทธิ์ให้บุคลากรใน

	องค์กรสามารถเข้าถึงความรู้ได้ พร้อมแจ้งกลับไปยังผู้ขออนุมัติถึงสถานะการขออนุมัติเป็น Approve 3.2) กรณีไม่อนุมัติ เอกสารความรู้จะไม่ถูกเคลื่อนย้าย และจะมีการแจ้งกลับไปยังผู้ขออนุมัติถึงสถานะการขออนุมัติเป็น Reject
ผลการทดสอบ	อัลเฟรสโก้ที่ได้ปรับแต่งสามารถทำงานได้ถูกต้องครบถ้วน
สรุปผลการทดสอบ	☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

5.3.2 การทดสอบคุณภาพ

งานวิจัยนี้ได้ใช้มาตรฐาน ไอเอสโอ / ไออีซี 9126 [13] โดยมองถึงคุณภาพของภายนอกและภายในสำหรับตรวจสอบคุณภาพ โดยเงื่อนไขการตรวจสอบเป็นไปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การทดสอบคุณภาพตามมาตรฐานไอเอสโอ / ไออีซี 9126

คุณลักษณะ / เงื่อนไขในการพิจารณา	ตัวชี้วัด
การทำงาน - สนับสนุนการจัดการความรู้ในแต่ละระดับตามอีเคเอ็มซีเอ็มกำหนดได้	ฟังก์ชันงาน
ความน่าเชื่อถือ - ระบบสามารถใช้งานโดยสามารถทำการย้อนกลับการทำงานในกรณีเกิดข้อผิดพลาดได้	การใช้งานระบบ
การใช้งาน - หน้าจอการใช้งานแบ่งแยกการใช้งานในแต่ละเรื่องชัดเจน ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจการใช้งานได้	ระยะเวลาในการเรียนรู้
ประสิทธิภาพ - ลดระยะเวลาในการเข้าถึงความรู้เพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้ซ้ำได้	เวลาในการเข้าถึงความรู้
การบำรุงรักษา - สามารถทำการสำรองข้อมูล เพื่อใช้ในการบำรุงรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการจัดการความรู้ได้	ข้อมูลที่ถูกสำรองข้อมูล
ความสามารถในการพกพา- สามารถใช้งานโปรแกรมผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยผ่านช่องทางที่กำหนด เช่น ผ่านทางแอพพลิเคชัน Alfresco ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ผ่านทางสโตร์ (Store) ในฝั่งไอโอเอส และแอนดรอยด์ซึ่งต้องมีการปรับแต่งค่า ให้สามารถเชื่อมโยงกับอัลเฟรสโก้ที่งานวิจัยนี้กำหนดได้	ช่องทางในการเข้าถึงความรู้

6. สรุปงานวิจัยและแนวทางในการพัฒนาต่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับการจัดการความรู้ ได้แก่ อีซีเอ็ม ซึ่งเลือกใช้ซอฟต์แวร์อัลเฟรสโก้ เนื่องจากพบว่ามีฟังก์ชันการทำงานเหมาะสมสำหรับการจัดการความรู้ [14] โดยได้นำไปใช้สำหรับการขยายแบบจำลองความสามารถการจัดการความรู้หรืออีเคเอ็มซีเอ็ม [1] เพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้ในแต่ละระดับของการจัดการความรู้ตั้งแต่ระดับที่หนึ่งถึงระดับที่ห้าโดยได้ผนวกปัจจัยความสำเร็จการจัดการความรู้ [6] ในการวิเคราะห์และออกแบบฟังก์ชันการทำงาน แต่ยังขาดผลการทดสอบอัลเฟรสโก้ในการนำไปใช้งานจริง รวมถึงการใช้งานอัลเฟรสโก้เพื่อนำความรู้เข้าระบบพบปัญหาเกิดขึ้นในกรณีการนำความรู้เข้าระบบ โดยการนำเข้าระบบจำเป็นจะต้องเลือกประเภท เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าซึ่งจะต้องทำการป้อนข้อมูลเพื่อกำหนดดัชนีสำหรับใช้ในการสืบค้น ถ้าความรู้ที่นำเข้ามีจำนวนมากจะทำให้เสียเวลาในการนำเข้า ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาต่อจึงควรใช้เทคโนโลยีโอซีอาร์ (Optical character recognition) เพื่อทำหน้าที่สแกนตัวอักขระในโซนนิ่งของเอกสารที่สนใจเพื่อนำผลลัพธ์ของการสแกนเข้าสู่ดัชนีค้นหาของลักษณะข้อมูลประเภทนั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] K. Asavachaiporn and N. Prompoon, “Extended Knowledge Management Capability Model for Software Process Improvement,” *IC2IT 2013*, Bangkok, Thailand, 2013, to be published.

[2] R. Ioana and M. Lindvall., “Knowledge Management in Software Engineering,” *IEEE Software*, May/June 2002, pp. 26-38, 2002

[3] F. Uriarte, “Introlduction to KNOWLEDGE MANAGEMENT,” *ASEAN Foundation*, 2008.

[4] R. Dayan and S. Evans. “KM YOUR WAY TO CMMI,” *Journal of Knowledge Management*, Vol10, pp. 69, 2006.

[5] P. Chongsringam and N. Prompoon, “A Knowledge Management System for supporting CMMI Organization Knowledge,” 11th, *NCSEC*, pp.499–506, 2007.

[6] A. Abd-Elaziz, I. Ezz, A. Papazafeiropoulou, R. Paul and L.Stergioulas, “Investigation the Critical Success factors and Infrastructure of Knowledge Management for Open Innovation Adoption: The Case of GlaxoSmithKline (GSK) in Egypt”, 45th, *Hawaii International Conference*, pp.4022–4031, 2012.

[7] N.D. Mamaghani, F. Saghafi, K.A. Shahkooh and M. Sadeghi, “Extracting Success Factors for Knowledge Management Organizational Readiness Assessment,” 4th, NISS, pp.170-175, 2010.

[8] Y. OuYang, J. Yeh and T. Lee, “The Critical Success Factors for Knowledge Management Adoption - A Review Study,” *KAM*, pp. 445-448, 2010.

[9] S.A. Ajila and Z. Sun, "A four-factor model on the success of knowledge management," *IEEE International Conference*, pp. 320-325, 2004.

[10] Z. Changzheng. "Impact of Knowledge Delivery Factors on Software Product Development Efficiency," *ICNDS*, 2nd, pp.349-352, 2010.

[11] L. Aggestam, A. Persson, "Increasing the Quality in IT-Supported Knowledge Repositories: Critical Success Factors for Identifying," *HICSS*, 43rd, pp.1-9, 2010.

[12] T. Paivarinta, B.E. Munkvold and A. Fuggetta. "Enterprise Content Management: An Integrated Perspective on Information Management," *System Sciences (HICSS)*, 38th, pp. 96, 2005.

[13] The International Organization for Standardization and the International Electro technical Commission, "ISO/IEC 9126-3: Software Engineering-Product Quality-Part 3 Internal Quality," *ISO*, Switzerland, 2003.

[14] Asian Productivity Organization. "Knowledge Management Tools and Techniques Manual", 2010.

[15] I. Sommerville "Chapter 23: Defect Testing, Black-box Testing," *Software Engineering*, 5th edition, 1995.

การวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่ และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยใช้กฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

An Analysis of Fixed line & High Internet Usage Pattern Using Rule-Based Approach with Support Vector Machine Technique

ไพจิตร์ ช้างเงิน (Paijit Chang-Ngean)[1] และผุสดี บุญรอด (Pudsadee Boonrawd)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]paijig@tot.co.th, [2]pudsadee@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และประเมินระบบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ซึ่งทำการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลการใช้บริการเพื่อแนะนำรายการส่งเสริมการขาย โดยการสร้างแบบจำลองด้วยการใช้กฎ (Rule-Based Approach) ร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machines: SVMs) โดยเลือกใช้ฟังก์ชันวัดความคล้ายแบบพหุนาม (Polynomial Kernel Function) ในการจำแนกข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องแบบไขว้ 10 ส่วน (10-Folds Cross Validation) ได้ค่าเท่ากับ 95.41% ในงานวิจัยนี้ได้ประเมินระบบโดยใช้วิธีแบล็กบ็อกซ์ (Black-Box Testing) ผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.61) และการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไปที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.40, S.D. = 0.63) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โทรศัพท์ประจำที่ อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง การใช้กฎ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

Abstract

The purposes of this research are to develop and evaluate an Analysis of Fixed Line and High Speed Internet Usage Pattern System which analyzes usage pattern of customer and offers a promotion to customer. The model has been built by using Rule-Based approach with Support Vector Machines (SVMs) classification using polynomial kernel function. The accuracy of model is 95.41% by 10-folds cross validation method. This study was evaluated by Black Box testing focus on satisfaction of Experts and Users. Results from experts are in a good level ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.61). Results from users are in a good level ($\bar{x}$ = 4.40, S.D. = 0.63). It concludes that the developed system can be adapted to work efficiency.

Keywords: Fixed Line, High Speed Internet, Rule-Based Approach, Support Vector Machines

1. บทนำ

ในปัจจุบันธุรกิจทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมมีการแข่งขันกันสูงมากทั้งในด้านราคา และประสิทธิภาพในการให้บริการ เพื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์ให้ไปในเชิงรุกมากขึ้น ผู้ให้บริการต่าง ๆ จึงนำเสนอรายการส่งเสริมการขายให้กับลูกค้าเพื่อจูงใจให้ลูกค้าใหม่เข้ามาใช้บริการ และรักษาลูกค้าเดิมให้ยังคงใช้บริการต่อไป [1] ปัญหาหนึ่งในกลยุทธ์การตลาดลักษณะนี้คือลูกค้าไม่ได้รับการแจ้งเตือนเมื่อรายการส่งเสริมการขายใกล้สิ้นสุดทำให้ลูกค้าต้องกลับไปใช้บริการในราคาปกติ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า และอีกปัญหาคือในกรณีที่ลูกค้าต้องการเปลี่ยนแปลงรายการส่งเสริมการขาย แต่เนื่องจากผู้ให้บริการมีรายการส่งเสริมการขายเป็นจำนวนมาก ซึ่งในบางครั้งเจ้าหน้าที่ฝ่ายขายอาจไม่ทราบรายการส่งเสริมการขาย

ครบทุกรายการ ทำให้นำเสนอรายการส่งเสริมการขายที่ไม่ตรงต่อความต้องการของลูกค้า อาจทำให้ลูกค้ายกเลิกแล้วเปลี่ยนไปใช้บริการของผู้ให้บริการรายอื่น ๆ แทน ซึ่งส่งผลกระทบต่อรายได้ของผู้ให้บริการนั้น ๆ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาระบบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยใช้กฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการ และออกรายงาน มานำเสนอข้อมูลที่ผู้ใช้งานต้องการ ซึ่งช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถติดตาม ตรวจสอบกลุ่มลูกค้าที่ระยะเวลาส่งเสริมการขายใกล้สิ้นสุดลงมาเพิ่มคุณภาพในการทำงานให้กับพนักงานให้มากขึ้น และสามารถแนะนำรายการส่งเสริมการขายใหม่ที่เหมาะสมกับลูกค้าก่อนที่ระยะเวลาส่งเสริมการขายปัจจุบันจะสิ้นสุดลง เพื่อแสดงความใส่ใจต่อลูกค้าเป็นการสร้างความพึงพอใจ และสัมพันธ์ที่ดีให้กับลูกค้าทำให้ยังสามารถรักษาลูกค้าเดิมให้ใช้บริการต่อไป ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน คือ บทนำ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินงาน และสรุปผล เนื้อหาต่อไปคือทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ และรายการส่งเสริมการขาย

รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความสูงมีนั้นมีรูปแบบที่หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น การใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่ หรืออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเพียงบริการเดียว และการใช้บริการร่วมกันคือการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่ และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงด้วย ในการแนะนำรายการส่งเสริมที่เหมาะสมของโทรศัพท์ประจำที่ และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงนั้น ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้า เพื่อทำการค้นหารูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน เพื่อช่วยในการแนะนำส่งเสริมการขายที่เหมาะสม เช่น ช่วงเวลาในการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ลูกค้ามีพฤติกรรมการใช้โทรศัพท์ประจำที่ในพื้นที่ใด ๆ บ้าง โดยมีปัจจัยหลักในการแนะนำรายการส่งเสริมการที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

2.1.1 ข้อมูลการใช้บริการ เช่น วันที่ และเวลาในการใช้งาน หมายเลข ระยะเวลาที่ใช้บริการ ค่าบริการและรายการส่งเสริมการขายที่เลือกใช้งาน

2.1.2 รายการส่งเสริมการขายหมายถึง รายการส่งเสริมการขาย ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ทางบริษัทกำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการคิดบริการ ประกอบด้วย ชื่อรายการส่งเสริมการขาย ค่าบริการรายเดือนและรายละเอียดรายการส่งเสริมการขาย

2.2 การใช้กฎ (Rule Based Approach)

การใช้กฎ [2][3] เป็นการสร้างกฎในการตัดสินใจขึ้นมาโดยลักษณะของกฎจะอยู่ในรูปแบบของ IF…Then ซึ่งสามารถใช้สร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์การตัดสินใจ ซึ่งสามารถใช้ได้กับข้อความ และตัวอักษร ไม่สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะของรูปภาพได้

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กฎสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) คือเริ่มการตรวจสอบข้อมูลกับกฎเกณฑ์ที่มีอยู่ในระบบจนกว่าจะสามารถหากฎที่สอดคล้องกับสถานการณ์ แล้วจึงดำเนินงานตามความเหมาะสม และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลัง (Backward Chaining) คือเริ่มต้นจากเป้าหมายที่ต้องการแล้วดำเนินการย้อนกลับเพื่อหาสาเหตุ การอนุมานในลักษณะนี้มักจะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ให้มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

2.3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machines: SVMs)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [4] เป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้จำแนกกลุ่ม โดยการวิเคราะห์จะเป็นในแนวทางของการคำนวณหาเส้นแบ่งกลุ่มที่เป็นเชิงเส้น และไม่เป็นเชิงเส้น โดยพิจารณาจากจุดของข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มที่แตกต่างกัน จุดเหล่านี้จะถูกเรียกว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์ที่จะนำมาใช้คำนวณหาสมการเส้นแบ่งกลุ่มที่เหมาะสมต่อไป

สำหรับการวัดความคล้าย (Kernel) ของ SVMs ที่นิยมใช้กัน คือแบบพหุนาม (Polynomial) เป็นการคำนวณหาเส้นแบ่งโดยใช้สมการเชิงเส้นที่มีดีกรีมากกว่าสอง และแบบ (Radial Basis Function: RBF) ซึ่งเป็นการคำนวณหาขอบเขตข้อมูลโดยอาศัยวิธีแบบ Radial Basis เข้ามาช่วยในการคำนวณ ดังแสดงไว้ในสมการที่ 1 และ2 ตามลำดับ

Polynomial Kernel:

$$(\text{gamma} \times u' \times v + coef0)^{degree} \quad (1)$$

Radial Basis Function:

$$emp(-\text{gamma} \times |u - v|^2) \quad (2)$$

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบหลายประเภท (Multiclass Support Vector Machines) [5] เป็นวิธีการที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีการแบ่งประเภทข้อมูลมากกว่าสองประเภท โดยสามารถประเมินตัวอย่างข้อมูลใหม่ได้ว่าเป็นตัวอย่างของประเภทใดโดยการสร้างซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบหลายประเภท มีหลักการจากการสร้างซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนหลายตัวมาประกอบกันแล้วนำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเหล่านั้นมาพิจารณาร่วมกันเพื่อประเมินตัวอย่างข้อมูลใหม่ให้ได้ว่าอยู่ในประเภทใด มีขั้นตอนวิธีหลายขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการสร้างซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบหลายประเภท

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้าเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมหรือลักษณะการใช้บริการโทรศัพท์มือที่มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนไปใช้บริการกับผู้ให้บริการรายอื่น โดยการใช้วิธีการ Adaptive Neural-Fuzzy Inference System (ANFIS) [6] ในการจัดกลุ่มผู้ใช้งานว่าอยู่ในกลุ่มที่มีแนวโน้มจะย้ายผู้ให้บริการหรือไม่ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนไปใช้งานผู้ให้บริการอื่นได้แก่ การชำระเงินล่าช้า การร้องเรียนผ่านศูนย์บริการที่เพิ่มขึ้น และการลดลงของการใช้บริการ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มลูกค้าได้อย่างแม่นยำถึง 80%

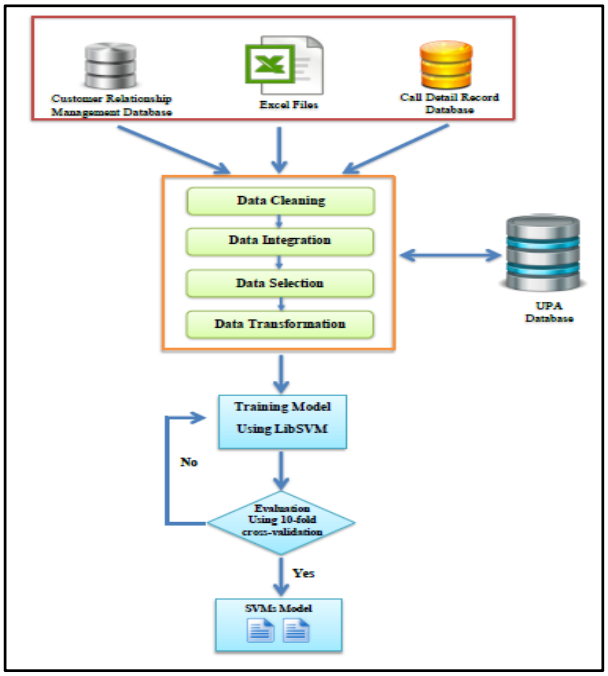
นอกจากนี้ยังได้มีผู้เสนอแนวคิดในการใช้โครงข่ายความเชื่อเบย์เซียน [7] ในการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้งานในลักษณะคล้ายกัน ซึ่งจากผลการทดสอบด้วยเหตุการณ์จำลองสามารถแนะนำได้ว่า ผู้ใช้บริการอยู่ในกลุ่มที่มีแนวโน้มเปลี่ยนผู้ใช้บริการหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถแนะนำเพิ่มเติมได้ว่าผู้ใช้บริการความใช้รายการส่งเสริมการขายเดิม หรือเปลี่ยนรายการส่งเสริมการขายใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมายังไม่ได้มีการช่วยตัดสินใจว่าควรเลือกรายการส่งเสริมการขายใดที่มีความเหมาะสมกับลูกค้านั้นๆ เพียงแต่แจ้งให้ทราบว่าควรเปลี่ยนรายการส่งเสริมการขายหรือไม่เท่านั้น ในขณะที่การใช้วิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้งาน[8] การใช้วิธีการฐานกฎ [9] และการใช้ต้นไม้ตัดสินใจ [10] สามารถแนะนำรายการส่งเสริมการขายที่ลูกค้าควรใช้งานได้ แต่งานวิจัยที่ได้กล่าวมาในข้างต้นเป็นการวิเคราะห์ การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านั้น

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้ฐานกฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานโทรศัพท์ประจำที่ และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เพื่อใช้ในการแนะนำรายการส่งเสริมการขายที่เหมาะสมกับลูกค้าในงานวิจัยครั้งนี้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยใช้วิธีการวิธีการตัดสินใจโดยการใช้กฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ได้พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชัน (Web Application) โดยมีแนวคิดมาจากวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เพื่อนำมาใช้การพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ การสร้างแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน

3.1 การสร้างแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน



ภาพที่ 1: การสร้างแบบจำลอง

จากภาพที่ 1 คือขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลการใช้บริการจากฐานข้อมูลการใช้บริการ ข้อมูลลูกค้าจากระบบการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ และข้อมูลรายการส่งเสริมการขายที่อยู่ในรูปของเอกสาร ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาปรับค่าให้ถูกต้อง (Data Cleaning) ก่อนที่จะนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกัน (Data Integration) แล้วทำการเลือกข้อมูลที่จะใช้เป็นชุดข้อมูลสอน (Data Selection) และทำการแปลงข้อมูล (Data Transformation) ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ของแบบจำลอง โดยวิเคราะห์ข้อมูลการใช้บริการทั้งหมด จำนวน 12 แอทริบิวต์ (Attribute) และคลาสแอทริบิวต์จำนวน 23 คลาส คือ รายการส่งเสริมการขายที่เหมาะสมกับงานใช้งานของผู้ใช้บริการ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่าอินพุต และค่าเอาท์พุตในการสร้างแบบจำลอง

Input	
แอทริบิวต์	**คำอธิบาย**
Meter	มิเตอร์โทรภายในพื้นที่ (บาท)
Local_Day	โทรภายในพื้นที่กลางวัน (บาท)
Local_Night	โทรภายในพื้นที่กลางคืน (บาท)
BBB	โทรนอกเครือข่าย (บาท)
Mobile_Day	โทรมือถือกลางวัน (บาท)
Mobile_Night	โทรมือถือกลางคืน (บาท)
Out	โทรภายนอกพื้นที่ (บาท)
Oversea	โทรระหว่างประเทศ (บาท)
YTEL	โทร YTEL (บาท)
Other	โทรอื่น ๆ เช่น โทรเลขหมายพิเศษ (บาท)
Internet	ความเร็วของอินเทอร์เน็ต (MB)
Wifi	จำนวนการใช้งาน WiFi (ชั่วโมง)
Output	
Promotion	รายการส่งเสริมการขายที่ระบบแนะนำ

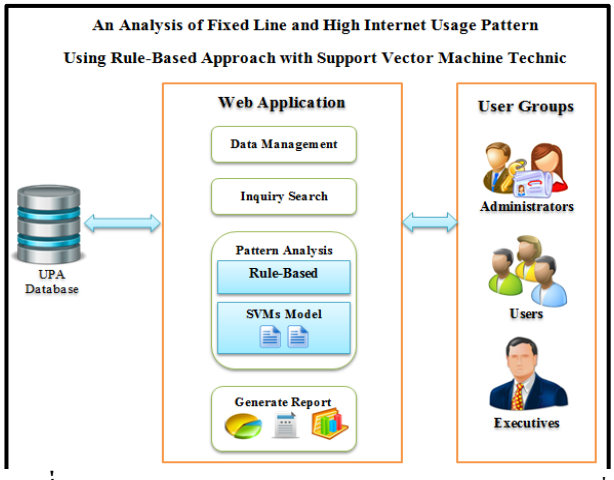
ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Weka ร่วมกับ LibSVM [11] ในการสร้างแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยเลือกใช้ฟังก์ชันวัดความคล้ายแบบพหุนาม (Polynomial Kernel Function) ในการสอนแบบจำลอง และตรวจสอบความถูกต้องแบบไขว้ 10 ส่วน (10-Folds Cross Validation) โดยการปรับค่าพารามิเตอร์จนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้ได้ปรับค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ coef0 = 2.0, degree = 4, gamma = 1.0E-7 ซึ่งได้ค่าความถูกต้องสูงสุดที่ระดับ 95.41% โดยระบบใช้ชุดคำสั่งเรียกใช้งานแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

```
int i = 0;
foreach (String aa in models)
{
    allmodels[i] = new FileInfo(aa);
    String modelname=allmodels[i].Name;
    string strArfftxt = CreateArffFile(modelname, asset);
    System.IO.File.WriteAllText(FileIn.FullName, strArfftxt);
    process.StartInfo.Arguments = "-cp \"" + Fileweka.FullName + ";" +
        FileSVM.FullName +"\" weka.classifiers.functions.LibSVM -l \"" +
        allmodels[i].FullName + "\" -T \"" + FileIn.FullName + "\" -p 0";
    process.Start();
    String output = process.StandardOutput.ReadToEnd();
}
```

ภาพที่ 2: ชุดคำสั่งในการเรียกใช้แบบจำลอง

3.2 การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน

ในการดำเนินการพัฒนาระบบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C#.Net ร่วมกับโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 โดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร และผู้ใช้งานทั่วไป และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงระบบ ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 3



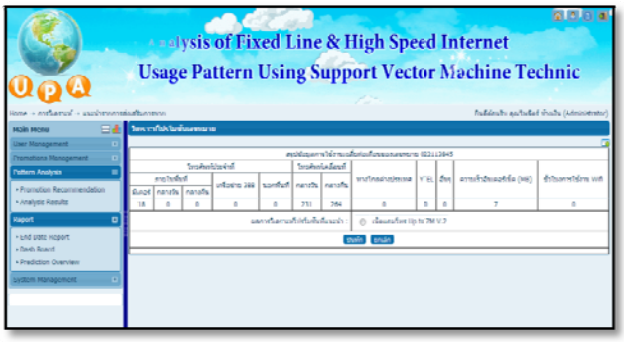
ภาพที่ 3: โครงสร้างระบบการวิเคราะห์การใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศ

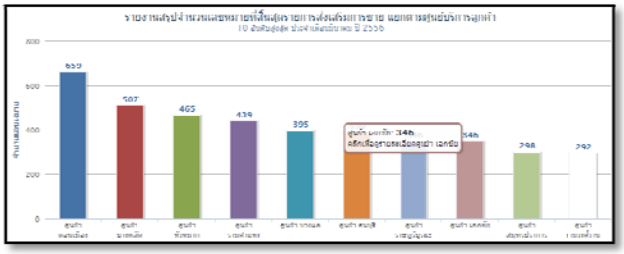
จากการพัฒนาการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ระบบสามารถแนะนำ

รายการส่งเสริมการขายได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการใช้กฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยเลือกใช้ฟังก์ชันวัดความคล้ายแบบพหุนาม (Polynomial Kernel Function) ในการจำแนกข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องแบบไขว้ 10 ส่วน (10-Folds Cross Validation) ได้ค่าเท่ากับ 95.41% ในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการระบบแสดงหน้าจอ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แสดงหน้าจอค่าอินพุต และเอาท์พุตในการวิเคราะห์ข้อมูล

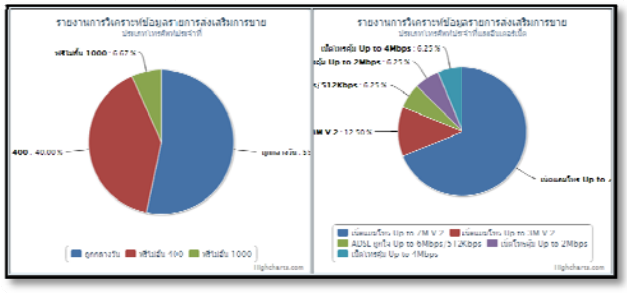
หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปจำนวนเลขหมายที่สิ้นสุดรายการส่งเสริมการขาย แยกตามศูนย์บริการลูกค้า 10 ลำดับสูงสุด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอแสดงรายงานสรุปจำนวนเลขหมายที่สิ้นสุดรายการส่งเสริมการขาย แยกตามศูนย์บริการลูกค้า 10 ลำดับสูงสุด

จากหน้าจอดังภาพที่ 5 สามารถเรียกดูข้อมูลแบบเจาะลึก (Drill-Down) ตามศูนย์บริการลูกค้าเพื่อแสดงข้อมูลจำนวนเลขหมาย แยกตามรายการส่งเสริมการขายได้

หน้าจอแสดงข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิวงกลม ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: หน้าจอแสดงรายงานสรุปจำนวนเลขหมายที่สิ้นสุดรายการส่งเสริมการขาย แยกตามศูนย์บริการลูกค้า 10 ลำดับสูงสุด

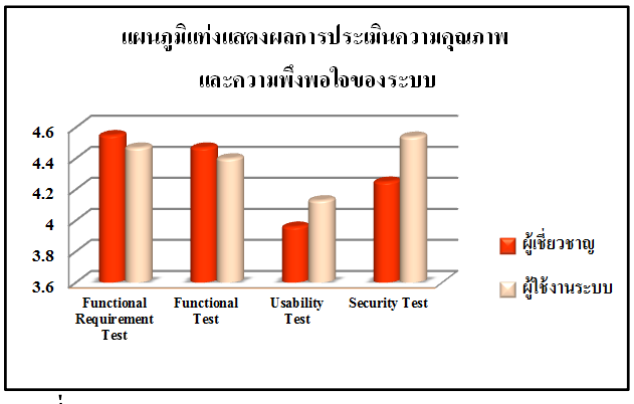
4.2 ผลการประเมินระบบสารสนเทศ

การประเมินผลระบบโดยใช้วิธีแบบแบล็กบ็อกซ์ (Black-Box Testing) รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถของระบบ ด้านความถูกต้องของการทำงานของระบบ ด้านความง่ายในการใช้งานระบบ และด้านความปลอดภัยของข้อมูล ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่าผลการประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศระบบสารสนเทศอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.39$, S.D. = 0.61) และการประเมินโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 30 ท่าน พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศระบบสารสนเทศอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.40$, S.D. = 0.63) ซึ่งสามารถแสดงผลการประเมินระบบได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินคุณภาพ และความพึงพอใจของระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		ผู้ใช้งานระบบ	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1. Functional Requirement Test	4.55	0.50	4.47	0.56
2. Functional Test	4.47	0.57	4.40	0.68
3. Usability Test	3.96	0.73	4.13	0.50
4. Security Test	4.25	0.55	4.54	0.62
ผลการประเมิน	4.39	0.61	4.40	0.63

จากตารางที่ 2 สามารถนำแสดงข้อมูลผลการประเมินความเหมาะสม และความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศในรูปแบบแผนภูมิแท่งได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: แผนภูมิแท่งแสดงผลการประเมินความเหมาะสม และความพึงพอใจของระบบทั้ง 4 ด้าน

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอระบบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานโทรศัพท์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยการใช้กฎร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลจากการทดลองพบว่าสามารถทำการวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานที่ผ่านมาของผู้ใช้บริการ และแนะนำรายการส่งเสริมการขายที่เหมาะสมกับรูปแบบการใช้บริการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในคุณภาพและความเหมาะสมของระบบอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้แนะนำรายการส่งเสริมการขายให้กับลูกค้าในระบบงานจริงได้

ในอนาคตสามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ ในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้บริการ โดยเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูล เช่น เพศ อายุ และความชื่นชอบ หรือรายการแจ้งเสีย นำไปวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อนำไปสร้างรายการส่งเสริมการขายใหม่ที่ตรงตามความต้องการ และนำไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป และทำการเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานวิธีอื่น เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน), "รายงานประจำปี 2554," 2555.

[2] Anders Winman, Pia Wennerholm, Peter Juslin, and David R. Shanks, "Evidence for rule-based processes in the inverse base-rate effect," Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology20, vol. 58, no. 5, pp. 789-815, July 2005.

[3] พรพิมล มุมานะวงศ์ และ มณเฑียรรัตนศิริวงศ์วุฒ, "ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา," in The 6TH National Conference on Computing and Information Technology, 2010, pp. 213-218.

[4] Corinna Cortes and Vladimir N. Vapnik, "Support-Vector Networks," Machine Learning, vol. 20, no. 3, pp. 273-297, September 1995.

[5] Yoonkyung LEE, Yi Lin, and Grace Wahba, "Multicategory Support Vector Machines: Theory and Application to the Classification of Microarray Data and Satellite Radiance Data," Journal of the American Statistical Association, vol. 99, no. 465, pp. 67-81, March 2004.

[6] Adem Karahoca, Dilek Karahoca, and Nizamettin Aydm, "GSM Churn Management Using an Adaptive Neuro-Fuzzy Inference SystemI," in International Coference on Intelligent Pervasive Computing, 2007, pp. 323-326.

[7] Pinar Kisioglu and Iiker Topcu, "Applying Bayesian Belief Network approach to customer churn analysis : A case study on the telecom industry of Turkey," Export Systems with Applications, vol. 38, pp. 7151-7157, 2011.

[8] วารีรักษ์ สุเมธินทกุล, "ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานและการเติมเงินโทรศัพท์มือถือเพื่อแนะนำโปรโมชัน," สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[9] กฤษพรรณ อัมภาราม, "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกโปรโมชั่นมือถือจากพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้า," สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[10] กนกพร ทองปลอด, "ระบบพยากรณ์พฤติกรรมการผู้ใช้บริการ 3G โดยเทคนิค Decision Tree Classification กรณีศึกษาบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)," สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[11] Yasser EL-Manzalawy and Vasant Honavar, WLSVM : Integrating LibSVM into Weka Environment, 2005, Software available at http://www.cs.iastate.edu/~yasser/wlsvm.

ระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง

An Information Technology Knowledge Management System: A Case Study of the Permanent Secretary of Ministry of Finance office

ณัฐพล สมบูรณ์ (Nuttaphon Somboon)[1] และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศที่สร้างระบบถามตอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น ขึ้นมาใช้งานภายในหน่วยงานสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง ใช้สำหรับรองรับในส่วนของการบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่ ให้อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ให้ง่ายต่อการช่วยอำนวยความสะดวกให้ กับเจ้าหน้าที่ภายในหน่วยงานที่ต้องการศึกษาหาความรู้หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหา ข้อผิดพลาด เบื้องต้นด้วยตนเอง ทั้งยังเป็นการเพิ่มพูนความรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยใช้เทคนิคการจัดการความรู้ด้วยโมเดลปลาทู (Tuna Model) ซึ่งระบบจะประกอบไปด้วยเนื้อหาบทเรียน บททดสอบ และบทความด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัย จากการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญโดยรวม พบว่าอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23) และผลของการประเมินความพึงพอใจระบบโดยผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86) ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง และช่วยในการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ ระบบการจัดการความรู้ โมเดลปลาทู แบบทดสอบ

Abstract

This paper proposes a web application for the Permanent Secretary of Ministry of Finance Office (MOF) to support the existing information management. This system is in the form of a website aimed to facilitate the MOF's office and enhance their knowledge effectively. Moreover, this system also provides a way to exchange information and help solve problem on one's own with the ability to continually update. Tools used in the development of the system included the Tuna Model which consists of modern lesson, examination, and an information technology column. The evaluation of the system's performance was conducted by experts and general users. The Average Mean and Standard Deviation of results from experts were 4.46 and 0.23. The Average Mean and Standard Deviation of results from general users were 3.89 and 0.86. In summary, the result of the evaluation indicates that the satisfaction of the developed system is relatively high and achieved all goals.

Keyword: Information systems, knowledge management, Tuna models, Examination

1. บทนำ

สำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง มีหน้าที่ควบคุมการปฏิบัติราชการประจำ การประสานงาน การตรวจ ราชการของกระทรวง งานเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ข้อมูล ข่าวสารในภาพรวม นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่ พิจารณาดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องวินัยของข้าราชการ และปฏิบัติราชการในเรื่องที่มิได้เป็นหน้าที่ของ ส่วนราชการใด ซึ่งงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

นั้น รับผิดชอบโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีหน้าที่ดูแลทั้งซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ทั้งหมดของสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง และในปัจจุบันสำนักงานปลัดกระทรวงการคลังมีบุคลากร 480 คน มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 500 ชุด โดยมีการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows XP ตัวอย่างเช่น ระบบงานบุคคล ระบบงานสารบรรณ ระบบลงเวลาปฏิบัติราชการ เป็นต้น ซึ่งระบบงานแต่ละระบบจะมีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบเฉพาะระบบงาน และเจ้าหน้าที่สำหรับคอยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงส่งผลให้ข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ และเจ้าหน้าที่อื่นที่ไม่ได้รับผิดชอบระบบงานนั้น ๆ ไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ หรือในกรณีที่เจ้าหน้าที่รับผิดชอบของระบบงานนั้นลา หรือ ขาด การปฏิบัติงาน ส่งผลให้บุคลากรอื่นไม่สามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้

จากปัญหาของการเรียนรู้เพื่อใช้งานด้านสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบถามตอบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ ในรูปแบบ Web Application เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ภายในหน่วยงานสามารถศึกษาหาความรู้หรือแลกเปลี่ยนข้อมูล สามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้ และเพื่อแก้ไขปัญหา ข้อผิดพลาดเบื้องต้น ด้านคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มพูนความรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยใช้วิธีการจัดการความรู้ (Knowledge Management) โดยอิงจากทฤษฎีปลาทู ซึ่งจะประกอบไปด้วยเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ บททดสอบ และเรื่องราวด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) ที่ทันสมัยอยู่เสมอ

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

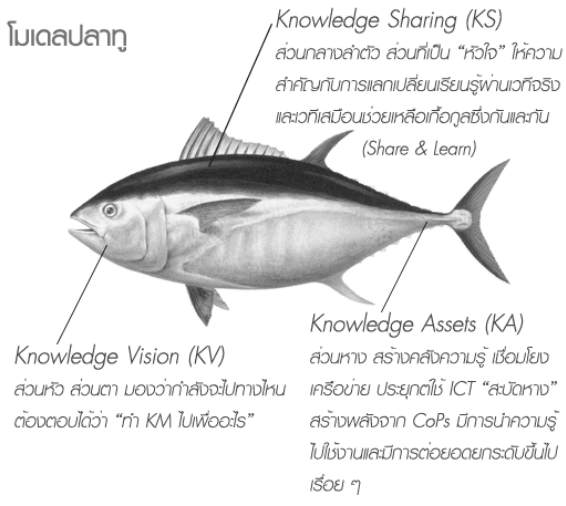
2.1.1 การจัดการความรู้ (Knowledge Management) หมายถึง การบริหารจัดการองค์กรโดยเน้นการใช้ความรู้และประสบการณ์ของบุคลากร รวมทั้งสารสนเทศที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตแก่องค์กรให้สามารถแข่งขันได้ในอุตสาหกรรมนั้น ๆ เพื่อการดำรงอยู่ขององค์กรและได้แบ่งกระบวนการจัดการความรู้ไว้ 6 กิจกรรมดังนี้ 1) การตรวจสอบและระบุหัวข้อความรู้ 2) การสร้างกรอบแนวคิดในการบริหาร 3) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ 4) การสร้างระบบสารสนเทศในการจัดการความรู้ 5) การจัดกิจกรรมในการจัดการความรู้ และ 6) การวัดประเมินผลการจัดการความรู้ [1]

2.1.2 โมเดลปลาทู เป็นโมเดลอย่างง่ายของสถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม (สคส.) ที่ทำการเปรียบการจัดการความรู้เหมือนกับปลาทู 1 ตัวที่มี 3 ส่วน ดังภาพที่ 1

ส่วนที่ 1 หัวปลา (Knowledge Vision: KV) หมายถึง ส่วนที่เป็นเป้าหมาย วิสัยทัศน์หรือทิศทางของการจัดการความรู้

ส่วนที่ 2 ตัวปลา (Knowledge Sharing: KS) เป็นส่วนของการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการช่วยกระตุ้นให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้โดยเฉพาะความรู้ซ่อนเร้นที่มีอยู่ในตัว พร้อมทำให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเป็นทีมให้เกิดการหมุนเวียนความรู้ยกระดับความรู้ และเกิดนวัตกรรม

ส่วนที่ 3 หางปลา (Knowledge Assets: KA) เป็นส่วนของคลังความรู้ ที่ได้จากการเก็บสะสม จากกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ตัวปลาทู และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]



ภาพที่ 1: การจัดการความรู้ด้วยโมเดลปลาทู [3]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์และเกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปแบบของข้อคำถาม

จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเทคนิคต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ควบคู่กับการพัฒนาระบบ

ข้อมูล (Data) เป็นข้อมูลดิบต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้ผ่านการแปลความหมาย สารสนเทศ (Information) นั้นเป็นข้อมูลที่ผ่านกระบวนการเรียบเรียง ตีความ วิเคราะห์ และให้ความหมายไว้แล้ว สามารถนำไปใช้งานได้ทันที ส่วนความรู้ (Knowledge) นั้นเกิดจากกระบวนการที่บุคคลรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านกระบวนการคิด เปรียบเทียบ เชื่อมโยงกับความรู้อื่นจนเกิดเป็นความเข้าใจและมีการนำไปใช้ และที่อยู่บนยอดสูงสุดคือความรู้ (Knowledge) เป็นสิ่งที่ฝังอยู่ในตัวบุคคลจนเกิดเป็นปัญญา [4] มีงานวิจัยที่กล่าวถึงการนำทฤษฎีโมเดลปลาทูซึ่งนำมาใช้ในการให้ความรู้แก่ผู้ปกครอง เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์อย่างหนึ่งระหว่างผู้ให้ความรู้กับผู้ปกครอง ถ้าผู้ที่ให้ความรู้สามารถสอดแทรกความรู้ที่ถูกต้องและเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความรู้ ถือได้ว่าเป็นการให้ความรู้แก่ผู้ปกครองและก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง เพื่อช่วยให้ความรู้ความเข้าใจด้านการโภชนาการแก่ผู้ปกครองเด็กวัยอนุบาล ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อหาทางป้องกันและแนวทางการรักษาเป็นต้น [5]

มีการนำโมเดล SECI สำหรับการจัดการความรู้ในห้องสมุด (Utilizing SECI Model for Knowledge Management in Library) โดยกล่าวถึงรูปแบบโมเดล SECI ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการความรู้ในห้องสมุด มีการกำหนดเป้าหมายอ้างอิงเพื่อที่จะใช้เป็นแพลตฟอร์มในการแบ่งปันความรู้และนวัตกรรม มีการนำเสนอในด้านการแชร์ความรู้ที่มีอยู่ในสมองของพนักงานในองค์กรซึ่งรวมถึงห้องสมุด ก็ต้องประกอบไปด้วย ความรู้ชัดแจ้งและความรู้ที่ฝังลึก ทั้งสองอย่างจะขาดด้านใดด้านหนึ่งไม่ได้ โดยมีการแบ่งออกเป็น 3 โหมด คือ จากคนสู่คน จากคนสู่ฐานข้อมูล และการไหลของข้อมูลจากสมาชิกทุกคนในองค์กร [6] มีอีกหลายบริบทที่ได้กล่าวอธิบายรูปแบบของการจัดการความรู้โดยอ้างอิงหลายทฤษฎีและรูปแบบที่เกี่ยวข้อง ที่เป็นการเน้นในเรื่องของการเลือกข่าวสารที่จะนำมาใช้เพื่อให้องค์กรสามารถสร้างวิธีในการปฏิบัติได้อย่างถูกต้องอย่างเช่น Choo's Model [7] และบางโมเดลได้อธิบายลักษณะของความรู้เอาไว้ว่าความรู้นั้นจะถูกจัดการ และนำไปใช้ให้เกิดคุณค่านั้น จะต้องถูกรวบรวมขึ้นมาภายใต้ความสัมพันธ์ของสังคมรอบ ๆ ที่สอดคล้องกันและสมบูรณ์และความรู้ที่ผู้รับรู้ได้รับก็จะถูกเก็บในความสัมพันธ์นั้น ๆ ซึ่งสามารถที่จะเข้าถึงและค้นคืนโดยใช้การกรอกข้อมูลและเชื่อมโยงไปยังคน ๆ นั้นได้ [8] ทั้งนี้โมเดลการจัดการความรู้ที่นิยม สรุปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางสรุปโมเดลการจัดการความรู้

โมเดล	ข้อดี	ข้อเสีย	แนวคิด
SECI [6]	1.สามารถสร้างและจัดการกับความรู้ใหม่ 2.สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุก ๆ องค์กร 3.สามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อนนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ใหม่ได้	1.ไม่สามารถจัดการความรู้แบบบูรณาการได้ 2.ถ้าผู้ปฏิบัติไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้งานจริง ก็ไม่เกิดการแลกเปลี่ยน ไม่เกิดการเรียนรู้	เน้นการสร้างองค์ความรู้ใหม่
ปลาทู [2][3] [5]	1.มีการแบ่งปันข้อมูลในองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น 2.ปลุกเร้าให้เกิดการตื่นตัวและรับรู้สิ่งใหม่ 3.ก่อให้เกิดผู้มีความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้น 4.มีเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่ชัดเจน มุ่งไปในด้านใดด้านหนึ่ง	1.อาจเกิดการแตกแยกในกลุ่มการพัฒนา 2.มีเรื่องของวัฒนธรรมองค์กรเข้ามาเกี่ยวข้อง	เน้นการถ่ายทอดแบ่งปันความรู้ภายในองค์กร
Choo's Model [7]	1.มีสารสนเทศที่ดี และถูกต้องตรงตามเจตนารมณ์ขององค์กร 2.มีสารสนเทศใหม่ ๆ อยู่เสมอ 3.นำสารสนเทศจากตัวบุคคลมาใช้งานให้เกิดประโยชน์	1.การแลกเปลี่ยนที่เกิดจากการรวมกลุ่มรับฟัง ถ้าไม่สามารถจับประเด็นที่สำคัญข้อมูลที่ได้ ก็ไม่ใช่สารสนเทศที่ดี	เน้นการนำสาร-สน-เทศเข้ามาใช้งาน
Wiig's Model [8]	1.สามารถเข้าถึงความรู้ได้ง่ายโดยอาศัยบุคคลรอบข้าง 2.เชื่อมโยงข้อมูลให้ตรงกันภายใต้ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล	1.ไม่เกิดการแบ่งปันในองค์กรณ์เพราะไม่มีการแชร์ของข้อมูล	เน้นการถ่ายทอดแบบ 1:1

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาวิธีการเรียนรู้ เพื่อช่วยในการทำงานและบริหารจัดการความรู้ในหน่วยงานของตน ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ตรงตามความต้องการของหน่วยงานหรือของผู้บริหารมากที่สุด โดยเน้นใช้ทฤษฎีต่าง ๆ เป็นแม่แบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีปลาทู มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยในการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง

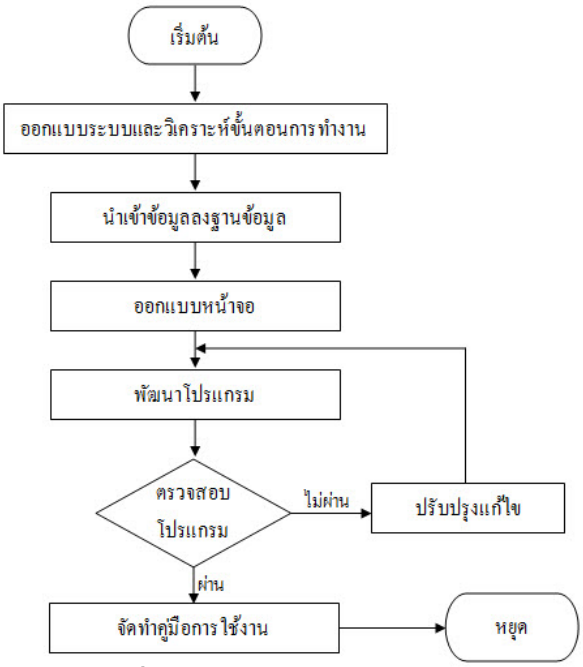
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

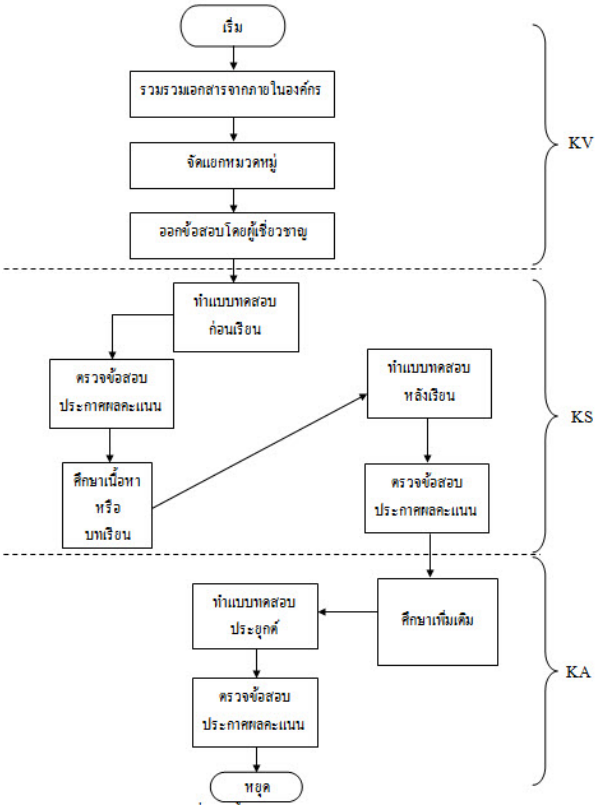
ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการอธิบายกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ พร้อมทั้งนำแผนภาพที่ใช้แสดงการทำงานของระบบงาน เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบในขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 การพัฒนาระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลังได้แสดงภาพรวมทั้งหมดของระบบในรูปแบบของแผนภาพผังงานเพื่อให้ระบบงานสามารถเข้าใจง่าย จากนั้นได้ทำการออกแบบหน้าจอระบบ สร้างระบบสารสนเทศ พัฒนาการนำเสนอและจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและทำการทดสอบระบบตามที่ได้ออกแบบระบบไว้ โดยระบบจะประกอบไปด้วยผู้ใช้ 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้งานระบบ และผู้ดูแลระบบ โดยที่ระบบจะแสดงข้อมูลในส่วนที่สามารถเข้าถึงได้ของแต่ละผู้ใช้งานตามสิทธิที่พึงจะได้รับ ตามขั้นตอนการพัฒนาระบบ ดังภาพที่ 2

3.1.2 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังภาพที่ 3 คือ 1) การรวบรวมและจัดเก็บความรู้ แยกหมวดหมู่ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (หัวปลา หรือ KV) ประกอบไปด้วยส่วนของขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเนื้อหาในรายวิชาต่าง ๆ จากภายในหน่วยงานเอกสารการอบรม และ ทำการออกข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญพร้อมทั้งเฉลย และนำข้อสอบบันทึกลงฐานข้อมูลต่อไป 2) การกระจายความรู้ (ตัวปลา หรือ KS) ในส่วนนี้ของโมเดลจะเป็นการเรียนรู้จากเนื้อหาที่มีในระบบ หรือ การทำแบบทดสอบปกติ เพื่อทราบความรู้ในตัวบุคคลเบื้องต้น มีการตรวจและประกาศผลคะแนนทันทีเมื่อทำข้อสอบเสร็จในแต่ละส่วนพร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านทางหน้าเว็บบอร์ด และ 3) การเก็บเข้าคลังความรู้ (หางปลา หรือ KA) ส่วนสุดท้ายของโมเดลคือการทำข้อสอบประยุกต์ อาจเกิดจากการอ่านในบทเรียน หรือไปศึกษาเพิ่มเติมภายนอก เพื่อเปรียบเทียบกับข้อสอบปกติว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น เท่าเดิม หรือน้อยลง แล้วจัดทำรายงานเพื่อเสนอผู้ดูแล จัดอบรมในด้านความรู้ที่ต้องเพิ่มต่อไปได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบ



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการทำงานของระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง

3.2 การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างฐานข้อมูลขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ จากนั้นจึงพัฒนาในส่วนเว็บแอพพลิเคชั่นและส่วนของระบบการจัดการความรู้ เนื่องจากข้อมูลด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นมีความหลากหลายมาก จึงได้มีการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ เพื่อความสะดวกในการแสดงเนื้อหาสาระให้ได้ครบถ้วน สมบูรณ์ หากผู้เข้าใช้ระบบสนใจหัวข้อเพียงหัวข้อเดียว ระบบจะดึงเอาข้อมูลเฉพาะส่วนนั้นมาแสดงได้ โดยไม่ต้องดึงข้อมูลออกมาทั้งหมด เช่นถ้าต้องการทำแบบทดสอบโดยไม่ต้องศึกษาเนื้อหา กิจกรรม หรืออื่นใดก็สามารถทำได้ทันทีโดย ผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบต้องมีการลงทะเบียนและทำแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ หลังจากมีการทดสอบแล้วจะมีเนื้อหาในเรื่องที่เกี่ยวข้องให้ศึกษาและทำแบบทดสอบหลังการศึกษา และแบบทดสอบประยุกต์เพื่อวิเคราะห์หาความรู้ ความสามารถที่ทำได้และรายงานผลต่อไป

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการนำฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เข้าสู่ฐานข้อมูลและจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของข้อคำถามแบบ 4 ตัวเลือกพร้อมเฉลย โดยระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ หน้าจอหลักในการใช้งานระบบประกอบไปด้วยเมนูการรายงานผล การทำแบบทดสอบ กระดานสนทนา และบทเรียนต่าง ๆ ดังภาพที่ 4 และ หน้าจอรายงานผล โดยระบบแสดงผลการทดสอบในประเภทต่าง ๆ ในหน้ารายงาน เช่น การรายงานผลการทดสอบก่อนเรียน ดังภาพที่ 5 ตามลำดับ พร้อมส่วนของการนำเข้าข้อมูลแบบทดสอบโดยผู้ดูแลระบบเป็นการนำข้อทดสอบเข้าสู่ระบบพร้อมทั้งสามารถแก้ไขทดสอบได้ คือ สามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขฐานข้อมูลข้อทดสอบได้จากหน้านี้

ภาพที่ 4: หน้าจอหลักของระบบ

ชื่อ - สกุล	หน่วยงาน	ชุดแบบทดสอบ	ก่อนเรียน		
			จำนวนข้อที่ทำ	คะแนนที่ได้	วดป
นายณัฐพล สมบูรณ์	กระทรวงการคลัง	อินเตอร์เน็ต	10	8	25/3/2556 18:23:58
นายณัฐพล สมบูรณ์	กระทรวงการคลัง	อินเตอร์เน็ต	10	8	25/3/2556 18:28:27
นายฟฟฟฟฟ ฟฟฟฟฟ	กระทรวงการคลัง	คอมพิวเตอร์เบื้องต้น	10	7	24/3/2556 11:16:05
นายฟฟฟฟฟ ฟฟฟฟฟ	กระทรวงการคลัง	เทคโนโลยีสารสนเทศ	10	0	24/3/2556 11:06:42
นายฟฟฟฟฟ ฟฟฟฟฟ	กระทรวงการคลัง	อินเตอร์เน็ต	10	0	24/3/2556 11:05:47

ภาพที่ 5: หน้าจอรายงานผล

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยทดสอบระบบโดยรวม ด้วยวิธี Black Box Testing และประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้แบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนและผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ซึ่งแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดีมาก (Cronbach's Alpha ส่วนผู้ใช้งานเท่ากับ 0.954 และผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 0.947) จากการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามผู้ใช้งานความเที่ยงตรงอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14) และแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญความเที่ยงตรงอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07) สรุปจากผลการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานทั่วไปพบว่า ผลการทดสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญได้ผลอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางสรุปผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	เชิงคุณภาพ
1.ด้านความสามารถในการทำงาน	4.33	0.00	ดี
2.ด้านการทำงานตามหน้าที่ระบบ	4.42	0.17	ดี
3.ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.61	0.14	ดีมาก
4.ด้านการรักษาปลอดภัยของระบบ	4.44	0.51	ดี

และผลการทดสอบความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไปมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.86) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตารางสรุปผลการประเมินโดยผู้ใช้งาน

ด้านประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	เชิงคุณภาพ
1.ด้านความยากง่ายในการใช้งานระบบ	3.90	0.83	ดี
2.ด้านความมีประโยชน์ในการใช้งานระบบ	3.89	0.88	ดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง ได้นำเทคนิคการจัดการความรู้ไปใช้ควบคู่กับการจัดการความรู้โดยโมเดลปลาทู มีการสร้างระบบถามตอบและประเมินผลของผู้ใช้งานในรูปแบบของคะแนน โดยมุ่งเน้นไปที่ค่าคะแนนของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และประยุกต์ ที่มีความแตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบและเพิ่มประสิทธิภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้กับผู้ใช้งาน เพื่อนำไปวิเคราะห์และเพิ่มเติมในด้านอื่น ๆ ในอนาคต จากการทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผลประเมินที่ดี ดังนั้นระบบสามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานจริงได้

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังต้องมีการประเมินความสามารถของผู้ใช้งานจากการนำระบบมาใช้งานจริง และผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัย คือควรมีการเพิ่มเทคนิคอื่น ๆ ของตัวชี้วัดผลการเรียนรู้จากฐานข้อมูลคำถามคำตอบ หรือรูปแบบคำถามในลักษณะอื่น ๆ มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ณพศิษฎ์ จักรพิทักษ์, *ทฤษฎีการจัดการความรู้*. ธนาเพลส พ.ศ. 2552.

[2] สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม, *การจัดการความรู้ด้วยโมเดลปลาทู*. พ.ศ. 2550.

[3] กองทัพเรือ, *การจัดการความรู้เรือรบหลวงจักรีนฤเบศร*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.navy.mi.th/cvh911/webpagecvh911/km-model.html

[4] ยุทธนา แซ่เตียว, *การวัดการวิเคราะห์และการจัดการความรู้*. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ 2548.

[5] วรารัตน์ ทรัพย์อิ่ม. “ผลของการให้การศึกษาด้านโภชนาการสำหรับผู้ปกครองเด็กวัยอนุบาล ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้โมเดลปลาทู,”. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552.

[6] Jixia Cao, Zun'en Yao, Yuanxing Li, Congmin Zhai and Bei Xu,“ *Utilizing SECI Model for Knowledge Management in Library. Commanding dept,”*. Military Transportation University Tianjin, China, c2010.

[7] Choo, C. The Knowing Organization: *“How Organizations Use Information for Construct Meaning, Create Knowledge and Make Decisions,”*. New York: Oxford Press. 1998.

[8] ทิพวรรณ หล่อสุวรรณรัตน์, *เครื่องมือการจัดการ*. สำนักพิมพ์รัตนไตร พ.ศ. 2551.

การประยุกต์ใช้เทคนิคการแยกประเภทในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกเพศของนกกระทาที่พิจารณาจากคุณลักษณะภายนอกของไข่นกกระทา

Apply of Classification Techniques for Factor Analysis Influencing Quail Gender Identification Considering from the External Factors of Quail Eggs

พงศ์พัฒน์ สิงห์ศรี (PongpatSingsri)[1] จักริน สุขสวัสดิ์ชน (JakkarinSuksawatchon)[2]
และอุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน (UreeratSuksawatchon)[3]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
[1]pongpat.singsri@gmail.com, [2]jakkaman@gmail.com, [3]ureerat.w@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกเพศของนกกระทาที่พิจารณาจากลักษณะภายนอกของไข่เท่านั้น โดยใช้ตัวแบบที่ใช้ศึกษาเป็นตัวแบบในการแยกประเภทได้แก่ ตัวแบบต้นไม้ในการตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 เป็นชุดข้อมูลที่ประกอบไปด้วยปัจจัยจากภูมิปัญญาชาวบ้าน ได้แก่ ความกว้าง และความสูงของไข่นกกระทา และชุดที่ 2 เป็นข้อมูลที่เพิ่มปัจจัยภายนอกของไข่อื่น ๆ อีก 5 ปัจจัยรวมเป็น 7 ปัจจัย โดยข้อมูลทั้งสองชุดได้จากไข่นกกระทาจำนวน 559 ฟอง ผลการทดสอบความถูกต้องในการแยกเพศใช้วิธีการตรวจสอบข้ามชุดจำนวน 10 ชุด พบว่าข้อมูลชุดที่ 2 ให้ค่าความถูกต้องแยกเพศมากกว่าข้อมูลชุดที่ 1 โดยที่ตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องในการแยกเพศมากที่สุดเท่ากับ 77.46%

คำสำคัญ: ปัจจัยภายนอก นกกระทา การแยกประเภท

Abstract

This research is to study and analyze the factors that influence quail gender classification considering from only external factors of quail eggs. The models for classification are decision tree, back-propagation neural network and support vector machine. The data used in this research are divided into two sets. The first set is composed of two factors which are width and height of quail eggs. The second set is added five external factors from the first set. Each set is obtained from 559 quail eggs. In this study, we use 10-fold cross validation for evaluation model. It has found that the decision tree model gives the highest accuracy to classify quail gender about 77.46% for the external factors of the second set.

Keyword: external factors, quail, classification

1. บทนำ

นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese Quail) เป็นสัตว์ปีกเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีผู้เลี้ยงเป็นอาชีพขายไข่ และตัวนกเป็นจำนวนมาก นกกระทาถือว่าเป็นสัตว์ปีกที่มีชีพจักรสั้น ใช้ต้นทุนการเลี้ยงต่ำ และให้คืนทุนเร็ว ซึ่งนกกระทาเพศผู้สามารถชำแหละจำหน่ายได้ เมื่อมีอายุ 35-40 วันหลังการฟัก และนกกระทาเพศเมียสามารถออกไข่เมื่อมีอายุ 35-42 วันหลังการฟัก ยาวนานต่อเนื่อง 8-10 เดือน [1] การเลี้ยงนกกระทาในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงเฉพาะนกกระทาเพศเมียมากกว่าเพศผู้ ทั้งนี้เพราะให้ผลผลิตที่สูงกว่าเพศผู้มาก ซึ่งในการระบุเพศของนกกระทาว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมียนั้น สามารถทำได้หลายวิธี [1] แต่วิธีที่นิยมใช้คือ เกษตรกรจะใช้วิธีการสังเกตความแตกต่างของขนหน้าอกเมื่อลูกนกกระทาอายุได้ 21 วันหลังฟักออกจากไข่ ข้อดีของวิธีนี้คือสะดวก ง่ายต่อการคัดแยก แต่ข้อเสียคือในนกกระทาบางสายพันธุ์หรือนกกะเทยสีขนจะไม่ชัดเจน และวิธีการนี้ทำให้ต้องเลี้ยงลูกกระทาหลังจากฟักไปอีก 21 วัน ซึ่งทำให้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายการเพาะเลี้ยงนกกระทาของเกษตรกรไทยสูงขึ้นมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีคำถามวิจัยว่า *“เป็นไปได้หรือไม่ที่จะสามารถทราบเพศของนกกระทาได้เร็ว*

โดยที่ไม่ต้องเลี้ยงนกกระทาต่ออีก 21 วัน" และ "*การจำแนกเพศของนกกระทาพิจารณาจากลักษณะภายนอกของไข่ได้หรือไม่*"

1.1 การศึกษาเบื้องต้น

ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่มีอยู่ แต่งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเพื่อมุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตของเนื้อและไข่นกกระทา เช่นงานวิจัย [2, 3] ส่วนงานวิจัยต่างประเทศก็ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาและวิจัยการจำแนกหรือแยกเพศนกกระทาจากการพิจารณาลักษณะภายนอกของไข่ ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการฟักออกและคุณภาพของไข่ การเพิ่มผลผลิต เป็นต้น ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ R. P. Gildersleeve และคณะ [6] ที่ศึกษาและวิจัยเรื่องการเพิ่มผลผลิตของไข่ในการเลี้ยงนกกระทาสี่รุ่นที่ถูกจับเป็นคู่กัน โดยมีสมมุติฐานที่ว่าการผลิตไข่ของนกกระทาที่ถูกจับคู่กันน่าจะให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ โดยทดลองเลี้ยงนกกระทาทั้งหมดสี่รุ่น แต่ละรุ่นจะถูกเลี้ยงในกรงเป็นคู่ตัวผู้และตัวเมีย ซึ่งการทดลองนี้ทำให้พบว่าสามารถผลิตไข่ได้ดีกว่าการทดลองในงานวิจัยอื่น และงานวิจัย [18] เป็นงานวิจัยที่ศึกษาและวิจัยในเรื่องการระบุแม่พันธุ์ให้กับไข่นกกระทา โดยใช้สีและลายของไข่นกกระทาญี่ปุ่น และใช้เทคนิคทางการประมวลผลภาพและเทคนิค Discriminate Function Analysis เข้ามาช่วยทำได้แบบจำลองในการแยกแยะแม่พันธุ์จากการพิจารณาลายของเปลือกไข่ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้พบว่าสีและลายของเปลือกไข่นกกระทาญี่ปุ่น มีความสอดคล้องกันสูงกับแม่พันธุ์และสามารถระบุความแตกต่างที่สำคัญได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการสำรวจ และสอบถามเกษตรกรไทยผู้เลี้ยงนกกระทาที่มีประสบการณ์สูงเกี่ยวกับการระบุเพศให้กับนกกระทาโดยพิจารณาลักษณะของไข่นกกระทา และสรุปได้ว่าวิธีการระบุเพศที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน จะใช้วิธีการสังเกตจาก "ถ้าไข่มีรูปทรงเรียว แหลม จะฟักออกมาได้ลูกนกกระทาเพศผู้ ส่วนไข่ที่มีรูปทรงค่อนข้างกลมจะฟักออกมาได้ลูกนกกระทาเพศเมีย" ซึ่งความถูกต้องเมื่อนกฟักออกมายังไม่ค่อยแม่นยำมากนักอาจ เนื่องจากพิจารณาเฉพาะรูปทรงของไข่เพียงอย่างเดียว และที่สำคัญในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดทำการทดลองค่าความถูกต้องจากแนวคิดที่ใช้อยู่อย่างมีระบบ

1.2 แนวคิดของงานวิจัยนี้

ถึงแม้ยังไม่มีงานวิจัยใดที่กล่าวถึงการจำแนกเพศของนกกระทาจากลักษณะภายนอกของไข่นกกระทาอย่างเด่นชัด แต่เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหาจากคำถามวิจัยที่ว่า "*การจำแนกเพศของนกกระทา พิจารณาจากลักษณะภายนอกของไข่ได้หรือไม่*" ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกหรือแยกเพศของนกกระทาโดยพิจารณาจากลักษณะภายนอกของไข่นกกระทาและสิ่งแวดล้อมอื่น ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งปัญหาวิจัยออกเป็น 2 ประเด็น คือ

ประเด็นวิจัยที่ 1 เนื่องจากวิธีที่เกษตรกรใช้แยกเพศของนกกระทาโดยการสังเกตจากลักษณะภายนอกของไข่นกกระทานั้นไม่มีค่าทางสถิติรับรอง จึงไม่สามารถใช้เป็นหลักอ้างอิงทางวิชาการได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงจะดำเนินการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติว่า "ปัจจัยที่ใช้แยกประเภทของไข่นกกระทาตามวิธีที่ใช้อยู่เดิมของเกษตรกรไทยให้ผลการแยกประเภทไข่นกกระทามีความถูกต้องเป็นเท่าไร"

ประเด็นวิจัยที่ 2 นอกจากปัจจัยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแล้ว มีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ เช่น ความสูง ความกว้าง น้ำหนักของไข่ที่มีผลต่อการกำหนดเพศของนกกระทา และปัจจัยเหล่านั้นให้ผลของความถูกต้องในการแยกประเภทไข่นกกระทาเป็นอย่างไร

ดังนั้นเพื่อตอบสองประเด็นดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดเพศของนกกระทาโดยพิจารณาจากไข่นกกระทาและสิ่งแวดล้อมอื่น ด้วยเทคนิคการแยกประเภท (Classification Techniques) ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ได้จากการทำวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่เลี้ยงนกกระทาอย่างมาก นอกจากทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการระบุเพศของนกกระทา ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยการสร้างตัวแบบในการจำแนกเพศจากไข่นกกระทาต่อไป ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของเกษตรกรที่ไม่ต้องการเลี้ยงนกกระทาเพศผู้ และท้ายสุดจะยังทำให้องค์ความรู้จากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ใช้อยู่เดิมถูกนำมาทดลองอย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการ และไม่สูญหายไปกับตัวบุคคลอีกด้วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับไข่นกกระทา

ในอดีตนกกระทาเป็นสัตว์ป่า แรกเริ่มคนนำมาเลี้ยงเป็นสัตว์เลี้ยง ต่อมาได้เลี้ยงเพื่อเป็นอาหารและเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ ทำให้ลักษณะของไข่นกกระทายังเหมือนกับนกป่าในปัจจุบัน คือ มีสีหรือลายจุดปะ เพื่อใช้พรางหรือหลบซ่อนจากศัตรู ลักษณะต่าง ๆ ของไข่นกกระทามีดังนี้ [1]ไข่จากนกกระทาที่โตเต็มที่ [7] มีน้ำหนักประมาณ 10 ± 2 กรัม (0.35 เอานซ์) โดยทั่วไปขนาดของไข่จะยาว 33 ± 1 มม. กว้าง 25 ± 0.5 มม.

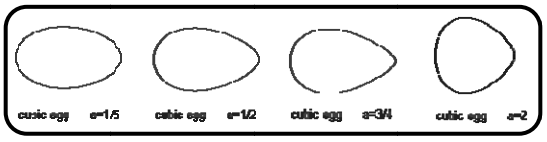
ในงานวิจัยของ Amp F. Hicks และคณะ [8] ใช้สูตรดัชนีรูปทรงไข่ (W/L x100) เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรมที่ส่งผลต่อคุณภาพของไข่

งานวิจัยของ Maclaury และคณะ [9] ใช้สูตรดัชนีรูปทรงไข่ (Shape Index) ของ Insko และคณะ [10] รวมกับสูตรหาปริมาตรไข่ของ Romanoff สร้างสูตรใหม่เพื่อศึกษาโอกาสการฟักออกของไข่มีเชื้อของนกกระทา พบว่าอัตราส่วนของผิวเปลือกไข่ต่อปริมาตรของไข่นั้นมีค่าสหสัมพันธ์สูงมาก (+ 0.0998 (P < 0.001)) ต่อการฟักออก

ส่วนลักษณะลวดลายบนเปลือกไข่จากภูมิปัญญาชาวบ้านสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ลายป้านหรือลายแต้ม (กลุ่มด้านซ้ายมือ) และลายดาวหรือลายจุด (กลุ่มด้านขวามือ) ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1: ลวดลายบนเปลือกไข่จากภูมิปัญญาชาวบ้าน

ลักษณะรูปทรงไข่นั้น ทางผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ตามสมการคำนวณหาความโค้งรูปทรงไข่ของนิวตัน [11] โดยใช้ผลลัพธ์ของสมการที่มีค่า 1/5, 1/2, 3/4 และ 2 เพื่อระบุถึงรูปทรง เรียว ค่อนข้างเรียว ค่อนข้างกลม และกลมตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: รูปทรงเปลือกไข่

2.2 ต้นไม้ตัดสินใจ

การสร้างต้นไม้ช่วยตัดสินใจ [4] ในการจัดกลุ่มข้อมูลมีทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ช่วยตัดสินใจ โดยปกติจะอยู่ในรูปของกฎ “IF (conditions) Then (results)” ต้นไม้ตัดสินใจประกอบไปด้วยโหนดต่าง ๆ ในต้นไม้ แต่ละกิ่งแทนเงื่อนไขในการทดสอบ และใบแทนผลลัพธ์หรือคลาสคำตอบ ซึ่งในการเลือกคุณลักษณะใดมาเป็นโหนดในต้นไม้ จะใช้ค่าเกน (Information Gain) โดยคุณลักษณะที่มีค่าเกนสูงที่สุดจะถูกเลือกมาเป็นโหนดรากหรือโหนดอื่นในต้นไม้ตัดสินใจ ค่าเกนนี้คำนวณได้จากค่าเอนโทรปี (Entropy) ทั้งหมดของชุดข้อมูล

กำหนดให้ S เป็นเซ็ตของข้อมูล และ X แทนคุณสมบัติที่พิจารณาและมีค่าทั้งหมดที่เป็นไปได้ n ทำให้แบ่งข้อมูลตัวอย่าง S ออกตามกิ่งเป็น $s_1, s_2, \ldots, s_n$ ตามค่าที่เป็นไปได้ของ S ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าเอนโทรปีหลังจากแบ่งคุณลักษณะ X ดังนี้

$$I_X(S) = \sum_i^n \frac{|s_i|}{|S|_i} I(s_i) \quad (1)$$

และ

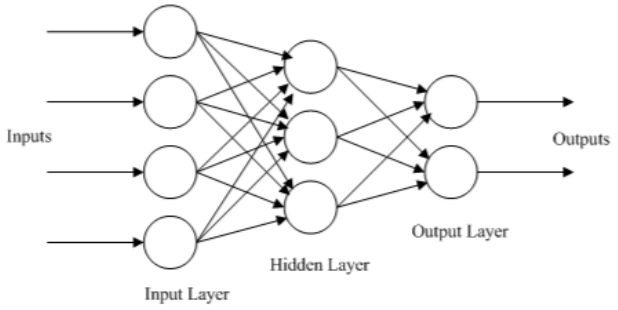
$$I(s_i) = -p_i \log_2 p_i \quad (2)$$

ค่าเกนของคุณลักษณะ X ที่ใช้แบ่งข้อมูลที่โหนดหนึ่ง ๆ สามารถคำนวณได้จากการลบค่าเอนโทรปีทั้งหมดที่โหนดนี้กับค่าเอนโทรปีที่ได้จากการแบ่งด้วยคุณลักษณะ X ดังนี้

$$Gain(X) = I(S) - I_X(S) \quad (3)$$

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Neural Network หรือ BPNN)

Back-propagation [4] เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน Multilayer perceptron เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างนิวรอลแต่ละโหนดให้เหมาะสม โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยชั้นของ node 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input layer) ชั้นซ่อน (Hidden layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output layer) ดังภาพที่ 3 โดยที่ข้อมูลจากชั้นข้อมูลนำเข้าจะถูกคำนวณ และส่งผ่านฟังก์ชั่นแปลงรูปจากชั้นซ่อนไปยังชั้นผลลัพธ์



ภาพที่ 3: สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

โดยหลักการเรียนรู้แบบจำลองคือ การปรับค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละการเชื่อมต่อ เพื่อทำให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าความจริงมากที่สุดโดยอาศัยการแพร่กลับ ซึ่งสมการที่ 4 และ 5 เป็นสมการในการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก ณ เวลา t+1

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \Delta w_{ji}(t+1) \quad (4)$$

$$\Delta w_{ji}(t+1) = \eta\delta(t)y_j(t) + \alpha\Delta w_{ji}(t) \quad (5)$$

เมื่อ X_i คือข้อมูลนำเข้าที่โหนด i, w_{ji} คือค่าถ่วงน้ำหนักที่โหนด i และ โหนด j, Δw_{ji} คือ ค่าปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างโหนด i และ โหนด j, η คือค่าอัตราการเรียนรู้, δ คือค่าผลต่างระหว่างค่าความจริงกับค่าที่ได้จากการคำนวณ, α คือค่าโมเมนตัม, y_j คือค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองที่โหนด j

2.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine หรือ SVM) [5]

เป็นเครื่องมือการเรียนรู้แบบใหม่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ทฤษฎีทางสถิติ ได้รับการนำเสนอครั้งแรกโดย Vapnik แนวคิดของทฤษฎีนี้ใช้เพื่อหาระนาบในการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน โดยพยายามสร้างเส้นตรงหรือระนาบหลายมิติ (Hyperplane) ที่เหมาะสมตรงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มให้ระยะห่างระหว่างขอบเขตของทั้งสองกลุ่มมากที่สุด SVM มีความสามารถในการแยกข้อมูลไม่เชิงเส้น เนื่องจากมี SVM ใช้ฟังก์ชันที่แมปข้อมูลจาก input space ไปยัง output space ฟังก์ชันนี้เรียกว่า kernel function ซึ่งสามารถทำให้ SVM สามารถแบ่งข้อมูลได้ด้วยเส้นตรงหรือระนาบหลายมิติ

กำหนดข้อมูลฝึกสอน $\boldsymbol{D} = \{(X_i, y_i) ; i = 1, 2,..., n\}$ ในขณะที่ $X_i = (x_{i1}, x_{i2},..., x_{ip}) \in \Re^p$ เป็นข้อมูลนำเข้า และ $y_i \in \{+1,-1\}$ เป็นค่าเป้าหมายหรือคำตอบของ X_i โดยที่ SVM เป็นฟังก์ชั่นการตัดสินใจที่สามารถแยกแยะข้อมูล X_i แต่ละตัวที่ไม่ทราบคำตอบได้โดยใช้สมการที่ 6

$$y = sign\{\sum_{j=1}^{n_s} w_j(X)\phi_j(X)\phi_j(X_j) + b\} \quad (6)$$

โดยมี kernel function คือ

$$K(X, X_j) = \phi(X)\phi_j(X_j) \quad (7)$$

ค่า w_j แทนค่าน้ำหนักที่เชื่อมโยงจาก input space ในมิติที่ j ไปสู่ output space ส่วน b คือค่าโน้มเอียง และ $X_j, j = 1,\ldots,n_s$ เป็นซัพพอร์ตเวกเตอร์ และ n_s เป็นจำนวนซัพพอร์ตเวกเตอร์

3. วิธีการที่นำเสนอ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ประสานขอความร่วมมือไปยังวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อขอใช้สถานที่ในการฟักเลี้ยงและเก็บข้อมูลนกกระทา โดยใช้ไข่นกกระทาจากฟาร์มนกกระทาในจังหวัดสกลนครในการศึกษา ก่อนนำไข่นกกระทาเข้าฟัก ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับไข่นกกระทาซึ่งประกอบไปด้วย ความสูงของไข่ ความกว้างของไข่ น้ำหนักของไข่ และถ่ายภาพเปลือกไข่ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยกลุ่มข้อมูลตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 559 ชุดข้อมูล แบ่งออกเป็นเพศผู้ 264 ตัว และเพศเมีย 295 ตัว รายละเอียดดังนี้

3.1.1 ข้อมูลนำเข้าแต่ละรายการประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของข้อมูลนำเข้าแต่ละรายการ คือ เพศนกกระทา (เพศผู้หรือเพศเมีย)

3.1.2 ชุดของปัจจัย แบ่งออกเป็น 2 ชุดย่อย คือ

1) ชุดที่ 1 ปัจจัยจากภูมิปัญญาชาวบ้านประกอบไปด้วยความกว้าง และความสูงของไข่นกกระทา ดังตารางที่ 2

2) ชุดที่ 2 เพิ่มตัวแปรต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้จากลักษณะภายนอกของไข่ประกอบไปด้วย น้ำหนัก ดัชนีรูปทรงไข่ ลายไข่ รูปทรงไข่ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 1: การนำเข้าปัจจัยต่อการกำหนดเพศก่อนทำการสอน

ความกว้างของไข่	แทนด้วย	ขนาดจริง
ความสูงของไข่	แทนด้วย	ขนาดจริง
น้ำหนักของไข่	แทนด้วย	น้ำหนักจริง
ค่าดัชนีรูปทรงไข่ ((W/L)x100)	แทนด้วย	ตัวเลขจริง
ลายไข่จากภูมิปัญญาชาวบ้าน		
ลายป่าน,ลายแต้ม	แทนด้วย	P
ลายดาว	แทนด้วย	S
รูปทรงไข่		
เรียว	แทนด้วย	1
ค่อนข้างเรียว	แทนด้วย	2
ค่อนข้างกลม	แทนด้วย	3
กลม	แทนด้วย	4
ลักษณะด้านแหลมของไข่		
รูปทรงมน	แทนด้วย	0
รูปทรงแหลม	แทนด้วย	1
เพศ (ผลลัพธ์ที่ต้องการ)		
ตัวผู้	แทนด้วย	M
ตัวเมีย	แทนด้วย	F

ตารางที่ 2: ข้อมูลปัจจัยไข่นกกระทาชุดที่ 1

ชุดข้อมูล	การเก็บข้อมูล	ตัวแปร
1	ไข่นกกระทาจำนวน 559 ฟอง	Width, Length

ตารางที่ 3: ข้อมูลปัจจัยไข่นกกระทาชุดที่ 2

ชุดข้อมูล	การเก็บข้อมูล	ตัวแปร
2	ไข่นกกระทาที่จำนวน 559 ฟอง	Width, Length, Weight, SI, WDC, Shape, S-type

Width คือ ความกว้างของเปลือกไข่
Length คือ ความสูงของเปลือกไข่
Weight คือ น้ำหนักของไข่ทั้งฟอง
SI คือ ดัชนีรูปทรงไข่ (Shape Index)
WDC คือ ลายไข่จากภูมิปัญญาชาวบ้าน
Shape คือ รูปทรงไข่
S-type คือ ลักษณะด้านแหลมของไข่

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในทดสอบความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดเพศ ทำโดยนำข้อมูลทั้ง 2 ชุด ผ่านตัวแบบต้นไม้ช่วยตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแม่นยำของแต่ละตัวแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Weka 3.7.8 ในการทำงาน และใช้การทดสอบด้วยวิธี 10- Fold Cross Validation

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองกับตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้โปรแกรมประยุกต์ Weka ดังนั้นตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจจึงเลือกใช้ขั้นตอนวิธี J48 (C4.5) โดยมีผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	317	56.71
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	242	43.29

ตารางที่ 5: Confusion matrix ข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	133	131
เพศเมีย	111	184

ตารางที่ 6: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2 ด้วยตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	433	77.46
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	126	22.54

ตารางที่ 7: Confusion matrix ข้อมูลชุดที่ 2 จากตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

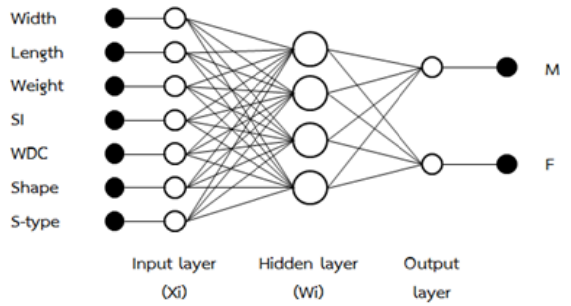
	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	202	62
เพศเมีย	64	231

จากตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 7 สามารถสรุปได้ว่า ความถูกต้องที่ใช้เพียงแค่ปัจจัยความกว้างและความสูงของไข่ (Width, Length) ตามแนวคิดเดิมจากภูมิปัญญาชาวบ้านให้ผลความถูกต้องค่อนข้างต่ำเพียงร้อยละ 56.71 และมีความถูกต้องในการพยากรณ์เพศเมียร้อยละ 62.37 แต่เมื่อเพิ่มเติมปัจจัย (Weight, SI, WDC, Shape, S-type) เข้าไป จะทำให้ผลของความถูกต้องในการแยกประเภทของไข่นกกระทาว่าเป็นเพศผู้

หรือเพศเมียสูงขึ้นเป็น 77.46% และมีความถูกต้องในการพยากรณ์เพศเมียสูงขึ้นเป็น 78.31%

4.2 ผลการทดลองกับตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

ในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชั่น Multilayer Perceptron (BPNN) และได้ทำการปรับค่าจำนวนครั้งการเรียนรู้เพื่อหาผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องที่สูงสุดได้แก่ 200, 300, 400 และ 500 กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้และค่าโมเมนตัมที่ 0.2 โดยโครงสร้างแบบจำลองในการสอนที่เหมาะสมที่สุดคือ 2-2-2 สำหรับข้อมูลชุดที่ 1 และโครงสร้างแบบจำลองในการสอนที่เหมาะสมที่สุดคือ 7-4-2 สำหรับข้อมูลชุดที่ 2 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: โครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการสอน แบบ 7-4-2

ตารางที่ 8: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	285	50.98
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	274	49.02
จำนวนครั้งของการเรียนรู้ที่เหมาะสม		400

ตารางที่ 9: Confusion matrix ข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN)

	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	72	192
เพศเมีย	82	213

ตารางที่ 10: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2 ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	395	70.66
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	164	29.34
จำนวนครั้งของการเรียนรู้		400 และ 300

ตารางที่ 11: Confusion matrix ข้อมูลชุดที่ 2 ด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN)

	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	184	80
เพศเมีย	84	211

จากตารางที่ 8 ถึงตารางที่ 11 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยของไข่ชุดที่ 2 ยังสามารถใช้แยกประเภทของไข่นกกระทาได้ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมียได้ดีกว่าการใช้ปัจจัยของไข่ชุดที่ 1

4.3 ผลการทดลองกับตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

โปรแกรมประยุกต์ Weka งานวิจัยนี้เลือก LibSVM ที่มีเคอร์แนลฟังก์ชั่นแบบ Radial Basis Function Kernel ดังสมการที่ 8

$$K(X_i, X_j) = \exp(-\gamma \left\| X_i - X_j \right\|^2) \qquad (8)$$

และได้ปรับค่า Cost (C) และ Gamma (γ) เพื่อหาผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงที่สุด โดยปรับค่า C ระหว่าง 1-50 และค่า Gamma ระหว่าง 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (LibSVM)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 1	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	335	59.93
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	224	40.07
Cost (C)		1.0
Gamma (γ)		0.0

ตารางที่ 13: Confusion matrix ของข้อมูลชุดที่ 1 ด้วยตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (LibSVM)

	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	139	125
เพศเมีย	99	196

ตารางที่ 14: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2 ด้วยตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (LibSVM)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดที่ 2	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจัดกลุ่ม	410	73.35
ความผิดพลาดในการจัดกลุ่ม	149	26.65
Cost (C)		6.9
Gamma (γ)		0.2

ตารางที่ 15: Confusion matrix ของข้อมูลชุดที่ 2 ด้วยตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (LibSVM)

	เพศผู้	เพศเมีย
เพศผู้	183	81
เพศเมีย	68	227

จากตารางที่ 12 ถึงตารางที่ 15 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยของไข่ชุดที่ 2 ยังสามารถใช้แยกประเภทของไข่นกกระทาได้ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมียได้ดีกว่าการใช้ปัจจัยของไข่ชุดที่ 1

6. สรุปผลการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบและประเมินผล ทางผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Weka 3.7.8 ในการทำงาน เทคนิคการแยกประเภทที่ใช้มี 3 เทคนิคคือ J48 , LibSVM และ Multilayer perceptron ใช้การทดสอบด้วยวิธี 10-Fold Cross Validation ตารางที่ 16 เป็นตารางสรุปเปรียบเทียบความถูกต้องในการแยกเพศของนกกระทาที่พิจารณาจากลักษณะภายนอกของไข่นอกกระทาเท่านั้น

ตารางที่ 16: เปรียบเทียบความแม่นยำจาก 2 กลุ่มการทดลอง

ชุดที่ 1			ชุดที่ 2		
J48	LibSVM	MLP	J48	LibSVM	MLP
56.71%	59.93%	50.98%	77.46%	73.35%	70.66%

จากตารางที่ 16 สามารถตอบประเด็นปัญหาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

<u>ประเด็นวิจัยที่ 1</u> “ปัจจัยที่ใช้แยกประเภทของไข่นกกระทาตามวิธีที่ใช้อยู่เดิมของเกษตรกรไทยให้ผลการแยกประเภทไข่นกกระทามีความถูกต้องเป็นเท่าไร” ซึ่งจากตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ใช้อยู่เดิม (ความกว้างและความสูงของไข่) นั้นให้ความแม่นยำในการแยกเพศได้ดีที่สุดอยู่ที่ 59.93% จากวิธี LibSVM

<u>ประเด็นวิจัยที่ 2</u> “นอกจากปัจจัยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแล้ว มีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ และปัจจัยเหล่านั้นให้ผลของความถูกต้องในการแยกประเภทไข่นกกระทาเป็นอย่างไร” ซึ่งปัจจัยที่เพิ่มจากปัจจัยที่ใช้อยู่เดิมได้แก่ คือ น้ำหนักของไข่ทั้งฟอง ดัชนีรูปทรงไข่ ลายไข่จากภูมิปัญญาชาวบ้าน รูปทรงไข่ ลักษณะด้านแหลมของไข่ ซึ่งผลจากการทดลองสรุปได้ว่าปัจจัยที่เพิ่มเหล่านี้สามารถเพิ่มความแม่นยำในการแยกเพศของนกกระทาได้ดีกว่าการใช้ปัจจัยที่มีอยู่เดิม โดยที่ทั้ง 3 ตัวแบบ คือ J48, LibSVM และ MLP ให้ค่าความถูกต้องแยกเพศเท่ากับ 77.46%, 73.35% และ 70.66% ตามลำดับ และมีค่าความถูกต้องของการพยากรณ์เพศเมีย 78.31%, 71.53% และ 76.95% ตามลำดับ โดยที่ตัวแบบ J48 ให้ผลการแยกเพศและความถูกต้องของการพยากรณ์เพศเมียได้ดีที่สุด

ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการศึกษาในเบื้องต้นเท่านั้นที่จะหาปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการแยกเพศของนกกระทาจากไข่นกกระทา ทำให้สามารถตอบคำถามเบื้องต้นได้ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยยังคงต้องศึกษาและทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาโมเดลที่เหมาะสมยิ่งขึ้นเพื่อใช้ในการแยกเพศ ซึ่งน่าจะทำให้ความถูกต้องในการแยกเพศมีความถูกต้องเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการแยกเพศนกกระทาเป็นเพียงเครื่องมือในการประเมินเพศเบื้องต้นเท่านั้น แต่ปัจจัยที่ทำให้เกิดเพศแท้จริงแล้วอาจมีปัจจัยหรือตัวแปรที่มากกว่าตัวแบบที่สร้างขึ้น การวิจัยหาปัจจัยอื่น จึงเป็นเรื่องสำคัญในการหาปัจจัยที่จะสามารถกำหนดเพศนกกระทาในระยาวต่อไป ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปพัฒนาต่อเพื่อหาปัจจัยที่มีความแน่นอนมากในการประเมินเพศนกกระทาล่วงหน้า ซึ่งทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงนกกระทามีต้นทุนการเลี้ยงที่ต่ำ และพัฒนาอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงนกกระทาของประเทศไทยต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนทุนวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2556 และขอขอบคุณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการฟักเลี้ยงและเก็บข้อมูลนกกระทา

เอกสารอ้างอิง

[1] สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2530. นกกระทา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ, ช่อนนทรี.

[2] วราภรณ์ ถินประวัติ นงเยาว์ จันทราช และสุเมธี กิตติพงศ์ไพศาล, “ปัญหาพิเศษเรื่องสมรรถภาพการผลิตนกกระทาเนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังที่หมักด้วย E.M. (Effective Microorganism) ในระดับต่างกัน”. วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สำนัก

วิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2547.

[3] มณี โททอง, นงเยาว์ จันทราช และสุเมธี กิตติพงศ์ไพศาล, “สมรรถนะภาพการผลิตของนกกระทาเนื้อที่ได้รับการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหาร”. วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2547.

[4] บุญเสริม กิจศิริกุล. 2546. ปัญญาประดิษฐ์. กรุงเทพฯ ; ภาควิชาวิศ-วะกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] เดช ธรรมศิริ และพยุง มีสัจ. 2544. การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีแบบร่วมตัดสินใจจากพื้นฐานของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนร่วมกับการเลือกตัวแทนที่เหมาะสมด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 21 ฉบับที่ 2:295-296.

[6] R. P. Gildersleeve, D. Sugg, an, C. R. Parkhurst, “Egg Production in Four Generations of Paired Japanese Quail”, Poultry Sci., 2, pp. 227-230, 1986.

[7] R. L. Garrett, L. Z. McFarland and C. E. Franti, “Selected characteristic of eggs produced by Japanese quail (Coturnix coturnix japonica)”. Poultry Sci., 51, pp. 1370-1375, 1972.

[8] A. F. Hicks, E. G. Buss, and A. J. G. Maw, “The Heritabilities of Seasonally Determined Egg Quality Traits”, Poultry Sci., 40, pp. 821-822, 1961.

[9] D. W. Maclaury, W. M. Insko, J. J. Begin, and T. H. Johnson, “Shape index versus hatchability of fertile eggs of Japanese quail (Coturnix coturnix japonica)”, Poultry Sci., 52, pp. 558-562, 1973.

[10] W. M. Insko, D. W. Maclaury, J. J. Begin, and T. H. Johnson, “The relationship of egg weight to hatchability of coturnix eggs”, Poultry Sci., 50, pp. 297-298, 1971.

[11] J. Wassenarr. Newton’s egg curve. http://www.2dcurves.com/cubic/cubicn.html#Newtonseggcurve.

การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการวางแผนการจับกุมคดีของผู้ต้องหายาเสพติด โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา ตำรวจภูธรจังหวัดหนองบัวลำภู

Factors Analysis for Arresting Plans of Drug Offenders Using Data Mining Techniques: A Case Study of Nongbaulamphu Police Station

เทวิกา จันทอง (Tewika Chanthong)[1] และวรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ (Wararat Rungworawut)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]tewikac@kkumail.com, [2]wararat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การวางแผนการจับกุมคดียาเสพติดในชุมชนเป็นแผนงานหนึ่งของสถานีตำรวจภูธรซึ่งต้องอาศัยทักษะความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของบุคคลากรในการจับกุม อย่างไรก็ตามการสรุปแผนงานต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมากในการวางแผนการจับกุมผู้ต้องหาคดียาเสพติด ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะผู้ต้องหาในการก่อคดียาเสพติดโดยใช้การทำเหมืองข้อมูลเพื่อสามารถใช้สำหรับการวางแผนการจับกุมคดียาเสพติดในชุมชนได้โดยอาศัยข้อมูลผู้ต้องหาคดียาเสพติดในเขตพื้นที่สถานีตำรวจภูธรจังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 340 ราย ซึ่งมีการสร้างแบบจำลองทางการทำเหมืองข้อมูลเปรียบเทียบ 2 แบบจำลอง คือ ต้นไม้ตัดสินใจ และ การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายหรือนาอีฟเบย์ แบบจำลองจะช่วยวิเคราะห์ปัจจัยที่สำคัญสำหรับลักษณะผู้ต้องหาที่จะก่อคดียาเสพติดในชุมชน จากผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะผู้ต้องเพื่อการวางแผนการจับกุมตามประเภทยาเสพติด 3 ประเภทในแต่ละอำเภอได้ความถูกต้องถึง 91.18% ซึ่งมากกว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายที่ให้ค่าความถูกต้อง 90.59%

คำสำคัญ: ยาเสพติด เหมืองข้อมูล ต้นไม้ตัดสินใจ การเรียนรู้เบย์อย่างง่าย

Abstract

The arresting plan of drug offender in community is a plan of police stations that needs skill and experience of polices in arresting. However, the summary plan is used a lot of data for arrested drug offenders. The objective of this research is purposed factors analysis model of drug offender affecting drug crime using data mining techniques to help arresting plan of Nongbaulamphu police station overall 340 persons. This research compared 2 models in this experiment that are decision tress and naïve basian learning. The models can predicable factors for arresting plans of drug offenders for 3 types of drugs. The experimental result found that decision tress model gives accuracy to 91.18% which is higher than naïve baysian learning model.

Keyword: drug, data mining, decision tree, naïve bayesian learning

1. บทนำ

คดียาเสพติดถือว่าเป็นคดีหนึ่งที่เจ้าหน้าที่ตำรวจให้ความสำคัญเพื่อที่จะดูแลประชาชนในท้องถิ่นไม่ให้ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติดผิดกฎหมาย เช่น ยาบ้า กัญชา ทินเนอร์ กระท่อม เป็นต้น ปัจจุบันการวางแผนจับกุมผู้ต้องหาคดียาเสพติดนั้นมีความยุ่งยากและล่าช้า เนื่องจากการสำรวจข้อมูลจากบันทึกข้อความมีหลายคดีที่เกิดเหตุแล้วไม่สามารถจับกุมตัวผู้ต้องหามาดำเนินคดีตามกฎหมายได้ อีกทั้งเมื่อมีการจับกุมผู้ต้องหาก็มีการจับกุมผิดตัว ดังนั้นการจับกุมผู้ต้องหาจึงเป็นหน้าที่รับผิดชอบของตำรวจฝ่ายสืบสวนเป็นผู้แสวงหาพยานหลักฐานเพื่อที่จะดำเนินคดีกับผู้กระทำผิด ซึ่งต้องอาศัยทั้งความชำนาญ

และประสบการณ์ในการสอบสวนหลายคดี อีกทั้งการจับกุมผู้ต้องหาคดีประเภทยาเสพติดต่างๆ มีปัจจัยที่นำมาเชื่อมโยงหลายปัจจัยจึงยากต่อการหาพยานหลักฐาน

จากปัญหาดังกล่าวทำให้งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการวิเคราะห์ปัจจัยของลักษณะผู้ต้องหาที่จะก่อคดียาเสพติดจากบันทึกประจำวันของสถานีภูธรจังหวัดหนองบัวลำภู 7 อำเภอนำไปสู่วางแผนการจับกุมโดยดูจากสถานที่ก่อเหตุ ของกลางที่พบเพื่อเป็นแนวทางในการสืบสวน อีกทั้งแบบจำลองสามารถที่จะเฝ้าระวังการวางแผนการป้องกันไม่ให้เกิดคดียาเสพติดประเภทต่างๆ ในแต่ละอำเภอของจังหวัดหนองบัวลำภูให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยอาศัยการวิเคราะห์ปัจจัยจากแบบจำลองที่นำเสนอดังกล่าว

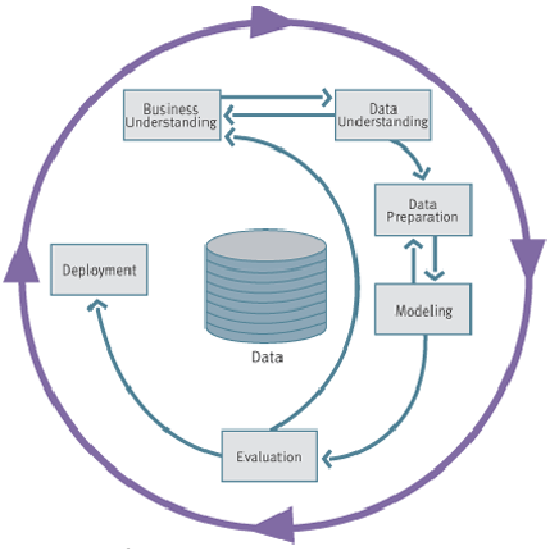
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เหมืองข้อมูล (Data Mining)

เป็นเทคนิคการสืบค้นความรู้บนฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Knowledge Discovery in Databases – KDD) [1], [2] เพื่อค้นหารูปแบบ (pattern) และความสัมพันธ์ (associations) ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ทำให้รูปแบบหรือแบบจำลองนั้นมาเป็นตัวช่วยทำให้ผู้บริหารตัดสินใจได้

ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งต้องตั้งวัตถุประสงค์การทำเหมืองข้อมูลว่าจะทำการวิเคราะห์ปัจจัย การแบ่งกลุ่มข้อมูล การพยากรณ์ข้อมูล
2. การเตรียมข้อมูล เป็นกระบวนการเลือกปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการหาคำตอบตามวัตถุประสงค์
3. การสร้างแบบจำลอง ทำการเลือกตัวแบบจำลองโดยเลือกเทคนิควิธีที่เหมาะสม
4. การประเมิน การนำข้อมูลทดสอบมาใช้กับตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้น
5. การนำไปใช้ เพื่อตรวจสอบผลว่าบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้เพียงใด

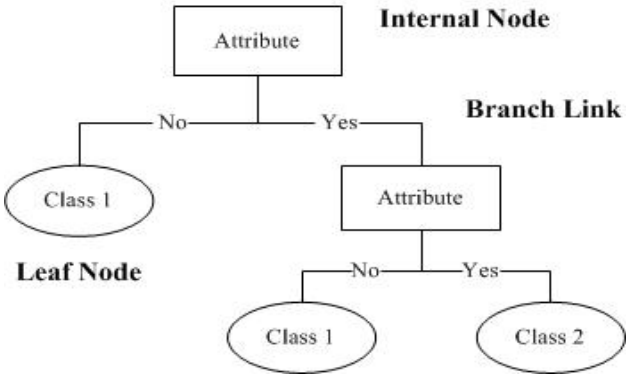


ภาพที่ 1: แสดงขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล [1]

2.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

การเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ [3] เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนก (Classification) ข้อมูลออกเป็นกลุ่ม (Class) ต่างๆ โดยใช้แอตทริบิวท์ (Attribute) ของข้อมูลในการแยกแยะ ต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ทราบว่าแอตทริบิวท์ใดของข้อมูลที่เป็นตัวกำหนดการจำแนก และแอตทริบิวท์แต่ละตัวมีความสำคัญมากน้อยต่างกันอย่างไร ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น การแทนต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Representation) ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ ประกอบด้วย

1. โหนดภายใน (Internal Node) คือ แอตทริบิวท์ต่างๆ ของข้อมูล ซึ่งเมื่อข้อมูลใดๆ ที่ตกลงมาที่โหนด จะใช้แอตทริบิวท์นี้เป็นตัวตัดสินใจว่าข้อมูลจะไปในทิศทางใด โดยโหนดภายในที่เป็นจุดเริ่มต้นของต้นไม้ เรียกว่า โหนดราก (Root Node)
2. กิ่ง (Branch Link) คือ ค่าของแอตทริบิวท์ในโหนดภายในที่แตกกิ่งนี้ออกมา ซึ่งโหนดภายในจะแตกกิ่งเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนค่าของแอตทริบิวท์โหนดภายในนั้น เช่น Yes หรือ No เป็นต้น
3. โหนดใบ (Leaf Node) คือ กลุ่มคลาส (Class) ต่างๆ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ในการจำแนกข้อมูล



ภาพที่ 2: โครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

งานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึม C4.5 [4] ซึ่งพัฒนามาจากอัลกอลึทึม ID3 ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะใช้ค่าที่วัดที่เรียกว่าค่าเกน (Gain) เป็นตัวตัดสินใจว่าจะใช้แอตทริบิวท์ใดในการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยวิธีการกำหนดโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะเป็นตามลำดับของค่าตัวชี้วัดหรือค่าเกนของแอตทริบิวท์ที่มีค่าสูงที่สุด ซึ่งเริ่มหาค่าสารสนเทศ (Information) แต่ละแอตทริบิวท์ซึ่งบ่งบอกความสามารถของแอตทริบิวท์ในการแยกแต่ละคลาส (Class) และทำจนกระทั่งจะได้โครงสร้างต้นไม้ที่สมบูรณ์โดยแต่ละแอตทริบิวท์ถูกเลือกตามการคำนวณค่าเกนที่ดีที่สุดโดยที่ ตามสมการที่ 1 ดังนี้

$$I(s_1, s_2, \dots, s_n) = -\sum_{i=1}^{n} \frac{si}{s} log_2 \frac{si}{s} \quad (1)$$

โดย S คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด ซึ่งมีจำนวนข้อมูล s_i ของ $class_i$

n คือ จำนวน Class ทั้งหมด

จากนั้นหาค่าเอนโทปี (Entropy) เป็นค่าของผลรวมแต่ละแอตทริบิวท์ A ที่สามารถแยกประเภทข้อมูลสารเทศ (Information) แต่ละคลาสของแต่ละค่าของแอตทริบิวท์ m จำนวน ดังสมการที่ 2

$$E(A) = \sum_{j=1}^{m} \frac{s_{1j}+\cdots+s_{nj}}{s} I(S_{1j}, \dots, S_{2j}) \quad (2)$$

ดังนั้นค่าเกน (Gain) ของแอตทริบิวท์ที่ถูกเลือกหาได้จากการแยกประเภทข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดของแอตทริบิวท์นั้นได้ดังสมการที่ 3

$$Gain(A) = I(s_1, s_2, \dots, s_n) - E(A) \quad (3)$$

2.3 วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning)

การเรียนรู้เบย์อย่างง่าย [5] เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เหมาะกับกรณีของกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่มีจำนวนมากและแอตทริบิวท์ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน พบว่าใช้งานได้ดีและง่ายต่อการประมวลผล และอัลกอริทึมในการทำงานไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่นๆ การหาความน่าจะเป็นในการแยกประเภทข้อมูลที่มีความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) เขียนแทนด้วย $P(a_i|v_j)$ โดยที่ a_i คือแอตทริบิวท์ที่ i และ v_i หมายถึงค่าของแอตทริบิวท์ a_j ดังนั้นหากต้องการรู้ว่าข้อมูลชุดหนึ่งมีการแยกประเภทเป็นคลาสใดจึงมีการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นมากที่สุดที่มีความใกล้เคียงกับความน่าจะเป็นของทุกคลาสและผลคูณของค่าความน่าจะเป็นของคุณลักษณะของข้อมูลชุดที่มีความรู้ก่อนหน้า ดังสมการที่ 4

$$V_{NB} = argmax\ P(v_j) * \prod_{i=1}^{n} P(a_i|v_i) \quad (4)$$

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [6], [7] ได้นำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยใช้อัลกอริทึม ID3 มาวิเคราะห์ปัจจัยพฤติกรรมของนักโทษอันเป็นสาเหตุในการก่อคดี งานวิจัย [8] นำเสนอการปรับปรุงอัลกอริทึม ID3 ให้เหมาะสมกับข้อมูลด้านนิติคอมพิวเตอร์ เพื่อประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล โดยการปรับค่าเกน (Gain) เช่นเดียวกับงานวิจัย [9] ที่ได้นำขั้นตอนวิธี ID3 และ C4.5 มาใช้ในการจำแนกความผิดออกเป็นมาตราต่างๆที่เหมาะสมกับคดีความนั้น และมีการแบ่งข้อมูลแบบ cross-validation จำนวน Folds 5, 10, 15, 4026 ตามลำดับ และเปรียบเทียบความถูกต้องทั้งสองวิธี พบว่าร้อยละความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน Folds แต่ก็มีงานวิจัย [10] ได้กล่าวถึงการวัดผลทางด้านความแม่นยำและประเมินประสิทธิภาพของตัวจำแนก 3 ชนิด ได้แก่ C4.5, ADTree และ เบย์ (Bayes) พบว่าตัวจำแนกแต่ละตัวมีข้อดีและข้อเสียในปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการ Cross-Validation ขนาดของข้อมูลที่ใช้เรียนรู้ ขนาดของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ซึ่งส่งผลให้เกิดข้อดีและข้อเสียตามตัวชี้วัดที่เลือกเพื่อใช้เปรียบเทียบ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัย [11] ที่นำวิธีการแบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning) ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการพยากรณ์พื้นที่ที่เกิดอาชญากรรม

ต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่สามารถคาดการณ์เวลาของการเกิดอาชญากรรมได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากการบันทึกการจับกุมผู้ต้องหาคดียาเสพติดประเภทต่างๆ ในเขตพื้นที่สถานีตำรวจภูธรจังหวัดหนองบัวลำภู จำนวนทั้งหมด 7 อำเภอ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554-2555 จำนวน 340 คน

3.2 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างผู้ต้องหาในคดียาเสพติด โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามประเภทของข้อหา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)
ผู้ต้องหาเสพยาเสพติด	199
ผู้ต้องหามียาเสพติดไว้ในครอบครอง	72
ผู้ต้องหามียาเสพติดไว้ในครอบครองเพื่อจำหน่าย	65
ผู้ต้องหาเสพและจำหน่ายยาเสพติด	1
ผู้ต้องหาผลิตยาเสพติด	2
ผู้ต้องหาเสพและมียาเสพติดไว้ในครอบครอง	1
รวม	340

ตารางที่ 2 ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ที่ใช้สำหรับการทำเหมืองข้อมูลซึ่งผู้วิจัยได้สกัดมาจากบันทึกข้อความคดีได้ปัจจัยที่สามารถนำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 10 ปัจจัย คือ 1) ข้อกล่าวหา 2) อายุ 3) เยาวชน 4) เพศ 5) เวลาที่เกิดเหตุ 6) สถานที่เกิดเหตุ 7) การจับกุม 8) ผู้เสพยาเสพติด 9) ผู้ค้ายาเสพติด 10) อำเภอ โดยปัจจัยเหล่านี้จะใช้สำหรับการวิเคราะห์การส่งผลต่อการจับกุมคดียาเสพติด 3 ประเภท คือ 1) ยาบ้า 2) กัญชา 3) ทินเนอร์

ตารางที่ 2: ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การทำเหมืองข้อมูล

ปัจจัย	รายละเอียด	ค่าข้อมูล
CASE	ข้อกล่าวหา	เสพ (c1), มีไว้ครอบครอง (c2), มีไว้ครอบครองเพื่อจำหน่าย (c3), เสพและจำหน่าย (c4), ผลิต (c5), เสพและมีไว้ครอบครอง (c6)
AGE	อายุ	<18, 18-30, 31-40, 41-50, 51-60, >60
JUVENILE	เยาวชน	ใช่ (y), ไม่ใช่ (n)
SEX	เพศ	ชาย (m), หญิง(f)
TIME	เวลาที่เกิดเหตุ	06.01_12.00, 12.01_18.00, 18.01_24.00, 00.01_06.00
STATION	สถานที่เกิดเหตุ	บ้าน (house), ริมถนน(road), ชุมชน (community), กระท่อมนา (hut), ป่าละเมาะ (brake), จุดตรวจ (checkpoint)
CATCH	การจับกุม	สายลับ (Spy), จับกุมตามกฎหมาย (Arrest), แจ้งเบาะแส (Whereabouts), ค้นเจอ (Detect), มอบตัว (Surrender)
EAT	ผู้เสพยาเสพติด	ใช่ (y), ไม่ใช่ (n)
SELL	ผู้ค้ายาเสพติด	ใช่ (y), ไม่ใช่ (n)
DISTRICT	อำเภอ	ศรีบุญเรือง (Sriboonruang), โนนเมือง (Nonmueang), นากลาง (Naklang), โนนสัง (Nonsang), นาวัง (Nawang), Sawannakhuha, เมือง (Mueang)
DRUG	ประเภทยาเสพติด	ยาบ้า (Amp), กัญชา (Marij), ทินเนอร์ (Thinner)

3.3 สร้างแบบจำลอง

นำชุดข้อมูลที่ผ่านการแปลงข้อมูลแล้ว 340 ระเบียนมาสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม weka [12] โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ

ด้วยอัลกอริทึม C4.5 และการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายหรือนาอีฟเบย์โดยตัวแบบทั้งสองจะต้องจำแนกประเภทข้อมูลจากชุดข้อมูลสอน (Training data) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ดังนั้นในการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบจึงทำการทดสอบการแบบ่งข้อมูลด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อทดสอบโดยวิธี K-fold cross-validation

3.4 ประเมินผลโดยวิธี K-fold Cross Validation

จากการสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจและการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายต้องมีการแบ่งข้อมูลทดสอบ (Testing Data) เพื่อให้ได้ผลวิจัยถูกต้องมากที่สุดก่อนนำไปใช้ งานวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินผลโดยวิธี K-fold Cross Validation เหมาะสำหรับต้องการข้อมูลทดสอบที่มีความหลากหลาย โดยจะแบ่งข้อมูลออกเป็น k ชุดข้อมูล แบ่งข้อมูลเป็นจำนวนเท่าๆ กัน ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนด k เท่ากับ 5, 10, 15 ตามลำดับ หลังจากนั้นก็เปรียบเทียบโมเดลที่นำเสนอทั้ง 2 วิธี และไปประเมินผลการใช้งานจริง

4. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการวิจัย ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของทั้งสองวิธีจะเห็นว่า ค่าร้อยละความถูกต้องของการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้อัลกอริทึม C4.5 และมีการประเมินผลโดยวิธี K-fold cross validation โดยใช้ k เท่ากับ 10 ซึ่งเป็นผลที่ดีที่สุด โดยให้ค่าร้อยละความถูกต้องสูงสุดถึง 91.18% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองแบบเบย์อย่างง่ายหรือนาอีฟเบย์แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของสองวิธี

แบบจำลอง	k=5	k=10	k=15	ความถูกต้องที่ดีที่สุด
C4.5	90.30	91.18	90.30	91.18%
Naïve Bayesian Learning	90.00	90.59	88.82	90.59%

สำหรับการทดสอบที่ได้ผลลัพธ์โครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะได้กฎซึ่งอยู่ในรูปแบบ IF Then ในการระบุยาเสพติดที่เกี่ยวข้องกับคดีนั้นจากกิ่งในต้นไม้ตัดสินใจจากภาพที่ 3 จะได้กฎทั้งหมด 38 กฎตามจำนวนของโหนดใบล่างสุดของต้นไม้ตัดสินใจ ดังนั้นวิธีการระบุยาเสพติดจากกิ่งในต้นไม้ตัดสินใจด้วยกฎ IF Then ตัวอย่างเช่น

กฎที่ 1 IF AGE = 31_40 AND CASE = c2
THEN Amp

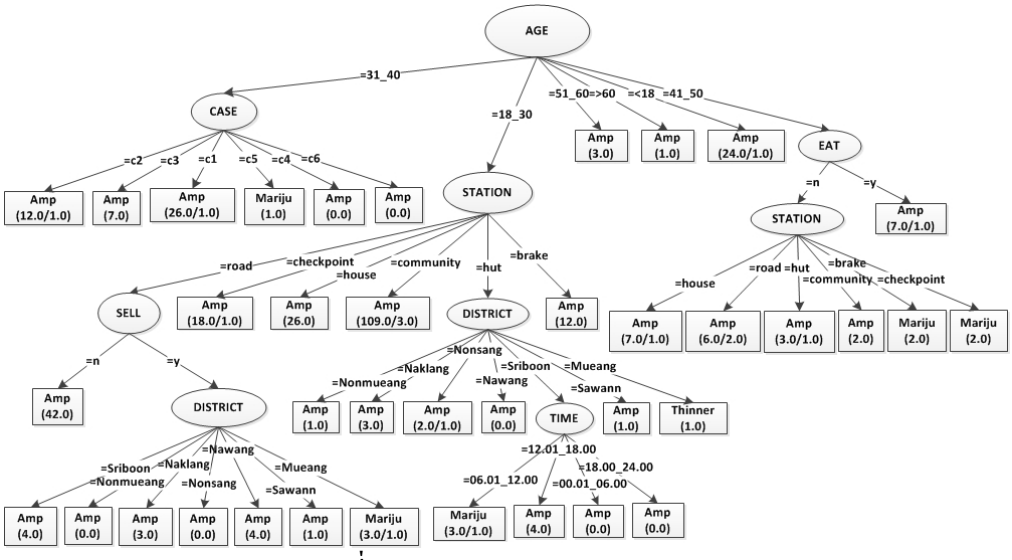
หมายความว่า ถ้าผู้ต้องหาอายุระหว่าง 31 ถึง 40 ปี และกระทำผิดในข้อหามียาเสพติดไว้ในครอบครอง จะเกี่ยวข้องกับยาเสพติดประเภทแอมฟาตามีนหรือยาบ้า

กฎที่ 2 IF AGE = 18_30 AND STATION = road
AND SELL = n THEN Amp

หมายความว่า ถ้าผู้ต้องหาอายุระหว่าง 18 ถึง 30 ปี และถูกจับกุมบริเวณริมถนน และไม่ได้เป็นผู้ค้ายาเสพติด จะเกี่ยวข้องกับยาบ้า

ดังนั้นสามารถอภิปรายผลจากต้นไม้ตัดสินใจพบปัจจัยผู้ต้องหาสามารถสรุปและวิเคราะห์ปัจจัยตามต้นไม้ตัดสินใจโดยรวม ดังต่อไปนี้

- ลักษณะผู้ต้องหาอายุ 31-40 ปี ส่วนใหญ่จะถูกจับกุมได้จากการที่ผู้ต้องหาเสพยาเสพติดและมีไว้ในครอบครองเป็นประเภทยาบ้า และเจอจากการผลิตกัญชา
- ลักษณะผู้ต้องหาอายุ 18-30 ปี ส่วนใหญ่จะถูกจับกุมในชุมชน และบริเวณที่จับได้ริมถนนมี 6 อำเภอที่พบผู้ค้ายาเสพติดประเภทยาบ้า ยกเว้นอำเภอเมืองพบผู้ค้ายาเสพติดประเภทกัญชา หากเจอที่ป่าละเมาะและจุดตรวจ ส่วนใหญ่จับกุมได้ประเภทยาบ้า
- ลักษณะผู้ต้องหาอายุ 18-30 ปี หากเจอผู้ต้องหาที่กระท่อม บริเวณอำเภอศรีบุญเรืองเท่านั้นที่ผู้ต้องหาถูกจับกุมช่วงเช้าประเภทกัญชา ส่วนเวลาหลังเที่ยงส่วนใหญ่จับกุมผู้ต้องหาเป็นประเภทยาบ้า ส่วนอำเภอเมืองผู้ต้องหาถูกจับกุมยาเสพติดประเภททินเนอร์
- ลักษณะผู้ต้องหาอายุ 41-50 ปี ส่วนใหญ่จะเจอตอนเสพยาบ้า หากไม่ได้เสพจะพบเจอที่จุดตรวจและป่าละเมาะเป็นกัญชา และจุดอื่นๆจะพบเจอเฉพาะยาบ้า
- ลักษณะผู้ต้องหาอายุน้อยกว่า 18, 51-60 และมากกว่า 60 ปี ส่วนใหญ่จะถูกจับกุมด้วยยาบ้า



ภาพที่ 3: แบบจำลองโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์การวางแผนการจับกุมคดียาเสพติด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) กับวิธีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองสำหรับการวางแผนการจับกุมคดียาเสพติด ผลการทดลองประสิทธิภาพของวิธี C4.5ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าวิธีการอื่น ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ ประเภทของยาเสพติดที่แพร่ระบาดอยู่ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของตำรวจในการเฝ้าระวังในคดียาเสพติด และเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหายาเสพติดแต่ละอำเภอในจังหวัดหนองบัวลำภูได้

เอกสารอ้างอิง

[1] P. Chapman. CRISP-DM 1.0: Step-by-step Data Mining Guide: SPSS, 2000.

[2] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro and P. Smyth, "From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases," *AI MAGAZINE*, vol.1, pp.39-54, 1997.

[3] ลลิตา ศรีชัยญา และ นวลวรรณ สุนทรภิษัช. "ขั้นตอนวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้กฎความสัมพันธ์," *Proceeding of NCIT 2008*, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551.

[4] J.R. Quinlan, *C4.5: Programs for Machine Learning Morgan Kaufmann Series in Machine Learning*, Morgan Kaufmann publishers, 1993.

[5] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann publishers, San Francisco, CA, 2006.

[6] สุรินทร ตรือภิบาลวงศา และคณะ, "การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการก่อเหตุและการวางแผนก่อคดีจากนักโทษโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล," *The 4th National Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, 2012.

[7] W. Hui and Z. Tao, "Analysis of Decision Tree Classification Algorithm Based on Attribute Reduction and Application in Criminal Behavior," *The 3rd International Conference on Computer Research and Development (ICCRD)*, pp.27-30, 2011.

[8] Y. Tan, Z. Qi and J. Wang, "Applications of ID3 Algorithms in Computer Crime Forensics," *International Conference on Multimedia Technology (ICMT)*, pp.4854-4857, 2011.

[9] ชัดชัย แก้วตา และอัจฉรา มหาวีรวัฒน์, "การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ," *The 3rd National Conference on Information Technology (NCIT)*, pp.308-313, 2010.

[10] สิทธิโชค มุกดาสกุลภิบาล, "การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีตัวจำแนก C4.5, ADTree และ Bayes ในการจำแนกข้อมูลการซุกซ่อนสิ่งเสพย์ติดสำหรับไปรษณีย์ระหว่างประเทศ," ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

[11] R. Liao, X. Wang, L. Li and Z. Qinh, "A Novel Serial Crime Prediction Model Based on Bayesian Learning Theory," *The 9th International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)*, pp.1757-1762, 2010.

[12] M. Hall and E. Frank, The WEKA Data Mining Software: An Update, *J. SIGKDD Explorations*, Vol. 11, No. 1, 2008.

การพัฒนาตัวแบบความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ
The Development of Trust Model in Government Cloud Services

ศุภลักษณ์ วัฒนเสถียร (Suphalak Watthanasathian)[1] ประสงค์ ปราณีตพลกรัง (Prasong Praneetpolgrang)[2]
รัฐ ใจรักษ์ (Rath Jairak)[3] และเทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงค์ (Thepparit Banditwattanawong)[2]
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
[1]wanwan.sw@gmail.com, [2]prasong.pr@spu.ac.th, [3]rathjairak@gmail.com, [4]thepparit.ba@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศและปริมาณของข้อมูลสารสนเทศในองค์กรนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้งถูกจัดให้เป็นทางเลือกในการที่จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านไอทีได้ กระทรวงไอซีทีจึงมีนโยบายสนับสนุนให้หน่วยงานภาครัฐใช้บริการคลาวด์ของภาครัฐ อย่างไรก็ตามหลายองค์กรยังมีความกังวลต่อเทคโนโลยีใหม่นี้ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าปัจจัยใดบ้างที่จะทำให้เกิดความไว้วางใจ (Trust) ในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาตัวแบบที่สามารถพยากรณ์ความไว้วางใจ โดยสำรวจความทัศนคติ ความคิดเห็น ระดับความไว้วางใจจากผู้บริหารระดับสูงด้านไอทีและผู้ใช้งานทั่วไปในองค์กร ซึ่งได้ค้นพบว่าปัจจัยในตัวแบบที่ส่งผลต่อความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ คือ การรับรู้ประโยชน์ และคุณภาพของระบบ

คำสำคัญ : ตัวแบบความไว้วางใจ คลาวด์คอมพิวติ้ง คลาวด์ภาครัฐ

Abstract

Nowadays, the utilization of information technology resources and the amount of information in the organization are rising steadily. As a result, cloud computing is selected as a top alternative technology among many investors in order to save IT investment. The Ministry of Information and Communication also encourages the use of cloud services in various government sectors. However, many organizations are still concerned about this new technology. Therefore, the factors affecting trust in providing services based on the Government Cloud Service are very interesting topic to investigate. This research is aimed at identifying the model to forecast trust in cloud by surveying from opinions of chief information officers and users in Thai public organizations. The study found that the factors in developed model affecting trust in Government Cloud Service were perceived usefulness and system quality.

Keywords : Trust Model, Cloud Computing, Government Cloud

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ความสำคัญและแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้งมีมากขึ้น สืบเนื่องมาจากความต้องการลดค่าใช้จ่ายทรัพยากรด้านไอที จากข้อมูลของสำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (สรอ.) [1] กล่าวไว้ว่า งบประมาณในการจัดซื้อด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของภาครัฐมีแนวโน้มสูงขึ้น ในปี 2554 ภาครัฐได้ใช้งบประมาณของด้านไอทีประมาณร้อยละ 0.6 ของ GDP โดยเฉพาะในการจัดหาบริการด้านศูนย์ข้อมูลซึ่งรวมถึงการบำรุงรักษาสูงถึง 2,567 ล้านบาท และหากต้องการพัฒนาระบบให้พร้อมใช้บริการตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงการมีมาตรการในการลดความเสียหายจากภัยพิบัติก็จะต้องมีการพิจารณาในการลงทุนเพิ่มเติมอีก ดังนั้นกระทรวงไอซีทีจึงมีนโยบายส่งเสริมให้องค์กรต่างๆ ได้ใช้บริการคลาวด์ของภาครัฐ แต่หลายองค์กรยังมีข้อกังวลและเป็นห่วงในเรื่องความไว้วางใจในเทคโนโลยีใหม่นี้ จากประเด็นปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา เพื่อหาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ เพื่อนำผลที่ได้ไปศึกษาและพัฒนาให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างแท้จริงอันจะนำไปสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาด้านไอทีสำหรับองค์กรภาครัฐของไทย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing)

คลาวด์คอมพิวติ้ง หมายถึง ระบบการประมวลผลเพื่อการจัดสรรทรัพยากรด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtualization) ที่เชื่อมโยงผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งสามารถปรับใช้ทรัพยากรที่มีเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาโดยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากอุปกรณ์ที่หลากหลาย อาทิ เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์พกพาต่างๆ

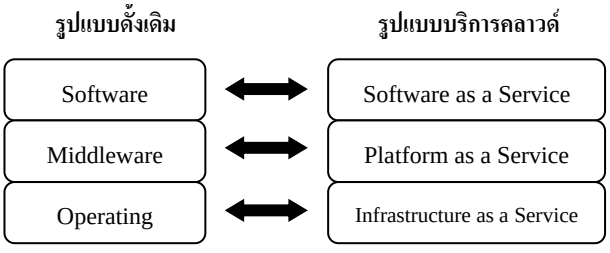
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (The National Institute of Standard and Technology: NIST) [2] ได้ให้นิยามความหมาย คลาวด์คอมพิวติ้งว่าเป็นยูบิคิวทัส (Ubiquitous) เป็นเทคโนโลยีซึ่งมีรูปแบบที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตามความต้องการทำให้การแบ่งปันทรัพยากรที่กำหนดให้กับผู้ใช้บริการและมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามการใช้งานอย่างแท้จริง

Hurwitz, Kaufman & Halper [3] ได้นิยามความหมายคลาวด์คอมพิวติ้งว่าเป็นกระบวนการในการแบ่งปันทรัพยากร รวมถึงโปรแกรม พื้นที่จัดเก็บข้อมูล เครือข่าย การพัฒนา และการใช้แพลตฟอร์ม ซึ่งการแบ่งปันทรัพยากรผ่านทางอินเทอร์เน็ตทำให้ทรัพยากรนั้นถูกนำไปใช้ได้ง่ายขึ้นในแบบบริการตนเอง และยังจัดสรรทรัพยากรที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

อย่างไรก็ดี รูปแบบการให้บริการและรูปแบบการใช้งานคลาวด์สามารถแบ่งได้ดังนี้

1) รูปแบบบริการคลาวด์ (Cloud Service Models) [3]

ความแตกต่างของแต่ละเลเยอร์ของบริการรูปแบบดั้งเดิมกับบริการแบบคลาวด์คอมพิวติ้งสามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 1 [4]



ภาพที่ 1: เปรียบเทียบรูปแบบบริการดั้งเดิมกับบริการคลาวด์คอมพิวติ้ง

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบบริการของคลาวด์ประกอบไปด้วย 3 รูปแบบ ได้แก่

1. Software as a Service
2. Platform as a Service
3. Infrastructure as a Service

2) รูปแบบการใช้งาน (Deployment Models) [2], [5]

สำหรับรูปแบบในการใช้งานคลาวด์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ระบบคลาวด์แบบส่วนตัว (Private Cloud)
2. ระบบคลาวด์แบบสาธารณะ (Public Cloud)
3. ระบบคลาวด์แบบผสม (Hybrid Cloud)

2.2 บริการคลาวด์ภาครัฐ (Government Cloud Service)

การให้บริการคลาวด์ภาครัฐ หมายถึง การให้บริการในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยเครือข่ายการสื่อสาร อาทิ อินเทอร์เน็ต ทั้งนี้เพื่อเป็นการทำงานหรือประมวลผลแบบแบ่งปันทรัพยากรผ่านเครือข่าย ซึ่งช่วยให้การทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับความไว้วางใจ (Trust)

จากการศึกษาพบว่ามีนักวิชาการหลายท่านได้ให้คำนิยามความไว้วางใจ ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Li & Ping [5] ได้กำหนดนิยามว่า ความไว้วางใจ หมายถึง การรับรู้และความเชื่อมั่นเกี่ยวกับการกระทำหรือพฤติกรรม Golembiewski & McConkie [6] ได้ระบุว่า ความไว้วางใจ หมายถึง ความพึ่งพาอาศัยหรือความมั่นใจในบางสถานการณ์ที่แสดงให้เห็นความคาดหวังในทางบวก และแสดงถึงการยอมรับความเสี่ยงบางประการต่อความคาดหวังของสิ่งที่ได้รับ Halpert [4] ได้กล่าวว่า ความไว้วางใจ หมายถึง ความตั้งใจกระทำซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของบุคคล โดยอยู่บนพื้นฐานของความคาดหวังเชิงบวก Rotter [7] ระบุว่า ความไว้วางใจ หมายถึง ความคาดหวังต่อบุคคลที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือทั้งด้านคำพูด การกระทำ คำสัญญาของบุคคลหรือกลุ่มซึ่งจะสามารถทำให้เกิดความไว้วางใจ

ผู้วิจัยจึงได้กำหนดนิยามว่า ความไว้วางใจ หมายถึง การรับรู้ ทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการยอมรับในเชิงบวกต่อพฤติกรรมของบุคคล หรือระบบที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์ด้วย

2.4 แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี

Davis [8] ได้พัฒนาแนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี หรือ TAM (Technology Acceptance Model) ซึ่งเป็นแนวคิดที่

แสดงให้เห็นถึงปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีที่สำคัญ 2 ปัจจัย ได้แก่

1. การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness)
2. การรับรู้ว่าใช้งานง่าย (Perceived Ease of Use)

แนวคิดของ TAM ยังได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยอื่นๆ อันได้แก่ ทัศนคติ ความเชื่อ และความพึงพอใจ แนวคิดดังกล่าวเป็นแบบจำลองที่ช่วยอธิบายให้ทราบว่าผู้ใช้มีการยอมรับในเทคโนโลยีอย่างไร ซึ่งแนวคิดนี้ได้รับความนิยมอย่างมากและถูกนำไปใช้อ้างอิงในงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบสารสนเทศแพร่หลาย ซึ่งข้อดีคือเป็นการพัฒนามาจากแนวคิดปัญญาทางสังคมและรับรู้ความสามารถของตนเป็นแนวคิดการกระทำด้วยเหตุผลและพฤติกรรม

2.5 แนวคิดความเหมาะสมระหว่างงานและเทคโนโลยี

Goodhue & Thompson [9] ได้ดำเนินการพัฒนาแนวคิดความเหมาะสมระหว่างงานและเทคโนโลยี (Task Technology Fit) เป็นการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในองค์กร ผู้ใช้งานจะยอมรับเทคโนโลยีหรือไม่ เนื่องจากความเหมาะสมที่จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพการทำงานส่วนบุคคลมากขึ้น ซึ่งแนวคิดนี้มีองค์ประกอบประกอบคือลักษณะของงาน และลักษณะของเทคโนโลยี อีกทั้งแนวคิดนี้เคยถูกประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลายในด้านระบบสารสนเทศและรวมถึงระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และเคยใช้เป็นตัวขยายของแบบจำลองอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับผลลัพธ์ด้านระบบสารสนเทศ

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับด้านคุณภาพสารสนเทศ คุณภาพระบบและคุณภาพบริการ

Delone & Mclean [10] ได้พัฒนาแบบจำลองความสำเร็จของระบบสารสนเทศขึ้นในปี 1992 และพัฒนาต่อยอดในปี 2003 ซึ่งแนวคิดนี้ได้แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของระบบสารสนเทศ แบบจำลองนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความไว้วางใจ อันได้แก่ 1) คุณภาพสารสนเทศ (Information Quality) 2) คุณภาพระบบ (System Quality) และ 3) คุณภาพบริการ (Service Quality) ซึ่งถือเป็นแนวคิดร่วมกับคุณภาพบริการใน SERVQUAL Model ที่ถือเป็นที่นิยมในการนำไปใช้วัดคุณภาพบริการอย่างแพร่หลาย [11]

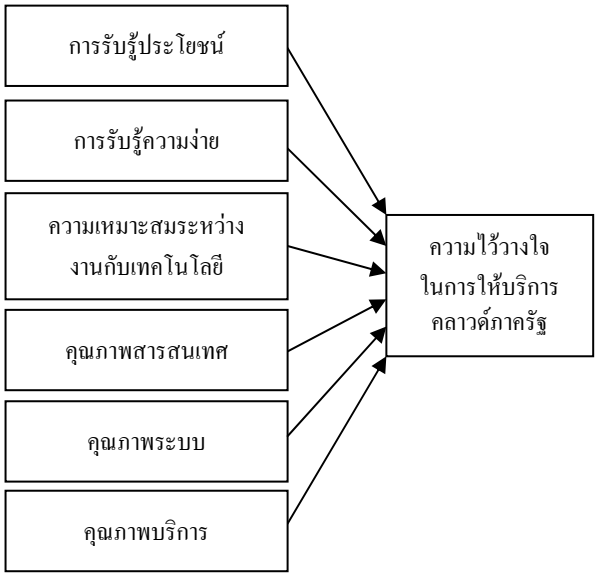
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Braithwaite & Woodman [12] ได้ศึกษาเกี่ยวกับมิติความสำเร็จในบริการซอฟต์แวร์ของคลาวด์คอมพิวติ้ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบความสำเร็จสำหรับคลาวด์คอมพิวติ้งในส่วนของบริการซอฟต์แวร์ โดยใช้วิธีสังเกตการใช้สารสนเทศ และนโยบายด้านไอทีที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งการปรับใช้ตัวแบบของ Delone & Mclean ได้วิเคราะห์ว่าคุณภาพด้านระบบและคุณภาพด้านบริการว่าเป็นส่วนที่ใช้ประเมินคลาวด์คอมพิวติ้ง ส่วนด้านคุณภาพสารสนเทศถูกวิเคราะห์ให้อยู่ในส่วนของกิจการที่จะบริหารจัดการเอง ซึ่งในอนาคตมิติเหล่านี้อาจเป็นตัวกำหนดความสำเร็จของตัวแบบการให้บริการด้านซอฟต์แวร์ของคลาวด์คอมพิวติ้งในอนาคต

Dingguo, Nan & Chengxiang [13] ได้ศึกษาเกี่ยวกับความไว้วางในคลาวด์คอมพิวติ้งบนพื้นฐานของตัวแบบการจัดการความไว้วางใจภายใต้สภาพแวดล้อมเครือข่ายแบบเปิด เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการได้มาของความรู้เพื่อการจัดการความไว้วางใจและการประเมินความรู้ความวางใจบนพื้นฐานของตัวแบบคลาวด์คอมพิวติ้งซึ่งพัฒนาตัวแบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีต่อความไว้วางใจในการใช้คลาวด์คอมพิวติ้งและความไว้วางใจในการจัดการสารสนเทศ

คัทลียา เพชรเจริญรัตน์ และ กมล เกียรติเรืองกมลา [14] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับและการใช้ระบบอินทราเน็ตบนพื้นฐานของคลาวด์คอมพิวติ้ง ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม รองลงมาคือ ปัจจัยด้านความเหมาะสมระหว่างงานและเทคโนโลยี ส่วนปัจจัยด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพ ผู้ใช้เข้าใจว่าระบบจะมีประโยชน์ช่วยอำนวยความสะดวกในการรับข่าวสารและเป็นแหล่งข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานในองค์กร และปัจจัยด้านความคาดหวังในการพยายามใช้งานเทคโนโลยี ผู้ใช้มีความคาดหวังว่าระบบจะมีรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน เพื่อให้สอดคล้องกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่นี้ ซึ่งมีข้อแนะนำในงานวิจัยว่าควรให้ความสำคัญกับบริษัทแม่และบริษัทย่อยเท่าเทียมกันซึ่งเป็นปัจจัยไปสู่การยอมรับเทคโนโลยีอย่างแพร่หลายในองค์กร

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงได้สรุปกรอบแนวคิดงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กรอบแนวคิดงานวิจัย

ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัยซึ่งแสดงถึงรายละเอียดของตัวแปรที่ประกอบด้วย ตัวแปรต้น จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) การรับรู้ประโยชน์ [8] 2) การรับรู้ความง่าย [8] 3) ความเหมาะสมระหว่างงานกับเทคโนโลยี [9] 4) คุณภาพสารสนเทศ [10] 5) คุณภาพระบบ [10] และ 6) คุณภาพบริการ [10] และตัวแปรตาม 1 ตัวแปร คือ ความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาและวางแผนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1. กำหนดแนวทางและวางแผนการดำเนินการวิจัย
2. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. สร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ผล สร้างตัวแบบ อภิปรายและสรุปผล

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้บริหารระดับสูงด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIO) และผู้ใช้ทั่วไปในองค์กรภาครัฐ จำนวน 33 แห่ง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท 5 ระดับได้มีการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยทดสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาคอัลฟา ดังผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถาม

องค์ประกอบ	จำนวนข้อ	ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค
1.ความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ	6	0.878
2.การรับรู้ประโยชน์ของระบบคลาวด์ภาครัฐ	4	0.882
3.การรับรู้ว่าใช้งานง่ายระบบคลาวด์ภาครัฐ	4	0.865
4.ความเหมาะสมระหว่างงานกับเทคโนโลยี	7	0.905
5.คุณภาพสารสนเทศ	8	0.943
6.คุณภาพระบบ	6	0.942
7.คุณภาพบริการ	5	0.939

จากตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคของข้อคำถามแสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้ เนื่องจากแบบสอบถามแต่ละกลุ่มมีค่าความเชื่อมั่นเกิน 0.8 ขึ้นไปถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามให้กับ CIO และผู้ใช้ในองค์กรภาครัฐจำนวน 33 แห่งที่เคยใช้บริการคลาวด์ที่ให้บริการโดยสำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (สรอ.) เป็นจำนวน 400 ฉบับ

3.5 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณาได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

4. ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการวิจัย จากการเก็บรวบรวมแบบสอบถามจำนวน 400 ฉบับ มีผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นจำนวน 206 คน คิดเป็นร้อยละ 51.5 ของแบบสอบถามทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	N = 206	
	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	120	58.3
หญิง	86	41.7
อายุ		
ไม่เกิน 20 ปี	0	0
20 – 29 ปี	55	26.7
30 – 39 ปี	91	44.2
40 – 49 ปี	42	20.4
50 – 59 ปี	17	8.3
60 ปีขึ้นไป	1	0.5
การศึกษาสูงสุด		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	9	4.4
ปริญญาตรี	119	57.8
ปริญญาโท	77	37.4
ปริญญาเอก	1	0.5
การสำเร็จการศึกษาด้านใด		
ด้านที่เกี่ยวข้องกับไอที	159	77.2
ด้านที่ไม่เกี่ยวข้องกับไอที	47	22.8
ตำแหน่งงานปัจจุบัน		
ผู้บริหารด้านไอที	21	10.2
ผู้ดูแลระบบไอที	125	60.7
ผู้ใช้ไอที	60	29.1
ระยะเวลาในการดำรงตำแหน่ง		
ไม่เกิน 5 ปี	91	44.2
6 – 10 ปี	52	25.2
11 – 15 ปี	37	18.0
15 ปีขึ้นไป	26	12.6

ตารางที่ 2: สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	N = 206	
	ความถี่	ร้อยละ
การเข้าสัมมนาหรือฝึกอบรมคลาวด์ภาครัฐ		
เคยเข้าอบรม	65	31.6
ไม่เคยเข้าอบรม	141	68.4

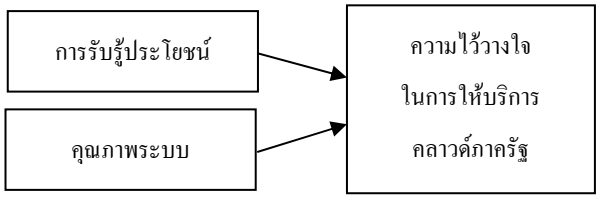
จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย จำนวน 120 คน คิดเป็นร้อยละ 58.3 และเป็นเพศหญิง จำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 41.7 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 30-39 ปี จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 44.2 และมีผู้ตอบแบบสอบถามเพียงร้อยละ 8.8 หรือ 18 คน ที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 57.8 รองลงมาคือปริญญาโท จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 37.4 และส่วนใหญ่สำเร็จศึกษาด้านที่เกี่ยวข้องกับไอที จำนวน 159 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ77.2 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีตำแหน่งงานเป็นผู้ดูแลระบบไอที จำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 60.7 และส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการดำรงตำแหน่งไม่เกิน 5 ปี (คิดเป็นร้อยละ 42.2) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยเข้าสัมมนาหรืออบรมด้านคลาวด์ภาครัฐ จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 68.4 มีเพียง 65 คน หรือ ร้อยละ 31.6 ที่เคยเข้าร่วมอบรม

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ตัวแปร	Beta	t	Sig
1.การรับรู้ประโยชน์ของระบบคลาวด์ภาครัฐ	0.391**	5.289	0.000
2.การรับรู้ความง่ายต่อการใช้ระบบคลาวด์ภาครัฐ	0.102	1.366	0.174
3.ความเหมาะสมระหว่างงานกับเทคโนโลยี	0.025	0.291	0.771
4.คุณภาพสารสนเทศ	0.003	-0.040	0.968
5.คุณภาพระบบ	0.285**	3.102	0.002
6.คุณภาพบริการ	0.097	1.050	0.295

$R^2 = 0.602$; $AR^2 = 0.590$: ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยพบว่ามี 2 ตัวแปรที่มีความสามารถในการพยากรณ์ความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐได้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การรับรู้ประโยชน์ และ 2) คุณภาพระบบ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอตัวแบบความไว้วางใจในการให้บริการให้บริการคลาวด์ภาครัฐแสดงไว้ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวแบบความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ภาครัฐ

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับความไว้วางใจในการให้บริการของคลาวด์ของภาครัฐ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาปัจจัยและสร้างตัวแบบที่สามารถพยากรณ์ได้ว่ามีปัจจัยใดบ้างในตัวแบบที่ส่งผลต่อความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ของภาครัฐ โดยทำการสำรวจความคิดเห็นจาก CIO และ ผู้ใช้ทั่วไปในองค์กร จำนวน 33 แห่ง ซึ่งผู้วิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความไว้วางใจในการให้บริการคลาวด์ของภาครัฐ มีอยู่ 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการรับรู้ประโยชน์ของระบบคลาวด์ภาครัฐ และ 2) คุณภาพของระบบคลาวด์ภาครัฐ

ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า ผู้บริหารควรให้การสนับสนุน ทั้งด้านนโยบาย และการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการให้บริการคลาวด์เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความตระหนักถึงความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งาน รวมถึงควรได้มีการพัฒนาเกณฑ์ประเมินความไว้วางใจสำหรับการให้บริการคลาวด์ดังเช่นการบริการอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ต่อไปในอนาคต [11]

เอกสารอ้างอิง

[1] Electronic “Government Agency, G–Cloud Government Cloud Service Future Government Solution,” [Online]. Available: http://www.ega.or.th/ Content .aspx?c_id=191, [May 3, 2012].

[2] P. Mell, and T. Grance, “The NIST Definition of Cloud Computing,” [Online]. Available: http://pre-developer.att.com/home/learn/enablingtechnologies/The_NIST_Definition_of_Cloud_Computing.pdf, [Sep 2, 2012].

[3] J. Hurwitz, M. Kaufman, and F. Halper, *Cloud For Dummies*, John Wiley & Sons, p.4, 2012.

[4] B. Halpert, *Auditing Cloud Computing*, John Wiley & Sons, pp. 2-9, 2011.

[5] W. Li, and L. Ping. “Trust Model to Enhance Security and Interoperability of Cloud Environment*,” in *Proc. Cloud Com 2009*, pp. 69-79, 2009.

[6] R. T. Golembiewski, and M. McConkie, *The centrality of interpersonal trust in group processes* John Wiley & Sons, pp. 131-170, 1975.

[7] J. B. Rotter, “Generalized expectancies for interpersonal trust,” *in American Psychologist*, pp.443-452, 1971.

[8] J. H. Davis, F. D. Schorman, R. C. Mayer, and H. H. Tan, “Trusted general manager and business unit performance: Empirical evidence of a competitive advantage,” *Strategic Management Journal*, vol. 21, pp. 563-576, 2000.

[9] Goodhue & Thompson, “Task technology fit and Individual Performance,” *MIS Quarterly*, vol. 19, no. 2, pp. 213-236, 1995.

[10] W. Delone, and E, Mclean, “The Delone and Mclean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update,” *Journal of Management Information System*, vol. 19, no. 4, pp.9-30, Spring 2003.

[11] R. Jairak and P. Praneetpolgrang, “The Development of a New Capability Maturity Model for Assessing Trust in B2C e-Commerce Services,” in *ICIEIS’11*, pp. 448-462, 2011.

[12] F. Braithwaite, and M. Woodman, “Success Dimensions in Selection Cloud Software Srevices,” in *SEAA2011*, London, UK, 2011.

[13] Y. Dingguo, C. Nan, and T. Chengxiang, “Research on Trust Cloud-Based Subjective Trust Management Model under Open Network Environment,” *Information Technology Journal*, vol. 10, no.4, 2011, pp. 759-768.

[14] คัทลียา เพชรเจริญรัตน์ และ กมล เกียรติเรืองกมลา, “ปัจจัยการยอมรับและการใช้ระบบอินทราเน็ตใหม่ที่มีรูปแบบการทำงานบนพื้นฐานของเทคโนโลยีคลาวด์ คอมพิวติ้ง กรณีศึกษา บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน),” *การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิจัยสาขาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม,* ครั้งที่ 4, 2012.

การประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นภาษาไทยโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
Emotion Estimation from Thai Sentiments Using Machine Learning Technique

อดิเทพ ไชยสาร (Adithep Chaisan)[1] และ รัฐสิทธิ์ สุขะหุต (Rattasit Sukhahuta)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[1]520531132@cmu.ac.th, [2]rattasit.s@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการเปรียบเทียบการประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นภาษาไทยจาก 3 เทคนิคประกอบด้วย นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งรวบรวมความคิดเห็นจากเว็บไซต์บริการข่าว บริการวาไรตี้บันเทิง และบริการวิจารณ์สินค้า จำนวน 6,000 ความคิดเห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำแนกความคิดเห็นตามกลุ่มอารมณ์ 6 อารมณ์ ได้แก่กลุ่ม Love Joy Surprise Sadness Fear และ Anger กลุ่มๆ ละ 1,000 ความคิดเห็น การทดสอบการความถูกต้องในการประมาณอารมณ์ใช้วิธี k-fold cross validation โดยใช้ค่า k=10 ผลการประมาณอารมณ์โดยรวมพบว่าขั้นตอนวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน สามารถประมาณอารมณ์ได้ถูกต้อง 69.15% ต้นไม้ตัดสินใจได้เท่ากับ 59.93% และ นาอีฟเบย์ได้เท่ากับ 57.23%

คำสำคัญ: เหมืองข้อความ การประมาณอารมณ์ นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ต้นไม้ตัดสินใจ การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

This paper proposes a comparison study of machine learning techniques for emotion estimation from Thai sentiments. The comparison were based on three technquiues including Naïve Bayes, Support Vector Machine and Decision Tree. There were 6,000 sentiments had been collected from the websites containing news, varieties and the product reviews. The collected sentiments were classified into six categories: love, joy, surprise, sadness, fear and anger by domain specialists. Each category contains 1,000 sentiments. The experiments were conducted based on three techniques using k-fold cross validation where k = 10. The results for estimation Support Vector Machine, Decision Tree and Naïve Bayes showed the accuracy rate of 69.15%, 59.93% and 57.23% respectively.

Keyword: Text Mining, Emotion Estimation, Naïve Bayes, Support Vector Machine, Decision Tree, Machine Learning

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศถูกประยุกต์ใช้งานการให้บริการแบบออนไลน์ เช่น บริการสร้างเว็บบล็อก บริการซื้อขายสินค้า บริการข่าวสาร รวมถึงบริการความบันเทิง ซึ่งการใช้บริการเหล่านั้นประกอบด้วยการแสดงความคิดเห็นของผู้ใช้ต่อบริการเหล่านั้นด้วยการแสดงอารมณ์หลายกลุ่มอารมณ์ แต่เนื่องจากการแสดงความคิดเห็นของแต่ละบริการมีจำนวนมาก ทำให้ยากต่อการประมาณอารมณ์ของการแสดงความคิดเห็นจากมนุษย์ตามแต่ละกลุ่มอารมณ์และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการประมาณ ยิ่งปริมาณข้อมูลของความคิดเห็นมีจำนวนมากขึ้นแล้ว ยิ่งต้องพึ่งพาทรัพยากรบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญมาช่วยในการประมาณมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นโดยอาศัยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อประมาณอารมณ์ของความคิดเห็น ที่มีต่อบริการดังกล่าวโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นภาษาไทย จากเทคนิคนาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำเหมืองข้อความคือการค้นหาความรู้จากฐานข้อมูลเอกสาร[17],[18] โดยอาศัยการประมวลผลภาษาธรรมชาติ หลักสถิติและการเรียนรู้ของเครื่อง [16],[17],[18],[19],[20] การทำเหมืองข้อความในการจำแนกอารมณ์ข้อความภาษาไทยโดย P. Inrak and S. Sinthupinyo [12] ได้นำเทคนิค Latent Semantic Analysis มาประยุกต์ร่วมกับการแบ่งกลุ่มอารมณ์สำหรับข้อความภาษาไทยในเอกสารและเปรียบเทียบเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ต้นไม้ตัดสินใจ เนอีฟเบส์พบว่าเทคนิคนาอีฟเบส์ให้ค่าความถูกต้องมากกว่า ซึ่งข้อดีของวิธีนี้สามารถจำแนกอารมณ์ได้ค่าความถูกต้องสูงแต่ไม่ได้นำเอาข้อความที่มีลักษณะการแสดงความคิดเห็นมาพิจารณาและ นิเวศ จิระวิชิตชัย [2] นำเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบส์และเคเนียเรสเนเบอร์ เปรียบเทียบการจำแนกความคิดเห็นผู้ชมต่อภาพยนตร์ต่างประเทศด้วยการลดมิติของข้อมูลคุณลักษณะพบว่านาอีฟเบส์ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าเมื่อลดมิติข้อมูลคุณลักษณะเหลือ 200 และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่าความถูกต้องมากกว่าเมื่อลดมิติข้อมูลคุณลักษณะเหลือ 300 แต่วิธีการนี้ไม่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับภาษาไทยและจำแนกอารมณ์เพียง 2 กลุ่มคือชอบและไม่ชอบเท่านั้น นอกจากนี้ D. Phuc and N. T. K. Phung [9] ยังได้นำเทคนิคนาอีฟเบส์ใช้กับการแบ่งกลุ่มฟอรั่มภาษาเวียดนามพบว่าวิธีการนี้นำเอาเทคนิคการประมวลภาษาธรรมชาติในเรื่องการสกัดคำนามและนามวลีร่วมด้วยทำให้โมเดลมีค่าความถูกต้อง 86%

2.1 การแบ่งกลุ่มอารมณ์

ด้านจิตวิทยาสังคมเป็นการศึกษาพฤติกรรม ความคิดอารมณ์ของบุคคล และปฏิสัมพันธ์ของบุคคลซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์กับคนอื่น สำหรับการแบ่งหมวดหมู่ของอารมณ์มีประโยชน์ช่วยให้เข้าใจถึงความรู้สึกหรือประสบการณ์อันหลากหลายของบุคคลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการแบ่งกลุ่มอารมณ์เป็น 6 กลุ่ม [11] ได้แก่ Love, Joy, Surprise, Sadness, Fear, และ Anger

2.2 การสกัดคำคุณลักษณะ

การสกัดคุณลักษณะของความคิดเห็นคือการสร้างตัวแทนคุณลักษณะของเอกสาร ซึ่งอาจจะใช้คำเดี่ยว วลีหรือประโยค คุณลักษณะที่สกัดได้จะถูกจัดรูปแบบให้อยู่ในลักษณะข้อมูลเวกเตอร์โดยองค์ประกอบของเวกเตอร์อาจจะแทนด้วยลักษณะของค่าความจริงหรือแทนด้วยค่าความถี่ของคำ สำหรับงานวิจัยนี้ใช้คำเดี่ยวที่ได้จากกระบวนการตัดคำ เป็นคุณลักษณะและใช้ถุงคำ (Bag of Word) [12] ในการสกัดคุณลักษณะ

การลดคุณลักษณะของเอกสารผู้วิจัยได้ละเว้นคำที่เป็นคำบุพบทและและคำสันธาน เมื่อตัดออกแล้วไม่ได้ทำให้ใจความของอารมณ์ของความคิดเห็นเปลี่ยนแปลง [1],[5]

2.3 การสร้างตัวแทนเอกสาร

การเรียนรู้ของเครื่องนิยมใช้ลักษณะของตัวแทนเนื้อหาข้อความมากกว่าสนใจความหมายของคำ [1] ซึ่งตัวแทนเนื้อหาข้อความมักอยู่ในรูปของเวกเตอร์ของน้ำหนักคำ โดยมากจะใช้ค่าน้ำหนักของคำเป็นไบนารีหรือไม่เป็นไบนารีก็ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการคำนวณค่าน้ำหนัก สำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีการคำนวณค่าน้ำหนักด้วยวิธีไบนารี

2.4 เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอน (Supervise Learning) ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และต้นไม้ตัดสินใจ.

2.4.1 นาอีฟเบส์ [2],[3],[6],[9],[12] เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานได้ดีเหมาะ กับกรณีของเซตตัวอย่างมีจำนวนมากและคุณสมบัติของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน กำหนดให้ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่จะเป็นกลุ่ม v_j สำหรับข้อมูลที่มีคุณสมบัติ n ตัว $X = \{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ หรือใช้สัญลักษณ์ว่า $P(a_1,a_2,\ldots,a_n \mid v_j)$ คือ

$$P(a_1, a_2, ..., a_n \mid v_j) = \prod_{i=1}^{n} P(a_i, \mid v_j) \ldots (1)$$

จากสมการที่ 1 $\prod$ หมายถึง ผลคูณของ $P(a_i \mid v_j)$ ทั้งหมด $i = 1,2,3,\ldots,n$ และ $j = 1,2,3,..n$ ค่าความน่าจะเป็นของคำที่พบในแต่ละกลุ่มโดยนำค่า $P(a_1,a_2,\ldots,a_n \mid v_j)$ จากสมการที่ 1 มาคูณกับค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มนั้นๆ คือ $P(v_j)$ ได้เท่ากับ v_{NB} นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน กลุ่มที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด คือคำตอบ ดังนั้นเราจะว่าวิธีการจำแนกประเภทแบบนาอีฟเบส์ดังสมการที่ 2

$$v_{NB} = \arg\max_{v_j \in V} P(v_j) \text{ x } \prod_{i=1}^{n} P(a_i \mid v_j) \ldots (2)$$

2.4.2 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [2],[4],[6],[12] แนวคิดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนนำมาใช้เพื่อหาระนาบการตัดสินใจในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน ใช้สำหรับข้อมูลที่มีมิติของข้อมูลสูง

กำหนดให้ $(x_i, y_i),....,(x_n, y_n)$ เป็นตัวอย่างที่ใช้สำหรับการสอน n คือจำนวนข้อมูลตัวอย่าง m คือจำนวนมิติข้อมูลเข้าและ y คือผลลัพธ์ที่มีค่า +1 หรือ -1 ดังสมการ $(x_i, y_i),....,(x_n, y_n)$ เมื่อ $x \in R^m, y \in \{+1,-1\}$ สำหรับปัญหาเชิงเส้น มิติข้อมูลขนาดสูงได้ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยระนาบตัดสินใจ ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$(w \bullet x) + b = 0 \quad (3)$$

เมื่อ w คือค่าน้ำหนัก และ b คือ ค่า bias ดังสมการด้านล่างสำหรับการจำแนกของข้อมูล

$(w \bullet x) + b > 0$ ถ้า $y_i = +1$ และ
$(w \bullet x) + b < 0$ ถ้า $y_i = -1$

อย่างไรก็ตามซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีเคอร์เนลฟังก์ชันที่ผู้ใช้งานสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหลายวิธี[4],[6] ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน แบบ Polynomial kernel

2.4.3 ต้นไม้ตัดสินใจ [2],[3],[12],[4] การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ใช้ค่าอัตราส่วนเกน(Gain ratio) เพื่อเลือกคุณลักษณะเฉพาะที่จะใช้เป็นรากหรือโหนด ถ้าให้ชุดข้อมูล M ประกอบด้วยค่าที่เป็นไปได้ คือ $\{m_1, m_2,\ldots,m_n\}$ และให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า m_i มีค่าเท่ากับ $P(m_i)$ จะได้ว่าค่าเกนสารสนเทศ (Information Gain) ของ M เขียนแทนด้วย $I(M)$ คำนวณได้ดังสมการที่ 4

$$I(M) = \sum_{i=1}^{n} -P(m_i)\log_2 P(m_i) \quad \ldots (4)$$

ถ้าให้ข้อมูลสอนคือ T และลักษณะเฉพาะที่เป็นโหนด คือ x และมีค่าทั้งหมดที่เป็นไปได้ n ค่า โหนดปัจจุบันจะแบ่งตัวอย่าง T ออกตามกิ่งเป็น $\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}$ ตามค่าที่เป็นไปได้ของ x ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าเกนสารสนเทศหลังจากแบ่งตามลักษณะเฉพาะ x ได้ดังสมการที่ 5

$$I_x(T) = \sum_{i=1}^{n} \frac{|t_i|}{|T|} I(t_i) \quad \ldots (5)$$

ค่ามาตรฐานเกนของลักษณะเฉพาะ x ได้ดังสมการที่ 6

$$Gain(x) = I(T) - I_x(T) \quad \ldots (6)$$

จากนั้นคำนวณค่าสารสนเทศของการแบ่งแยกของลักษณะเฉพาะแต่ละตัว ถ้าให้ T คือชุดข้อมูลของตัวอย่าง เมื่อแบ่งตัวอย่างนี้ตามลักษณะเฉพาะ x จะได้ชุดของตัวอย่างย่อยในแต่ละกิ่ง คือ $\{t_1,t_2,\ldots,t_n\}$ จำนวน n ชุดตามค่าที่เป็นไปได้ในคุณสมบัติ x เมื่อคำนวณค่าสารสนเทศของการแบ่งแยกได้ดังสมการที่ 7

$$Split\ information = -\sum_{i=1}^{n} \frac{|t_i|}{|T|}\log_2 \frac{|t_i|}{|T|} \quad \ldots (7)$$

คำนวณค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกนได้ดังสมการที่ 8

$$Gain\ Ratio = Gain - Split\ information \quad \ldots (8)$$

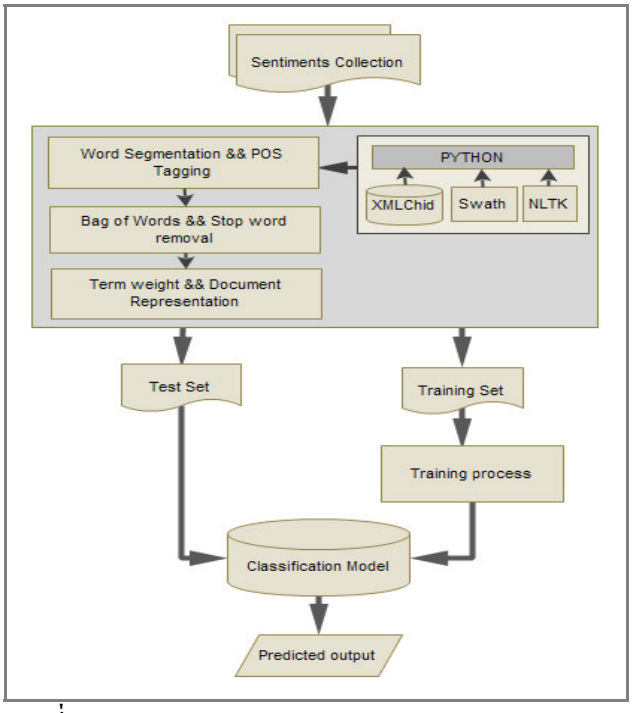
สุดท้ายจึงเลือกค่า *Gain Ratio* สูงสุดเป็นลักษณะเฉพาะเริ่มต้นและเลือกลักษณะเฉพาะถัดไปตามค่า *Gain Ratio* น้อยลงตามลำดับ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นภาษาไทยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1 ได้แก่ 1) ขั้นตอนรวบรวมความคิดเห็นและนำมาแบ่งกลุ่ม 2) ขั้นตอน preprocessing นำเอาความคิดเห็นที่ถูกจัดกลุ่มมาตัดคำและกำกับหน้าที่ของคำจากนั้นทำกระบวนการสกัดคำคุณลักษณะเพื่อสร้างเวกเตอร์ข้อมูลพร้อมใส่น้ำหนักของคุณลักษณะ 3) ขั้นตอนการสร้างโมเดลโดยนำข้อมูลเข้าสู่เครื่องจักรการเรียนรู้ 3 เทคนิคได้แก่ นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจ เลือกใช้วิธีทดสอบแบบ k-fold cross validation โดยใช้ค่า k=10 และ 4) ขั้นตอนการประเมินผลโมเดลโดยวัดประสิทธิภาพการจำแนกตามแนวคิดด้านการค้นคืนสารสนเทศ

3.1 รวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้มีการจัดเก็บรวบรวมความคิดเห็นจากเว็บไซต์บริการข่าวสารได้แก่เว็บไซต์ sanook.com, kapook.com, mthai.com, teenee.com และ manager.co.th บริการซื้อ-ขายวิจารณ์สินค้าได้แก่ เว็บไซต์ siamphone.com และ thaimobilecenter.com และบริการด้านบันเทิงได้แก่ เว็บไซต์ youtube.com ในระหว่างวันที่ 1 – 20 ธันวาคม 2555



ภาพที่ 1: กระบวนการทดลองการประมาณอารมณ์จากความคิดเห็นภาษาไทย

ความคิดเห็นที่จัดเก็บมีลักษณะเป็นประโยคข้อความสั้น ประโยคข้อความยาว เป็นวลีและคำเดี่ยว ประกอบด้วยคำตั้งแต่ 1 - 100 คำ พบคำศัพท์ที่ไม่เป็นทางการและคำสะกดผิดรวมอยู่ด้วย หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญผู้ซึ่งมีความรู้ความเข้าใจในนิยามการแบ่งกลุ่มอารมณ์ [11] ซึ่งแบ่งกลุ่มอารมณ์ออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ Love, Joy, Surprise, Sadness, Fear และ Anger [11] โดยจัดกลุ่มอารมณ์ๆละ 1,000 ความคิดเห็น จำนวนทั้งหมด 6,000 ความคิดเห็น

3.2 แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ ARFF

รูปแบบไฟล์ ARFF เป็นไฟล์ข้อความใช้อธิบายข้อมูลที่มีแอตทริบิวต์ร่วมกัน ประกอบด้วย @HEADER ซึ่งระบุความสัมพันธ์ แอตทริบิวต์และชนิดข้อมูลของแอตทริบิวต์ ตามด้วย @DATA ซึ่งระบุถึงรายละเอียดของข้อมูลแต่ละแอตทริบิวต์ โดยแอตทริบิวต์สุดท้ายคือคลาสของข้อมูล(Class Label) ที่ถูกจำแนกกลุ่มไว้แล้ว

เนื่องจากฐานข้อมูลเอกสารที่ถูกจัดเก็บ ไม่สามารถจัดรูปแบบให้อยู่ในลักษณะของตารางข้อมูล อีกทั้งข้อความความคิดเห็นจะต้องผ่านกระบวนการประมวลผลข้อความด้วยขั้นตอนการตัดคำ การสกัดคุณลักษณะและการสร้างตัวแทนเอกสาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ฐานข้อมูลสร้างเหมืองข้อความด้วยรูปแบบไฟล์ ARFF โดยนำเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติมาประยุกต์ใช้มีขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การตัดคำและการกำกับหน้าที่ของคำ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือสำหรับการตัดคำและการกำกับหน้าที่ของคำโดยพัฒนาโปรแกรมย่อยเรียกใช้โปรแกรม Swath [21] ร่วมกับคลังข้อมูล XMLChid [22],[14] และชุดเครื่องมือประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLTK) [22],[23] ซึ่งหน่วยคำที่ได้จะถูกกำกับหน้าที่ของคำและเข้าสู่กระบวนการสกัดคุณลักษณะ

3.2.2 การสกัดคำคุณลักษณะ เป็นการเลือกหน่วยคำเพื่อนำมาสร้างเป็นแอตทริบิวต์ ขั้นตอนนี้จะตรวจสอบหน้าที่ของคำที่ถูกกำกับไว้จากขั้นตอนก่อนหน้า โดยคัดเลือกหน่วยคำทุกคำยกเว้นคำที่ทำหน้าที่เป็นคำบุพบทและคำสันธาน ซึ่งคำเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นคำเชื่อม พิจารณาจาก Tag ที่เกิดขึ้น 4 Tag ได้แก่ RPRE(Preposition), JCRG (Coordinating conjunction), JPMP(Comparative conjunction) และ JSBR(Subordinating conjunction) [14] คำเหล่านี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มคำหยุด(Stop Word) [1] ที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการจำแนกกลุ่มและเป็นส่วนหนึ่งของการลดคุณลักษณะ ส่วนหน่วยคำที่ถูกเลือกจะถูกจัดเก็บไว้ในถุงคำซึ่งนำมาสร้างแอตทริบิวต์ทั้งหมด 6,024 แอตทรบิวต์

3.2.3 การสร้างตัวแทนเอกสาร เป็นการสร้างเมตริกต์ $n \times m$ โดยมี แอตทริบิวต์(m) จากถุงคำทั้งหมด 6,024 คำ มีจำนวนความคิดเห็น(n)ทั้งหมด 6,000 ความคิดเห็น และในเบื้องต้นผู้วิจัยให้ค่าน้ำหนักของคำโดยอาศัยค่าความจริง (Boolean) [2] เนื่องจากเป็นกระบวนวิธีที่ไม่ซับซ้อน โดยพัฒนาโปรแกรมย่อยสร้างรูปแบบข้อมูลไฟล์ ARFF เพื่อใช้เป็นข้อมูลฝึกหัดและข้อมูลทดสอบต่อไป

3.3 การสร้างโมเดล

จากข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมด 6,000 ตัวอย่างเข้าสู่โปรแกรม weka [24] ทำการทดสอบประสิทธิภาพการประมาณอารมณ์ด้วยเทคนิค นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยวิธี k-fold cross validation ซึ่งกำหนดค่า k = 10 จาก [12],[13] โดยโปรแกรม weka แบ่งข้อมูลสำหรับการฝึกหัด 90% และข้อมูลสำหรับทดสอบ 10% ในแต่ละรอบการทำงาน ผลลัพธ์จากการสร้างโมเดลแสดง ค่าความแม่นยำ

ค่าความระลึก ค่า F-Measure ค่า ROC ค่า Confusion Matrix และผลรวมค่าความถูกต้อง

3.4 การประเมินโมเดล

งานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิผลของแต่ละเทคนิคซึ่งวัดตามแนวคิดด้านการค้นคืนสารสนเทศ [4] ได้แก่ ค่าความแม่นยำ(Precision) ค่าระลึก(Recall) และค่าประสิทธิผลโดยรวม (F-measure) คำนวณได้ดังตารางที่ 1 และสมการ 9,10 และ 11

ตารางที่ 1: ตารางตัดสินใจจำแนกประเภท

ค่าที่จำแนกโดยตัวจำแนกประเภท	ค่าของ C_i	
	ใช่	ไม่ใช่
ใช่	TP_i	FP_i
ไม่ใช่	FN_i	TN_i

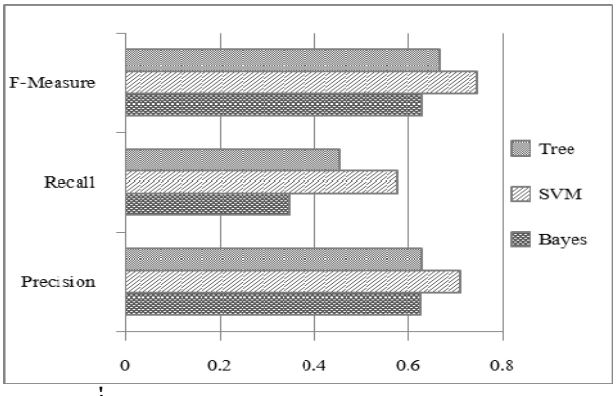
$$\mathrm{Re}call_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \quad \ldots (9)$$

$$\mathrm{Pr}ecision_i = \frac{TP_i}{TP_i + FP_i} \quad \ldots (10)$$

$$F - Measure_i = \frac{2 \times (\mathrm{Re}call_i \times \mathrm{Pr}ecision_i)}{\mathrm{Re}call_i \times \mathrm{Pr}ecision_i} \quad \ldots (11)$$

4. ผลการดำเนินงานและอภิปรายผล

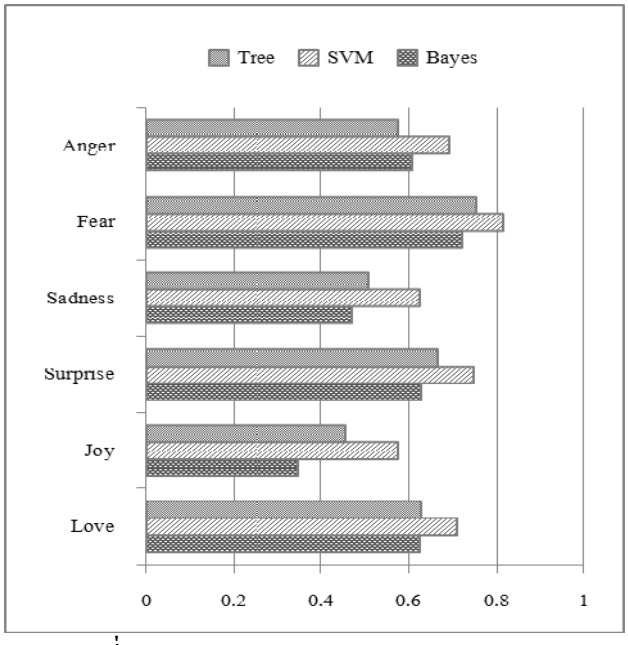
ผู้วิจัยนำข้อมูลตัวอย่าง 6,000 ความคิดเห็นแต่ละข้อมูลมีจำนวนแอตทริบิวต์ 6,024 แอตทริบิวต์ เข้าสู่โปรแกรม weka ทดลองสร้างโมเดลจากขั้นตอนวิธีข้างต้นพบว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ 69.15% รอง ลงมา คือต้นไม้ตัดสินใจได้ 59.93% และนาอีฟเบส์ได้ 57.23% ผลการทดลองแต่ละเทคนิคสรุปได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่า F-Measure

จากภาพที่ 2 พบว่าค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่า F-Measure ของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสูงกว่านาอีฟเบส์และต้นไม้ตัดสินใจ ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ควบคุมปัจจัยเรื่องจำนวนข้อมูลของแต่ละกลุ่มเท่ากัน มีจำนวนของ แอตทริบิวต์ทั้งหมดเท่ากัน และการคิดน้ำหนักของหน่วยคำใช้ค่าความจริงเหมือนกันทุกข้อมูล แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือจำนวนของหน่วยคำในแต่ละข้อมูลไม่เท่ากัน และใช้วิธี k-fold cross validation โดยใช้ค่าเท่ากับ 10

เมื่อได้พิจารณาค่า F-Measure ซึ่งวัดประสิทธิผลการประมาณอารมณ์แต่ละกลุ่มอารมณ์พบว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่า F-Measure สูงกว่า ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: กราฟเปรียบเทียบค่า F-Measure ของแต่ละเทคนิค

หากพิจารณาผลลัพธ์โดยจำแนกตามกลุ่มอารมณ์ในภาพที่ 3 พบว่าค่า F-Measure ของเทคนิคนาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจในกลุ่มอารมณ์ Fear มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอารมณ์ Anger, Sadness, Surprise, Joy และ Love ส่วนกลุ่มอารมณ์ที่มีค่า F-Measure น้อยที่สุดคือกลุ่มอารมณ์ Joy เมื่อผู้วิจัยได้เจาะลึกลงไปถึงการประมาณอารมณ์ของแต่ละกลุ่มโดยพิจารณาจากตาราง confusion matrix ของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนซึ่งมีค่า F-Measure สูงสุดจะพบรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดง confusion matrix ของการประมาณอารมณ์แต่ละกลุ่มของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

a	b	c	d	e	f	
685	158	81	46	8	22	|a = Love
115	596	74	106	10	99	|b = Joy
59	61	790	29	28	33	|c = Surprise
52	116	43	607	15	167	|d = Sadness
7	54	81	55	742	61	|e = Fear
13	87	50	98	23	729	|f = Anger

เมื่อพิจารณาตารางที่ 2 ข้อมูลแต่ละกลุ่มเท่ากับ 1,000 ความคิดเห็นและค่า confusion matrix ของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนพบว่ากลุ่มอารมณ์ Fear สามารถประมาณอารมณ์ได้ถูกกลุ่มคิดเป็น 74.2% และกลุ่มอารมณ์ Joy สามารถประมาณอารมณ์ได้ถูกกลุ่มคิดเป็น 59.6%

สังเกตได้ว่าในข้อมูลกลุ่มอารมณ์ Joy มีการประมาณอารมณ์ผิดกลุ่มไปทางกลุ่ม Love สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ สืบเนื่องจากข้อความความคิดเห็นของกลุ่ม Love และ Joy มีความใกล้เคียงกันหรือสัมพันธ์กันทำให้เกิดความกำกวมในการประมาณกลุ่ม ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตัวอย่างความคิดเห็นของกลุ่ม Love และกลุ่ม Joy

กลุ่มอารมณ์ Love	กลุ่มอารมณ์ Joy
ชอบมากค่ะ น่ารักทุกคนเลย	ความรักยิ่งใหญ่เสมอ
น่ารักมาก ๆ คะ คนไทยเองน่าจะรักกันแบบนี้บางนะ	รักได้แต่รักอย่างมีสติ
น่ารักมากๆเลยค่ะ ขอให้รักกันตลอดไปนะคะ	ยินดีด้วย ขอให้มีความสุขมากๆนะครับ
แพนเค้กสวยน่ารัก	เพลงนี้เพราะมากฟังกี่ครั้งก็ไม่เบื่อ
ตั้งแต่ดูมาคู่นี้ซึ้งที่สุด	สนุกมากครับ ไปดูรอบแรกเลย คุ้มเงินจริง ๆ

จากตารางที่ 3 เมื่อข้อความความคิดเห็นผ่านกระบวนการตัดคำมาแล้วทำให้พบว่าคำบางคำปรากฏอยู่ใน หลายกลุ่ม เช่น คำว่า “มาก”, “รัก”, “เพราะ”, “ชอบ” , “ดี” เป็นต้น

สำหรับกลุ่มอารมณ์ Fear และ Surprise สามารถประมาณอารมณ์ถูกกลุ่มได้มากกว่าสืบเนื่องจาก ข้อความความคิดเห็นทั้งสองกลุ่มนี้มีคำที่บ่งบอกถึงอารมณ์อย่างชัดเจน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ตัวอย่างความคิดเห็นของกลุ่ม Surprise และกลุ่ม Fear

กลุ่มอารมณ์ Surprise	กลุ่มอารมณ์ Fear
เจ๋ง..แฝด3	น่าสยดสยอง
โหวว สุดยอดอะ	น่ากลัวมากถึงใครจะไม่เชื่อแต่ฉันเชื่อ
โอ้.....แม่จ้าวววววว	ทางรถไฟไทยน่ากลัวสุดในโลกแล้วครับ
นายแน่มาก ขอชื่นชม	ดูแล้วขนลุกอ่ะค่ะ น่ากลัวมาก
โอ้แม่เจ้า.....มันสุดยอดมาก	เอฟเฟ็ก น่ากลัวเกิน

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิผลการประมาณอารมณ์ความคิดเห็นภาษาไทยโดยเลือกขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 3 เทคนิค ได้แก่ นาอีฟเบส์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจมาทดสอบกับข้อมูลตัวอย่างจำนวน 6,000 ความคิดเห็นโดยใช้วิธี 10-fold cross validation ผลการทดสอบประสิทธิผลปรากฏว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสามารถประมาณอารมณ์ได้ถูกต้องมากที่สุด รองลงมาคือต้นไม้ตัดสินใจและนาอีฟเบส์ ตามลำดับ

สำหรับแนวทางการปรับปรุงความแม่นยำของโมเดลในงานวิจัยนี้ได้แก่ การปรับปรุงค่าน้ำหนักของแอตทริบิวต์โดยพิจารณาความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสารร่วมด้วย (TF-IDF) การวิเคราะห์บริบทของข้อความความคิดเห็นถึงอารมณ์ลักษณะประชดเหน็บแนม และนำเอาเทคนิคการหาค่าความเป็นไปได้มากที่สุดของกลุ่มอารมณ์ด้วยวิธีเพิ่มประสิทธิภาพแบบสโทแคสติก (stochastic optimization) มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงโมเดลให้สามารถประมาณอารมณ์ถูกต้องตามกลุ่มได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ณิชาพร สุระ, “การจำแนกหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยอัตโนมัติโดยใช้ขั้นตอนวิธี FPTC” วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[2] นิเวศ จิระวิชิตชัย และ นรินทร์ พนาวาส, “การจำแนกความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง”, *2011 Eighth International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, May 11-13, 2011.

[3] บุญเสริม กิจศิริกุล, *ปัญญาประดิษฐ์*, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[4] พรพล ธรรมรงค์รัตน์, “การจำแนกประเภทเว็บเพจโดยวิธีการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

[5] สุพัฒนาวรี ทิพย์เจริญ, “การค้นคว้าแบบอิสระระบบการตัดคำในภาษาไทยเพื่อการแปลภาษาเบรลล์ไทย” การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[6] วลัยลักษณ์ สุขสมบุญ และ สมชาย ปราการเจริญ, “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทปัญหาสำหรับระบบถามตอบโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน นาอีฟเบส์และเคเนียรเรสต์เนเบอร์”, *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7*, 7-8 ธันวาคม , 2553.

[7] Ethem Alpaydın. *Introduction to Machine Learning Second Edition* , The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, 2010.

[8] C. Ma, H. Prendinger, M. Ishizuka, and A. Osherenko, “Emotion Estimation and Reasoning Based on Affective Textual Interaction”, *JSPS Research Grant*, 2008.

[9] D. Phuc and N. T. K. Phung, “Using Naive Bayes Model and Natural Language Processing for Classifying Messages on Online Forum” , *Research, Innovation and Vision for the Future, 2007 IEEE International Conference*, pp. 247 – 252, 2007.

[10] Kohavi “A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection”, *Proceedings of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, vol. 2, no. 12, pp. 1137–1143, 1995.

[11] W.G Parrott. “*Emotions in Social Psychology*”, Psychology Press, Philadelphia, 2001.

[12] P. Inrak and S. Sinthupinyo, “Applying Latent Semantic Analysis To Classify Emotions In Thai Text ”, *The 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology (ICCET 2010)* , 2010.

[13] Ricardo Gutierrez-Osuna. “*Lecture 13: Validation*”, Intelligent Sensor Systems, Wright State University.

[14] T. Charoenporn, V. Sornlertlamvanich and H. Isahara “Building A Large Thai Text Corpus-Part-Of-Speech Tagged Corpus:ORCHID”, *Proceedings of the 18th conference on Computational linguistics*, Volume 1, 1997.

[15] Steven Bird, Ewan Klein, and Edward Loper. *Natural Language Processing with Python* , O’Reilly Media, Sebastopol CA, 2009.

[16] S.Niharika, V.Sneha Latha, and D.R.Lavanya, “A Survey on Text Categorization”, *International Journal of Computer Trends and Technology*, vol.3 ,Issue 1, 2012

[17] Nithya K., Kalaivaani P. C D, Thangarajan R, “An Enhanced Data Mining Model for Text Classification”, *Computing, Communication and Applications (ICCCA)*, 2012.

[18] Dalal Mita K, Zaveri Mukesh A, “Automatic Text Classification of Sports Blog Data”, *Computing, Communications and Applications Conference (ComComAp)*, 2012.

[19] Sukanya M, Biruntha S, “Techniques on text mining”, *Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT)*, 2012.

[20] Neri F, Aliprandi, C, Capeci, F, Cuadros M, By T, “Sentiment Analysis on Social Media”, *Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)*, 2012.

[21] คนไทยใช้ลินุกส์. (20 March, 2011). swath 0.4.1 Released. [สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2555] จาก http://linux.thai.net/projects/swath/

[22] บันทึกของวีร์ | Vee(r)'s Blog. (23 September 2009). XMLChid. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2555] จาก http://veer66.wordpress.com/2009/11/23/xmlchid/

[23] Natural Language Toolkit. (2012). NLTK. [สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2555] จาก http://nltk.org/

[24] Weka Version 3.6.8 (2012), The University of Waikato, Hamilton, New Zealand, [สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2555] จาก http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/

การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการพยากรณ์การกู้สินเชื่อธนาคารโดยเทคนิคการเรียนรู้ของเบย์
Analysis of Factor for Prediction of Credit Bank Loan Using Bayesian Learning

วิจิตรา ขจร (Wijittra Kajohn)[1] และวรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ (Wararat Rungworawut)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]wijittra_kajohn@hotmail.com, [2]wararat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการกู้สินเชื่อมีแนวโน้มที่สูงขึ้นและความน่าเชื่อถือของผู้ยื่นกู้นั้นเป็นปัจจัยหลักในการยื่นกู้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบตัวแบบจำลองที่ช่วยในการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อการพยากรณ์การกู้สินเชื่อธนาคารโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเบย์ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งในเหมืองข้อมูล เทคนิคการเรียนรู้ของเบย์สามารถพยากรณ์โดยใช้ปัจจัยที่ขึ้นต่อกันและอิสระต่อกันได้ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการพยากรณ์การอนุมัติเงินกู้ คือ อาชีพ รายได้ วัตถุประสงค์ในการขอกู้ และหลักประกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบการวัดประสิทธิภาพการเรียนรู้แบบเบย์ 2 วิธี คือ เรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายหรือนาอีฟเบย์ และการเรียนรู้เครือข่ายความเชื่อของเบย์ พบว่าเครือข่ายความเชื่อของเบย์เป็นแบบจำลองที่มีการพยากรณ์ให้ค่าความแม่นยำถึง 87.03% ซึ่งมากกว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย

คำสำคัญ: กู้สินเชื่อ เรียนรู้แบบเบย์ นาอีฟเบย์ เครือข่ายความเชื่อเบย์ เหมืองข้อมูล

Abstract

At the present, credit bank loan is increasing and the reliability on customer is demanded to consider loan request. Therefore, the objective of research is to propose model to help analysis of factor for predict credit bank loan using Bayesian learning that is a technique in data mining. The Bayesian learning predicts using dependence and independence factors. The factor analysis in the allowance for bank credit loan found that are occupation, income, objective of loan request and guarantee. The experimental results of 2 models are compared the performance of models which are Naïve bayes and Bayesian belief network. The Bayesian network gives accuracy of prediction to 87.03% which is better than Naïve Bayesian learning.

Keyword: credit bank loan, bayes learning, naïve bayes, bayesian belief network, data mining

1. บทนำ

เนื่องจากเป็นสถาบันการเงินที่มีบทบาทสูงในการจัดสรรสินเชื่อสู่ภาคเศรษฐกิจต่างๆ ในประเทศ ซึ่งเป็นแหล่งเงินทุนหลักที่ระดมเงินทุนและเงินออม และแหล่งสินเชื่อในประเทศ ดังนั้นแนวโน้มทิศทางการกู้สินเชื่อในปัจจุบันมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากความต้องการเงินทุนเพื่อฟื้นฟูกิจการหลักจากอุทกภัยและเพื่อขยายการลงทุนเพื่อรองรับอุปสงค์ในประเทศที่ขยายตัวต่อเนื่อง โดยธุรกิจขนาดใหญ่ต้องการสินเชื่อเพิ่มมากขึ้นเพื่อลงทุนในทรัพย์สินถาวร เพื่อเป็นทุนหมุนเวียน และเพื่อสะสมสินค้าคงคลัง ในขณะที่ธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กต้องการสินเชื่อเพิ่มขึ้นเพื่อลงทุนและเพื่อใช้เป็นทุนหมุนเวียน ส่วนผู้กู้หรือผู้บริโภคทั่วไปต้องการสินเชื่อเพื่อในส่วนของภาคครัวเรือนเป็นผลจากความต้องการใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสถาบันการเงินมีความเห็นว่าประชาชนมีความต้องการสินเชื่อเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นทางสถานการเงินจึงเกิดความกังวลในเรื่องของความเสี่ยงในการปล่อยสินเชื่อเงินกู้ให้กับลูกค้า ดังนั้นความน่าเชื่อถือของผู้กู้จึงเป็นปัจจัยความหลักในการยื่นกู้สินเชื่อเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบในการวิเคราะห์ปัจจัยของการกู้สินเชื่อของลูกค้าหรือผู้บริโภค เพื่อช่วยในการทำนาย

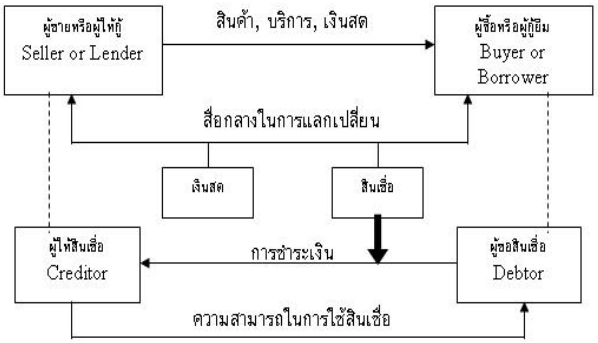
การกู้สินเชื่อจากตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเบย์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นทคนิคการทำเหมืองข้อมูล คือ การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย และเครือข่ายความเชื่องานเบย์ มาใช้ในการสร้างแบบจำลองหรือโมเดลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้งสองแบบจำลอง เนื่องจากการเรียนรู้ของเบย์ทั้งสองประเภทจะมีประสิทธิในการสร้างตัวแบบจำลองในกรณีที่มีปัจจัยที่ขึ้นต่อการอนุมัติเงินกู้โดยตรงโดยการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย และปัจจัยที่ขึ้นต่อกันเพื่อการทำนายผลการอนุมัติเงินกู้โดยเครือข่ายของเบย์ เพื่อหาต้นแบบในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของสินเชื่อ [1]

สินเชื่อ หมายถึง อำนาจในการเข้าถึงการใช้สินค้าและบริการ โดยสัญญาว่าจะชดใช้คืนในอนาคต ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสินค้าและบริการ หรือในรูปของเงิน เช่นการขอยืมข้าวสารจากเพื่อนบ้านมาบริโภคและหามาคืนในภายหลัง หรือการได้รับสินเชื่อเป็นเงินสดหรือบัญชีกระแสรายวันจากธนาคารพาณิชย์ โดยมีข้อตกลงที่จะชำระคืนในอนาคตตามที่ตกลงกัน เป็นต้น

ดังนั้น การให้สินเชื่อจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้กู้มีความต้องการในการกู้และผู้ให้กู้ซึ่งมีเงินมากพอต่อความต้องการของผู้กู้พิจารณาอย่างมีเหตุมีผลแล้วว่าสมควรให้กู้ ธุรกรรมจึงเกิดขึ้น



ภาพที่ 1: แสดงกระบวนการเกิดสินเชื่อ (Credit Transaction) [1]

2.2 ข้อมูลสำคัญประกอบการพิจารณาสินเชื่อ

การยื่นขอสินเชื่อกับสถาบันการเงินหรือสถานประกอบการที่ไม่ใช่สถาบันการเงิน ผู้ขอสินเชื่อจะกังวลว่าจะได้รับการพิจารณาสินเชื่อหรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่สถาบันการเงินใช้ในการพิจารณาการให้สินเชื่อนั้น ได้แก่

- ข้อมูลส่วนตัวของผู้ขอสินเชื่อ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล เพศ สถานภาพสมรส อาชีพรายได้ หลักทรัพย์ที่มี แหล่งที่อยู่อาศัย ภาระหนี้ และประเภทหนี้ ตลอดจนวัตถุประสงค์ในการขอสินเชื่อ ซึ่งผู้ขอสินเชื่อต้องกรอกตามความเป็นจริงในใบสมัครขอสินเชื่อ

- ประวัติการขอสินเชื่อ และประวัติการชำระหนี้ของผู้ขอสินเชื่อ หรือที่เรียกว่าข้อมูลเครดิต โดยสถาบันการเงินจะตรวจสอบข้อมูลจากบริษัท ข้อมูลเครดิตแห่งชาติ จำกัด

- นโยบายการให้สินเชื่อของแต่ละสถาบันการเงิน เช่น ต้องการบุกตลาดสินเชื่อรายย่อย รายกลาง SME หรือรายใหญ่ เป็นต้น ตลอดจนเครื่องมือ วิธีการและขั้นตอนการพิจารณาสินเชื่อที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถาบันการเงิน

- ปัจจัยภายนอกต่าง ๆ เช่น สภาวะเศรษฐกิจ ณ ขณะนั้น ซึ่งอาจส่งผลต่ออาชีพของผู้ขอสินเชื่อหรือเงื่อนไขเวลาในการชำระหนี้ของผู้ขอสินเชื่อได้

อย่างไรก็ตามถ้าหากผู้ขอสินเชื่อจากการสำรวจผลการขออนุมัติสินเชื่อธนาคารนั้นได้พิจารณาบุคคลที่ความน่าเชื่อถือเป็นผู้มีอาชีพการงานดี รายได้มั่นคง เป็นต้น

2.3 เหมืองข้อมูล (Data Mining) [2]

การทำเหมืองข้อมูล (data mining) หรืออาจจะเรียกว่า การค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Databases - KDD) เป็นเทคนิคเพื่อค้นหารูปแบบ (pattern) ของจากข้อมูลจำนวนมหาศาลโดยอัตโนมัติ โดยใช้ขั้นตอนวิธีจากวิชาสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง และ การรู้จำแบบ หรือในอีกนิยามหนึ่ง การทำเหมืองข้อมูล คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูล(โดยส่วนใหญ่จะมีจำนวนมาก) เพื่อค้นหารูปแบบแนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำมาไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม

2.4 การเรียนรู้ของเบย์ [3]

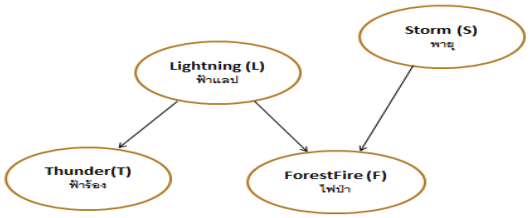
การเรียนรู้ของเบย์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของเบย์ (Bayes theorem) เข้ามาช่วยในการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างโมเดลที่อยู่ในรูปของความน่าจะเป็น โดยใช้ปัจจัยที่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย และปัจจัยที่ขึ้นต่อกัน เทคนิควิธีที่ใช้สำหรับปัจจัยที่เป็นอิสระต่อกัน คือ

การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning) เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้หลักการของความน่าจะเป็น ดังนั้นวิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning) เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง อัลกอริทึมของการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายนี้มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่นๆ ซึ่งหาความน่าจะเป็นสำหรับการแยกประเภทข้อมูลที่มีความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) เขียนแทนด้วย $P(a_i|v_j)$ โดยที่ a_i คือแอตทริบิวท์ที่ i และ v_i หมายถึงค่าของแอตทริบิวท์ a_j ดังนั้นหากต้องการรู้ว่าข้อมูลชุดหนึ่งมีการแยกประเภทเป็นคลาสใดจึงมีการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นมากที่สุดที่มีความใกล้เคียงกับความน่าจะเป็นของทุกคลาสและผลคูณของค่าความน่าจะเป็นของคุณลักษณะของข้อมูลชุดที่มีความรู้ก่อนหน้า ใช้สมการที่ 1 ดังต่อไปนี้

$$V_{NB} = \arg\max P(v_j) \times \prod_{i=1}^{n} P(a_i|v_j) \qquad (1)$$

เครือข่ายความเชื่อของเบย์ (Bayesian Belief Network) เป็นวิธีที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือปัจจัยและแสดงออกมาในรูปของโมเดลโดยอาศัยฐานความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) ในการอธิบายและสร้างข่ายงานเบย์ และสามารถอธิบายความไม่ขึ้นต่อกันอย่างมีเงื่อนไข (Condition Independent) ระหว่างตัวแปรหรือปัจจัยเป็นบริบทของข่ายงานความเชื่อเบย์ เพื่อกระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ โดยสามารถที่จะใส่ความรู้ก่อนในข่ายงานความเชื่อเบย์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างข่ายงานและตารางความน่าจะเป็นมีเงื่อนไขโหนดทั้งหมดใน Bayesian Belief Network แต่ละโหนดจะแทนด้วยตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือข้อมูลที่สนใจ ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อระหว่างโหนดด้วยลูกศร แต่ละโหนดจะมีเงื่อนไขการกระจายความน่าจะเป็น $P(X_i \mid parents(X_i))$ ซึ่งส่งผลต่อโหนดพ่อแม่ของแต่ละโหนด

$$P(X \mid Y, Z) = P(X \mid Z)$$



ภาพที่ 2: ตัวอย่างโครงสร้าง Bayesian Belief Network

การหาค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรที่ต้องการง่ายขึ้นโดยไม่ต้องสนใจตัวแปรอื่น เช่น ฟ้าร้อง (Thunder) จะไม่ขึ้นกับฝนตก (Rain) เสมอไป ถ้ารู้ว่า เกิดฟ้าแลบ (Lightning) เนื่องจากเมื่อเกิด ฝนตก (Rain) แล้วจะตามมาด้วยฟ้าร้อง (Thunder) เสมอ

P (Thunder | Rain , Lightning) = P(Thunder | Rain)

ตัวแปรแต่ละตัวใน Bayesian Network จะมีความน่าจะเป็นเฉพาะที่อาจเป็นความน่าจะเป็นของโหนดเริ่มต้น หรือความน่าจะเป็นที่ได้จากความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งโหนด ซึ่งเรียกความน่าจะเป็นที่มาจากตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัวว่า “ความน่าจะเป็นร่วม” ซึ่งมีสมการที่ 2 ความน่าจะเป็นร่วม เมื่อคำนวณออกมาแล้วหากความน่าจะเป็นที่เป็นจริงหรือเท็จมากกว่าก็แสดงว่าจะเป็นผลตัวนั้น คือ

$$p(x_1, \ldots, x_n) = \prod_{i=1}^{n} p(x_i \mid Parents\ (Y_i)) \qquad (2)$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [4] ได้ศึกษาวิจัยถึง การประเมินความเสี่ยงของการประกันสินเชื่อ โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่ซับซ้อนหลายอย่าง เช่น การปริมาณความเสี่ยง การแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยเสี่ยง วิธีที่จะรวบรวมข้อมูลทุกชนิด และการประเมินความเสี่ยงกับความไม่แน่นอน จึงเรียกวิธีนี้ว่า CGR (Credit Guarantee Risk) แต่การประเมินของวิธีนี้ยังเป็นเรื่องที่มีความยาก เนื่องจากความไม่แน่นอนและความหลากหลายของข้อมูล ดังนั้นจึงนำเครือข่ายความเชื่อเบย์ (Bayesian belief networks) เข้ามาช่วยในการประเมิน เพราะมีคุณสมบัติในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและสามารถแสดงออกมาในรูปของโมเดล จากการทดลอง

พบว่า การนำเครือข่ายความเชื่อเบย์ หรือ BBN มาใช้ สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างความเสี่ยงและสามารถที่จะอภิปรายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ซึ่งจะอยู่ในรูปของโครงสร้างข่ายงานและตารางความน่าจะเป็นที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยต้องเป็นข้อมูลที่เป็นจริง หากได้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดจะทำให้ส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์และโครงสร้างของข่ายงาน

งานวิจัยของ [5] ได้ทำการศึกษาและประเมินความเปรียบเทียบสำหรับการให้คะแนนสินเชื่อโดยนำเทคนิคการเรียนรู้เครือข่ายเบย์มาช่วยในการจัดกลุ่ม โดยใช้ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ในการประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย โดยในการทดลองได้นำข้อมูลจาก UCI มาใช้ทำการทดลอง โดยแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้ในการทดลอง ซึ่งผลการทดลองนั้นได้ทำการเปรียบเทียบการใช้วิธีการเรียนรู้แบบเบย์ร่วมกับวิธีต่างๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพและคุณสมบัติ ซึ่งทำให้ทราบว่า การใช้ Bayesian network ทำให้ข้อมูลที่ได้รับมีประสิทธิภาพ และหากนำ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) มาใช้กับ Bayesian network ด้วยแล้ว ยิ่งทำให้ข้อมูลที่แสดงผลออกมานั้นมีประสิทธิภาพและให้ค่าคะแนนสินเชื่อที่มีความน่าเชื่อถือ และมีความถูกต้องมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีอื่นๆ

งานวิจัย [6] ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำแนวคิด CRM (Customer Relations Management) มาศึกษาและวิจัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่เพิ่มมากขึ้น โดยได้ทำการวิเคราะห์และประเมินความถูกต้องของของเครดิตลูกค้า ซึ่งได้นำเครือข่ายความเชื่อเบย์เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิด CRM เพื่อให้การพยากรณ์และความแม่นยำของเครดิตลูกค้าถูกต้อง ซึ่งการนำเครือข่ายความเชื่อเบย์มาใช้นั้น เป็นการนำเอาข้อมูลเดิมหรือข้อมูลใหม่มาสังเคราะห์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งผลจากการทดลอง ทำให้ทราบว่า การนำเทคนิคเครือข่ายความเชื่อเบย์มาใช้ในการปรับปรุงความถูกต้องของเครดิตลูกค้านั้น ให้ค่าการพยากรณ์และความแม่นยำที่สูง ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยังได้เสนอแนวทางในการที่จะศึกษาและทำงานวิจัยต่อไปในอนาคตเพื่อแก้ปัญหา

งานวิจัย [7] ผู้ที่วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ตัวแบบการให้คะแนนสินเชื่อ ที่ได้จากข้อมูลสำคัญซึ่งมาจากข้อมูลส่วนตัวของลูกค้า ประวัติการชำระสินเชื่อ และพฤติกรรมของลูกค้า โดยได้ทำการเสนอตัวแบบการให้คะแนนสินเชื่อแบบผสม ซึ่งมาจากเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 2 แบบ คือ การวิเคราะห์การเกาะกลุ่มและการจำแนกประเภท จะเรียกวิธีนี้ว่า การวิเคราะห์การเกาะกลุ่มของตัวทำนายหลากหลาย (Cluster Analysis of multi-predictors : CLAMP) วิธีการนี้จะมี 2 ส่วน ส่วนแรกใช้กระบวนการวิเคราะห์การเกาะกลุ่ม สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนวิธีของการวิเคราะห์แบบค่าเฉลี่ยเอ็กซ์ ส่วนที่ 2 เป็นการเลือกวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลจากตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ , วิธีจำแนกแบบเบย์อย่างง่าย , สมการถดถอยแบบโลจิสติก และเพอเซ็ปตรอนหลายชั้น ผลจากการทดลองซึ่งเปรียบเทียบระหว่าง CLAMP กับวิธีการจำแนกประเภทเพียงอย่างเดียว ปรากฏว่า วิธี CLAMP มีความถูกต้องสูงกว่าการใช้วิธีจำแนกประเภทเพียงอย่างเดียว ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถที่จะพัฒนาวิธีการวิเคราะห์การเกาะกลุ่มโดยเลือกวิธีการเกาะกลุ่มและวิธีการจำแนกประเภทที่เหมาะสมกับข้อมูลแต่ละชุด

งานวิจัย [8] ผู้วิจัยได้ทำการเสนอทางเลือกเพื่อเป็นการทำนายผลการสำเร็จการศึกษา โดยอาศัยเทคนิคทางการทำเหมืองข้อมูลคือ เทคนิคเครือข่ายเบย์ มาใช้เพื่อวิเคราะห์ถึงตัวแปรที่มีผลต่อการทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา และในการทดสอบได้ทำการทดสอบบนพื้นฐานวิธี k-fold Cross Validation ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม WEKA [9] ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผลจากการทดสอบทำให้ทราบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการสำเร็จการศึกษา คือ เกรดเฉลี่ยในปีแรก อาชีพของมารดา และรายได้ครอบครัว ซึ่งเมื่อนำตัวแปรมาสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคข่ายงานเบย์ จะได้ความแม่นยำในการทำนายถึง 91.26%

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองในการทำนายการกู้สินเชื่อของลูกค้าธนาคารพาณิชย์ว่ามีตัวแปรใดบ้างที่มีความน่าจะเป็นต่อการขอกู้สินเชื่อจากธนาคาร ซึ่งในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ 2 วิธี คือ เทคนิคนาอีฟเบย์ และเทคนิคเครือข่ายความเชื่อของเบย์ ซึ่งเทคนิคนาอีฟเบย์สามารถที่จะพยากรณ์ได้โดยไม่ต้องสร้างตัวแบบมาก่อนเนื่องจากนาอีฟเบย์ใช้คุณสมบัติหรือปัจจัยของข้อมูลซึ่งมีผลต่อการทำนายโดยตรง แต่เทคนิคความเชื่อของ

เบย์นั้นจะต้องออกแบบการขึ้นต่อกันของแต่ละปัจจัยก่อนที่จะมีการพยากรณ์ ซึ่งการประเมินผลการพยากรณ์จะใช้เทคนิควิธี k-fold cross validation โดยแบ่งข้อมูลเพื่อทำการทดสอบเป็นจำนวน k ส่วนเท่าๆกัน ในงานวิจัยนี้กำหนดค่า k เท่ากับ 10 เพราะฉะนั้นข้อมูลที่ทำการทดสอบก็จะแบ่งเป็น 10 ส่วนเท่าๆกันและจะได้ค่าความถูกต้องเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลทดสอบทั้ง 10 ส่วน

จากการรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการรวบรวมปัจจัยทั้งหมด 19 ปัจจัย ที่ใช้สำหรับการพิจารณากู้สินเชื่อธนาคาร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ปัจจัยที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อปัจจัย	คำอธิบาย	ค่าของปัจจัย
Age	อายุ	<=30 , 31_40 , >40
Occupation	อาชีพผู้กู้	Official, unskilled, management, unemployed
Position	ตำแหน่ง	teacher , leader , clerk , personnel
Office	สถานที่ทำงาน	house, office, school
Education	ระดับการศึกษา	unknown, secondary, primary, tertiary
Old_Work	อายุงาน	numeric
Occ_mate	อาชีพคู่สมรส	official, unskilled, management, unemployed
Numson	จำนวนบุตร	numeric
Obj_money	วัตถุประสงค์ในการกู้	consumption , car , business , house
Money	วงเงินกู้	numeric
Time_pay	ระยะเวลาผ่อนชำระ	numeric
Income	รายได้	<50000 , 50000-70000
Expense	รายจ่าย	numeric

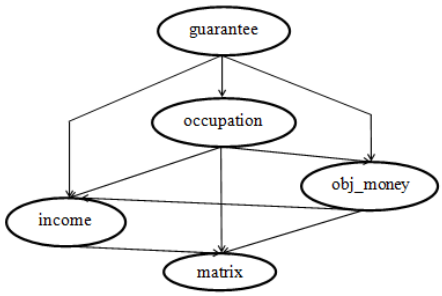
ตารางที่ 1: (ต่อ)

Inc_balance	รายได้คงเหลือ	numeric
Installment	จำนวนเงินผ่อนชำระ	numeric
Guarantee	หลักประกัน	T , F
Matrix	ผลการวิเคราะห์	T , F

จากนั้นนำมาสร้างตัวแบบจำลองเครือข่ายความเชื่อเบย์แบบต่างๆ ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 4,521 ระเบียน โดยในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ทดลองโดยกำหนดเซตย่อยๆที่จะสร้างความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ผล แล้วเปรียบเทียบวิธีการทั้งสองวิธีให้ค่าที่มีความแม่นยำมากที่สุด

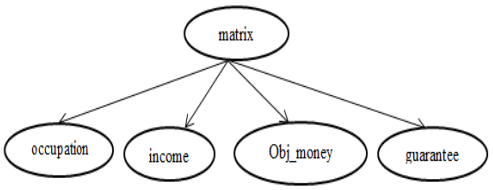
4. ผลการดำเนินงาน

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยผ่านกระบวนการทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิคเครือข่ายความเชื่อเบย์ โดยได้ใช้โปรแกรม WEKA [9] ในการสร้างแบบจำลองทำให้ทราบว่าตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์ลักษณะการกู้สินเชื่อเพื่อสร้างตัวแบบการขึ้นต่อกันของปัจจัยได้แก่ อาชีพของผู้กู้ รายได้ของผู้กู้ วัตถุประสงค์ในการขอกู้ และหลักประกัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แบบจำลองเครือข่ายความเชื่อของเบย์ที่ได้จากการวิเคราะห์

และตัวแบบจำลองของนาอีฟเบย์ที่สามารถแสดงในรูปแบบของเครือข่ายได้โดยแต่ละปัจจัยจะขึ้นกับคำตอบคือการอนุมัติสินเชื่อโดยตรง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แบบจำลองเบย์อย่างง่ายหรือนาอีฟเบย์

จากภาพที่ 3 พบว่าลักษณะของตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์ลักษณะการกู้สินเชื่อของธนาคาร มีลักษณะตัวแปรที่มีค่าใกล้เคียงกัน และในแต่ละโหนดของเครือข่ายความเชื่อของเบย์มีค่าความน่าจะเป็นเชิงเงื่อนไขที่เก็บไว้ในตารางความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Condition Probability : CPT) พบว่าค่าความน่าจะเป็นที่ผลการวิเคราะห์สินเชื่อจะผ่านนั้นมีค่าเท่ากับ 0.993 และความน่าจะเป็นที่ไม่ผ่านการวิเคราะห์เป็น 0.007 ถ้าผู้ขอกู้สินเชื่อมีอาชีพรับราชการ มีเงินเดือนต่ำกว่า 50,000 บาท มีหลักประกันในการขอกู้ และวัตถุประสงค์ในการกู้คืออุปโภคบริโภคในครัวเรือน ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นของโหนดผลการวิเคราะห์ (Matrix) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของโหนดการอนุมัติสินเชื่อ

Occupation	Income	Purpose	T	F
official	<50000	Consumption.	0.993	0.007
official	<50000	car	0.984	0.016
official	<50000	business	0.711	0.289
official	<50000	furniture	0.5	0.5
official	50000-70000	Consumption.	0.654	0.346
official	50000-70000	car	0.553	0.447
official	50000-70000	business	0.386	0.614
official	50000-70000	furniture	0.938	0.062
unskilled	<50000	Consumption.	0.804	0.196
unskilled	<50000	car	0.964	0.036
unskilled	<50000	business	0.9	0.1
unskilled	<50000	furniture	0.917	0.083
unskilled	50000-70000	Consumption.	0.5	0.5
unskilled	50000-70000	car	0.9	0.1
unskilled	50000-70000	business	0.5	0.5
unskilled	50000-70000	furniture	0.5	0.5
management	<50000	Consumption.	0.5	0.5
management	<50000	car	0.95	0.05
management	<50000	business	0.5	0.5
management	<50000	furniture	0.9	0.1
management	50000-70000	Consumption.	0.5	0.5

แบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ใช้วิธีการทดสอบข้อมูลได้ตารางเปรียบเทียบค่าความถูกต้องดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3: ผลความถูกต้องของวิธีการเรียนรู้แบบเบย์

วิธีการเรียนรู้แบบเบย์	ความถูกต้อง
Bayesian Network	87.03%
Naïve bayes	84.82%

จากผลการทดสอบความถูกต้องจะเห็นได้ว่าการเครือข่ายความเชื่อของเบย์ให้ความถูกต้องมากกว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายซึ่งมีการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ที่ต่างกัน ซึ่งให้ค่าความถูกต้องมากถึง 87.03% ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีการวิเคราะห์ปัจจัยที่ขึ้นต่อกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งมากกว่าแบบจำลองนาอีฟเบย์ที่สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้อง 84.82% ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ไม่ขึ้นต่อกัน

5. สรุปผลงานวิจัย

ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ลักษณะและทำนายการกู้สินเชื่อธนาคาร มีตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์เพื่อช่วยในการทำนายแนวโน้มการขอกู้สินเชื่อจากธนาคารว่ามีทิศทางไปในทางใด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเบื้องต้น ทำให้ทราบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์และการทำนายการกู้สินเชื่อ คือ อาชีพของผู้กู้ รายได้ของผู้กู้ วัตถุประสงค์ในการกู้และหลักประกัน เมื่อนำตัวแปรดังกล่าวมาสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิควิธีการเรียนรู้แบบเบย์ได้เทคนิคที่เหมาะสมโดยใช้เครือข่ายความเชื่อของเบย์ซึ่งได้ความแม่นยำในการทำนายผลเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ซึ่งปัจจัยที่วิเคราะห์เหมาะสำหรับแบบจำลองของปัจจัยที่ขึ้นต่อกันอย่างมีเงื่อนไขมากกว่าแบบจำลองที่ปัจจัยเป็นอิสระต่อกันและขึ้นกับคำตอบโดยตรง

เอกสารอ้างอิง

[1] ความหมายของสินเชื่อ.[ออนไลน์]เข้าถึงจาก http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php. ค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2555.

[2] J.W Han and M. Kamber, *Data Mining Concept and Techniques*. Beijing: Higher Education Press, 2001.

[3] บุญเสริม กิจศิริกุล, *ปัญญาประดิษฐ์*, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[4] Zu-Yu He, Yu-Qi Han, etc. “Using Bayesian Belief Networks To Evaluate Credit Guarantee Risk,” *Proceedings of the First International Conference on Machine Learning and Cybernetics (2002)*, pp.973-977.

[5] B. Baesens , M. Egmont-Petersen , etc. “Learning Bayesian network classifiers for credit scoring using Markov Chain Monte Corlo search,” *Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'02)*, Vol. 3, pp.49-52, 2002.

[6] GangMA, BinLi and FangfangYang. “Application of Bayesian Network in Improving Customer Credit Precision,” *Proceedings of the IEEE International Conference on Management and Service Science (MASS)*, Aug.2010, pp.1-3.

[7] วิวัช ชลไชยะ และ กรุง สินอภิรมย์สราญ, “การปรับปรุงตัวแบบการให้คะแนนสินเชื่อโดยใช้การวิเคราะห์การเกาะกลุ่มตัวทำนายที่

หลากหลาย,"*The National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT'08)*, หน้า 243-248.

[8] จิราพร ยิ่งกว่าชาติ บุญเสริม กิจศิริกุลและประสงค์ ประณีตพลกรัง, "การทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยการเรียนรู้แบบเบย์และการทำเหมืองข้อมูล" *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2549.

[9] Mark Hall, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, Peter Reutemann, Ian H. Witten (2009); *The WEKA Data Mining Software: An Update*; SIGKDD Explorations, Volume 11, Issue 1.

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสการท่องเที่ยว โดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจ

Decision Support System For Tourism Service Requester Using Decision Trees Technique

กำธร ศรีอุดม (Kamthorn Sriudom)[1] และวรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ (Wararat Rungwarawut)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]5350201196@stdmail.kku.ac.th, [2]wararat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสการท่องเที่ยวโดยเทคนิคทำเหมืองข้อมูลที่เรียกว่าต้นไม้การตัดสินใจ ซึ่งมีการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบโดยสร้างเป็นเว็บเซอร์วิสขึ้นมาเพื่อที่จะใช้ข้อมูลจากเว็บเซอร์วิสการท่องเที่ยวหลายแหล่ง และเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจจะถูกเปรียบเทียบประสิทธิภาพในหลายวิธี ได้แก่ ID3, C4.5, Simple CART, BFTree และมีการประเมินความถูกต้องของต้นไม้การตัดสินใจด้วยวิธี K-Fold Cross Validation ผลการทดลองพบว่าอัลกอริทึม BFTree ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องสูงถึงร้อยละ 85.6 และใช้กฎที่ได้จากการทดลองมาดำเนินการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลปรากฏว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เว็บเซอร์วิส ต้นไม้การตัดสินใจ การท่องเที่ยว

Abstract

The objective of this paper presents to develop a decision support system for web services requestor using data mining techniques which called decision trees. The architecture is designed based on web services in order to access multiply web services of travel domain. In addition, the data mining technique is used in decision support system by decision trees. There are 4 decision tree algorithms to compare the performance including ID3, C4.5, Simple CART and BFTree and using algorithm of performance evaluation by K-fold cross validation. Therefore, the results of accuracy found that BFTree algorithm is the best performance compare with others. The average of BFTree accuracy gives to 85.65%. Moreover, the rules of decision trees that can be developed in a decision support system as designed.

Keyword: decision support system, web services, decision tree , tourism

1. บทนำ

ปัจจุบันมีงานวิจัยได้นำเทคนิคเว็บเซอร์วิสมาออกแบบและพัฒนาระบบมากขึ้น ซึ่งก็มีระบบที่ได้ช่วยแก้ปัญหาด้านการท่องเที่ยวมากมายซึ่งได้การนำเสนอเทคนิคที่แตกต่างกัน เช่น การบูรณาการข้อมูลโดยการใช้องค์ประกอบร่วมของกลุ่มธุรกิจที่มีความแตกต่างกันให้มีการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบต่างๆแบบอัตโนมัติซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้บริการเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้บริการส่วนใหญ่จำเป็นต้องตัดสินใจเกี่ยวกับจุดหมาย ปลายทาง ข้อมูลเกี่ยวกับที่พักข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวและอื่นๆ ซึ่งศักยภาพของผู้ใช้บริการมีความต้องการที่แตกต่างกันทางด้านปัจจัย อายุ วันหยุด งบประมาณ ซึ่งเป็นการยากที่จะตัดสินใจในการวางแผนการท่องเที่ยว

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอสถาปัตยกรรมแนวคิดที่พัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสการท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลเสนอวิธีของต้นไม้ตัดสินใจในการช่วยเหลือผู้ใช้บริการให้ตัดสินใจในการท่องเที่ยวให้เหมาะกับผู้ใช้บริการ ซึ่ง

สถาปัตยกรรมที่ได้จะมีการปรับปรุงและมีความยืดหยุ่นในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งจะใช้ข้อมูลในการบริการจริงที่ได้จากการข้อมูลเว็บเซอร์วิสผู้ให้บริการต่างๆ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

DSS [1] เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนภายใต้ระบบอันเดียวกัน เป็นระบบที่ตอบโต้โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อหาคำตอบที่ง่าย สะดวกและรวดเร็วจากปัญหาที่มีโครงสร้างแน่นอน ระบบการสนับสนุนการตัดสินใจประกอบด้วยชุดเครื่องมือ ข้อมูล แบบจำลอง (Model) และทรัพยากรอื่นๆ ที่นำมาใช้ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่งที่จะช่วยการตัดสินใจได้

2.2 เว็บเซอร์วิส

เว็บเซอร์วิส (Web Services) [2] คือ แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมซึ่งทำงานในลักษณะให้บริการแก่แอปพลิเคชัน หรือโปรแกรมอื่น ๆ ผ่านเว็บไซต์โดยใช้ภาษา XML เป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้บริการต่าง ๆของแอพพลิเคชันที่อยู่บนแพลตฟอร์มใด ๆ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเว็บเซอร์วิสมีดังนี้

SOAP [3] (Simple Object Access Protocol)เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเว็บเซอร์วิสเป็นลักษณะในรูปแบบของการออกแบบโมเดลสื่อสารในระดับApplication Layer โดยอาศัยอินเทอร์เน็ตโพรโตคอล

WSDL [4] (Web Services Description Language) เป็นภาษาที่ทำหน้าที่อธิบายเว็บเซอร์วิส ซึ่งทำให้ผู้เรียกใช้เว็บเซอร์วิสทราบว่ามี อะไรให้บริการ จะต้องส่งข้อมูลกันอย่างไร และจะได้รับข้อมูลแบบใด

UDDI [5] (Universal Description, Discovery and Integration) เป็นระบบสารสนเทศที่เก็บหรือลงทะเบียนเว็บเซอร์วิส เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบบริการลงทะเบียน (Registry service) สำหรับเว็บเซอร์วิสสามารถอธิบายและค้นหาเว็บเซอร์วิสได้โดยผู้ให้บริการ (Services Provider) ลงทะเบียนด้วยไฟล์ WSDL เพื่อที่จะพร้อมการให้บริการ

2.3 การวางแผนการท่องเที่ยว

การวางแผนการท่องเที่ยว [6] จะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ มาประกอบการพิจารณาจัดโปรแกรมนำเที่ยว เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับจุดหมายปลายทาง ข้อมูลเกี่ยวกับที่พัก ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เนื่องจากจะมีผลต่อการกำหนดคุณภาพและราคาที่พักที่เหมาะสมจากเงื่อนไขความต้องการของผู้ค้นบริการการท่องเที่ยว

2.4 การจำแนกประเภทด้วยต้นไม้ตัดสินใจ

การจำแนกประเภทด้วยต้นไม้ตัดสินใจ [7] เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือปัจจัยของข้อมูลในการจำแนกประเภทต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากข้อมูลการเรียนรู้ทำให้ทราบว่าคุณลักษณะหรือปัจจัยใดเป็นตัวกำหนดการจำแนกประเภท อีกทั้งสามารถบอกได้ว่าคุณลักษณะแต่ละตัวมีความสำคัญมากและน้อยตามลำดับโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งมีค่าวัดความสามารถของการแบ่งกลุ่มของแต่ละคุณลักษณะหรือปัจจัยดังต่อไปนี้

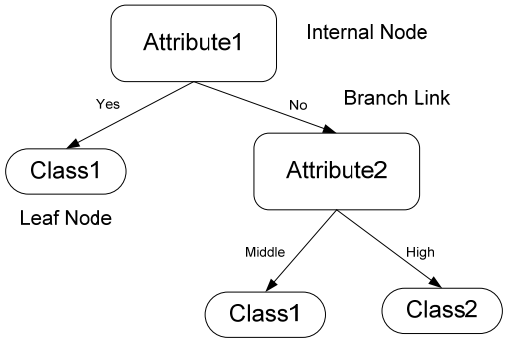
Gini Index ค่าที่บ่งบอกว่าคุณลักษณะหรือปัจจัยใดควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่งกลุ่มของอัลกอริทึม BFTree และ Simple Cart

$$\text{Gini}(t_i) = 1 - \sum_{i=1}^{N} [p(t_i)]^2 \quad (1)$$

Entropy ค่าคาดคะเนของข้อมูลเป็นค่าที่แยกโดยใช้ลักษณะประจำ

$$\text{Entropy}(t_i) = 1 - \sum_{i=1}^{N} [p(t_i)] \log_2 p(t_i) \quad (2)$$

ซึ่งแต่ละอัลกอริทึมจะให้ผลของโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่แตกต่างกันโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจมีลักษณะดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: โครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

1) โหนดภายใน (Internal Node) คือ แอตทริบิวท์ (Attribute) ต่างๆของข้อมูล ซึ่งเมื่อข้อมูลใดๆที่ตกลงมาที่โหนด จะใช้แอตทริบิวท์นี้เป็นตัวตัดสินใจว่าข้อมูลจะไปในทิศทางใด โดยโหนดภายในที่เป็นจุดเริ่มต้นของต้นไม้เรียกว่า โหนดราก (Root Node)

2) กิ่ง (Branch Link) คือ ค่าของแอตทริบิวท์ในโหนดภายในที่แตกกิ่งนี้ออกมา ซึ่งโหนดภายในจะแตกกิ่งเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนค่าของแอตทริบิวท์โหนดภายในนั้น เช่น Yes หรือ No เป็นต้น

3) โหนดใบ (Leaf Node) คือ กลุ่มคลาส (Class) ต่างๆ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ในการจำแนกข้อมูล

ID3 เป็นอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้หลักการทฤษฎีสารสนเทศค่าที่วัดได้จะนำมาใช้ตัดสินใจว่าจะใช้ตัวแปรใดในการแบ่งข้อมูลโดยวิธีการกำหนดโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะเป็นการเลือกข้อมูลตามลำดับของตัวชี้วัดหรือค่าเกน (Gain) สูงที่สุด เป็นข้อมูลเริ่มต้น และข้อมูลถัดไปที่มีค่าลดหลั่นกันตามลำดับ

C4.5 เป็นอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดยพัฒนามาจาก ID3 มีการใช้ค่าเกน (Gain) และค่าคาดคะเนของข้อมูล (Entropy) เช่นเดียวกับ ID3 แต่จะมีส่วนที่เพิ่มเติมจาก ID3 คือ C4.5 สามารถใช้กับข้อมูลทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องได้โดยในส่วนของข้อมูลแบบต่อเนื่องขั้นตอนวิธี C4.5 จะสร้างจุดเริ่ม (Threshold) และแยกคุณลักษณะนั้นออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่มีค่ามากกว่าและน้อยกว่าและเท่ากับค่าที่ใช้ในการสร้างจุดเริ่ม และสามารถใช้กับข้อมูลฝึกสอน (Training Data) ที่ไม่มีค่าของคุณลักษณะได้ และสามารถทำการปรับแต่งต้นไม้ประกอบการตัดสินใจ (Pruning Trees) ในขณะสร้างได้

BFTree เป็นอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้การตัดสินใจ วิธีนี้จะใช้ค่า Gini Index ในการวัดค่าที่จะใช้ในการแบ่งข้อมูล นอกจากนี้ กิ่งของต้นไม้จะถูกทำการตัดแต่งเพื่อลดการ overfitting ด้วย training set โหนดแรกที่ดีที่สุดจะถูกทำการตัดแต่งกิ่งใหม่

Simple CART จะเป็นอัลกอริทึมในการสร้างต้นไม้การตัดสินใจแบบ binary ซึ่งประกอบด้วย กิ่งหรือแขนง 2 กิ่งสำหรับแต่ละโหนด เทคนิคแบบ Simple CART จะทำการแบ่ง เรคคอร์ดใน Training Data Set ออกเป็น เรคคอร์ดย่อย ที่ให้ค่าเป้าหมาย (target) ที่เหมือนกัน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ได้นำความรู้ด้านเว็บเซอร์วิสและต้นไม้การตัดสินใจมาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป เช่น การประยุกต์ใช้องค์ประกอบร่วมของเว็บเซอร์วิสที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจการท่องเที่ยว [8] ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มธุรกิจจองตั๋วเครื่องบิน จองโรงแรม ห้องพัก และจองรถเช่า โดยเว็บเซอร์วิสของผู้ให้บริการแต่ละรายสามารถติดต่อสื่อสาร รับส่งข้อมูล และทำงานร่วมได้อย่างอัตโนมัติโดยมีระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยว (Tourism Information Systems : TIS) เป็นตัวกลางในการประสานงานระหว่างผู้ให้บริการ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้ออกแบบในส่วนสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้ใช้บริการจำเป็นต้องค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับสำหรับตนเอง และงานวิจัยพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในโครงการที่อยู่อาศัยโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสิน [9] และใช้อัลกอริธึม ID3 ในการเรียนรู้จากข้อมูลลูกบ้าน เพื่อการสร้างแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจ ในการอนุมัติลูกบ้านเข้าโครงการ งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลจากแหล่งเดียวที่ไม่มีการปรับปรุง อีกทั้งงานวิจัยการวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ[10] ซึ่งใช้ในการจำแนกความผิดออกมาเป็นมาตราต่าง ๆที่เหมาะสมกับคดีความโดยใช้อัลกอริทึม ID3 และ C4.5 ซึ่งใช้อัลกอริทึมเปรียบเทียบน้อยเกินไป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผสมผสานการทำงานของเว็บเซอร์วิสและเทคนิคด้านต้นไม้การตัดสินใจเพื่อพัฒนาระบบให้มีข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองและให้ผู้ใช้บริการได้เลือกข้อมูลที่ปรับปรุงตลอดเวลา

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเว็บเซอร์วิสและการจำแนกประเภทโดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจมาออกแบบและพัฒนาระบบดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 การเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการท่องเที่ยวที่รวบรวมได้มาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมในการนำไปสร้าง

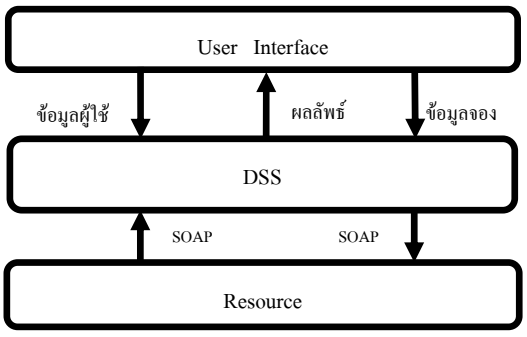
แบบจำลอง โดยแบ่งช่วงข้อมูลจากแบบต่อเนื่องให้เป็นจัดกลุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง (Categorical) เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้กับอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจหลายประเภทดังนี้

ตารางที่:1 รายละเอียดของแอตทริบิวท์หรือปัจจัย

รายละเอียด	จัดกลุ่มข้อมูล
อายุ (Age)	น้อยกว่า 20 ปี อยู่ระหว่าง 20 ปี ถึง 40 ปี มากกว่า 40 ปี
วันหยุด (Vacation)	น้อยกว่า 3 วัน มากกว่าหรือเท่ากับ 3 วัน
ราคาที่พัก (FacPrice)	น้อยกว่า 1000 บาท (Low) อยู่ระหว่าง 1000 ถึง 3000 บาท (Medium) มากกว่า 3000 บาท (High)
งบประมาณ (Budget)	น้อยกว่า 5000 บาท (Low) อยู่ระหว่าง 5000 ถึง 10000 บาท (Medium) มากกว่า 10000 บาท (High)
ประเภทสถานที่ (Attraction)	ประเภทป่าหรือภูเขา (Forest/Hills) ประเภทแม่น้ำหรือทะเล (River/Sea)

3.2 ออกแบบการทำงานของระบบ

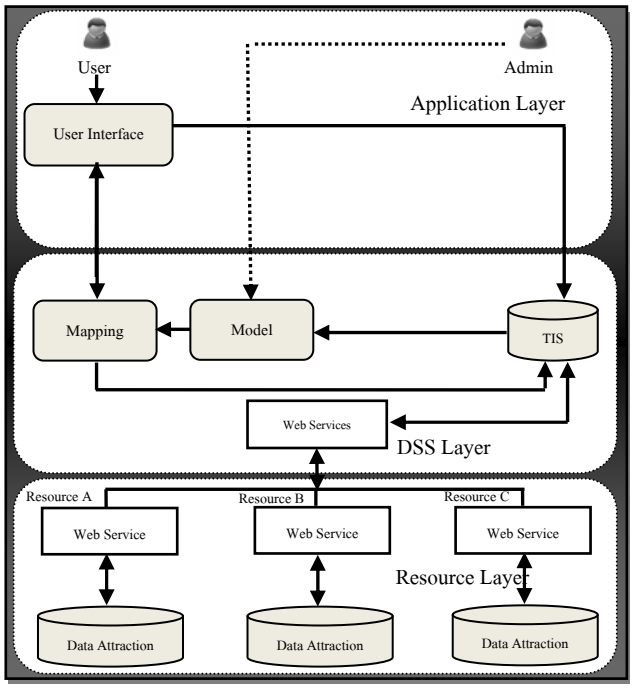
การออกแบบการทำงานของระบบจะต้องมีการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบการตัดสินใจกับเว็บเซอร์วิสให้มีการทำงานโดยใช้ข้อมูลที่มีการอัพเดตของเว็บเซอร์วิสมาทำการวิเคราะห์และสร้างกฎการตัดสินใจขึ้นและนำข้อมูลมาแสดงผลให้ผู้ใช้บริการได้เลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการได้ ซึ่งได้รูปแบบการทำงานดังนี้



ภาพที่ 2: รูปแบบการทำงานของระบบตัดสินใจติดต่อกับเว็บเซอร์วิส

3.3 การสร้างสถาปัตยกรรมระบบ

สถาปัตยกรรมของระบบได้ทำการออกแบบระดับชั้นการทำงานออกเป็น 3 ระดับชั้น ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3: สถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

1) Application Layer เป็นส่วนของผู้ใช้ (User) ทำการกรอกรายละเอียดข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้ที่ระบบต้องการทราบเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการท่องเที่ยว โดยผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลผ่านฟอร์ม (User Interface) แล้วทำการยืนยัน เพื่อส่งข้อมูลให้กับชั้นของ DSS Layer เพื่อประมวลผล เมื่อได้รับการประมวลผลข้อมูลจะถูกส่งกลับมาในรูปแบบที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกที่จะจองและส่งข้อมูลการจองไปให้กับเซอร์วิสที่ให้บริการและเก็บไว้ในฐานข้อมูลต่อไป ส่วนของผู้ดูแลระบบ (Admin) ทำการข้อมูลที่ได้จากชั้น DSS Layer มาทำการเรียนรู้เพื่อหาอัลกอริทึมที่มีความถูกต้องที่สุดแล้วนำกฎที่ได้มาสร้างเป็นโมเดลในชั้น DSS Layer ต่อไป

2) DSS Layer เป็นชั้นที่ทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาจากชั้น Application Layer และ Resource Layer มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

-Web Services Client ทำหน้าที่คอยสร้าง SOAP Message ส่งไปยังเว็บเซอร์วิส โดยเรียกใช้เว็บเซอร์วิสจาก

แหล่งข้อมูลที่ให้บริการ (Web Services Server) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยว (TIS)

-ระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยว (Tourism Information Systems: TIS) ทำหน้าที่จัดเก็บการจราจรของข้อมูลระหว่างชั้นการทำงาน โดยมีข้อมูลด้านการท่องเที่ยวที่ได้จากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ นำมารวบรวมและบันทึกลงบนฐานข้อมูลของระบบเอง เพื่อนำไปใช้ในเตรียมข้อมูลในการเรียนรู้ และทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลการจองของผู้ใช้เพื่อเป็นหลักฐานก่อนที่จะส่งข้อมูลออกไปให้เว็บเซอร์วิสต่าง ๆ

- Model คือ แบบจำลองที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยอัลกอริทึมที่มีความถูกต้องที่สุดเป็นกฎการตัดสินใจ เพื่อเตรียมทำการจับคู่กับข้อมูลที่ผู้ใช้ส่งมาให้

- การจับคู่ (Mapping) เมื่อผู้ใช้ทำการส่งค่ารายละเอียดข้อมูลมาให้จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลเข้ากับกฎข้อใด แล้วจึงนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ในระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวมาแสดงผลให้ผู้ใช้ได้เลือก

3) Resource Layer เป็นส่วนของผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาในแต่ละที่ เพื่อไปดึงข้อมูลที่ต้องการในฐานข้อมูลก่อนที่จะส่งไปให้ลำดับชั้น DSS Layer และทำหน้าที่รับข้อมูลการจองของผู้ใช้ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อดำเนินการต่อไป

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึม

ผู้วิจัยใช้ใช้โปรแกรม Weka 3.6 เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งใช้ในการจำแนกแอตทริบิวท์จากระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยว (TIS) สร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลทั้งหมด 2019 ชุดข้อมูล แล้วทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดได้แก่ ข้อมูลสอน (Training Set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) โดยใช้วิธีการ K-Fold Cross Validation ในการประเมินค่าความถูกต้องโดยแบ่งค่า K เป็นจำนวน 10, 20 และ 30 ตามลำดับแล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อประเมินค่าความถูกต้องและเลือกใช้วิธีการที่ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดมาใช้เป็นแบบจำลอง (Model) ในสถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

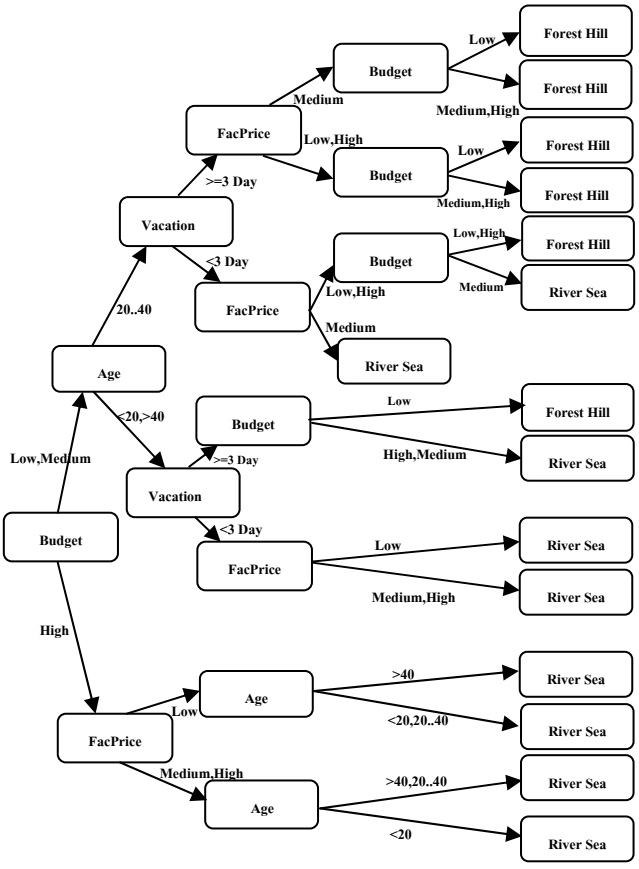
4. ผลการดำเนินงาน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความถูกต้องโดยวิธีการของ K-Fold Cross Validation โดยใช้อัลกอริทึมของต้นไม้ตัดสินใจแบบต่างๆ ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบผลการทดลองประเมินค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล โดยใช้ k-Fold Cross-Validation

อัลกอริทึม	k-Fold Cross Validation			ค่าเฉลี่ย	SD
	10	20	30		
ID3	85.53%	85.48%	85.43%	85.48%	0.05
C4.5	85.53%	85.48%	85.43%	85.48%	0.05
Simple Cart	85.48%	85.53%	85.53%	85.52%	0.02
BFTree	85.58%	85.63%	85.73%	85.65%	0.07

จากตารางที่ 2 อัลกอริทึมที่ประเมินค่าให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ BFTree โดยให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความแม่นยำสูงสุดเท่ากับ 85.65% ดังนั้นจึงได้เลือกวิธีการของ BFTree ดังกล่าวในการพัฒนาระบบสนับสนุนตัดสินใจ ซึ่งผลโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4: แผนภาพต้นไม้การตัดสินใจ

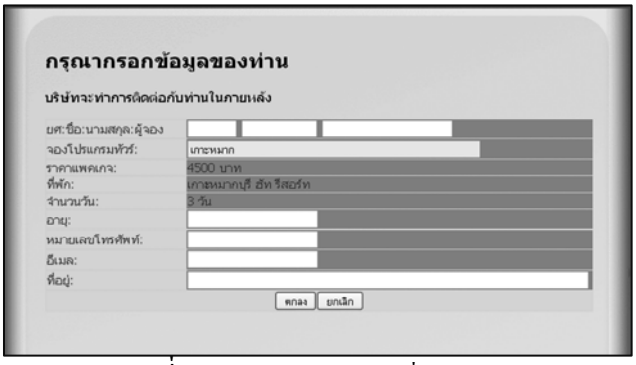
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้ใช้บริการสามารถค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความเหมาะสมสำหรับตนเองด้วยการกรอกรายละเอียดในฟอร์มเพื่อส่งข้อมูลไปประมวลผลซึ่งหลังจากข้อมูลได้รับการประมวลผลเรียบร้อยระบบจะส่งข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก และราคามาให้ผู้ใช้บริการได้เลือกเพื่อทำการจอง

ภาพที่ 5: แบบฟอร์มรายละเอียดผู้ใช้บริการ

ภาพที่ 6: ผลการค้นหาเพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว

เมื่อผู้ใช้บริการเลือกจองสถานที่ท่องเที่ยวผู้ใช้บริการต้องกรอกข้อมูลรายละเอียดส่วนตัวให้กับระบบเพื่อส่งไปยังเว็บเซอร์วิสผู้ให้บริการเก็บรวบรวมข้อมูลและข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลเพื่อทำการประมวลแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพื่อที่จะได้ข้อมูลจริงจากการจองดังกล่าวเก็บข้อมูลไว้เพื่อการประมวลผลครั้งต่อไปนี้



ภาพที่ 7:หน้าจอการกรอกข้อมูลเพื่อทำการจอง

5. สรุปผลการดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสด้านการท่องเที่ยวโดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจ ซึ่งนำกฎที่ได้มาประยุกต์กับระบบสนับสนุนตัดสินใจได้ดีซึ่งต้องใช้ข้อมูลจากการบริการเว็บเซอร์วิสที่มีข้อมูลจริงให้ระบบสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการใช้ต้นไม้ตัดสินใจพบว่าการใช้อัลกอริทึม BFTree ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจแบบอื่นโดยได้ประเมินผลการใช้งานของระบบ โดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจด้วยการใช้วิธีการ K-Fold Cross Validation เพื่อให้ได้ระบบที่สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้มากที่สุดซึ่งใช้ข้อมูลที่มีการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลาจากเว็บเซอร์วิสการท่องเที่ยว

เอกสารอ้างอิง

[1] Efraim Turban, *Decision Support Systems and Intelligent Systems (7th Edition)*, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 2005.

[2] W3C,(2004), "World Wide Web Consortium, WebServices Architecture",Available from: http://www.w3.org/TR/Ws-arch.

[3] W3C.(2007),"World WideWeb Consortium,Simple Object Access Potocal (SOAP)",Available from:http://www.w3 .org /TR/ soap12.

[4] W3C.(2003),"World WideWeb Consortium ,Web Services Description Language (WSDL) ",Available from:http:// www .w3.org/TR/wsdl.

[5] W3C. (2004)."World Wide Web Consortium , Universal Description, Discovery and Integration",Available from :http:// www.w3.org/TR/ uddi_v3.

[6] Reilly, (2004),"Tourism Planning",Available from : http:// elearning.aru.ac.th /3572201 /ser11 /topic13/linkfile/print . html.

[7] กรุง สินอภิรมย์สราญ ,2550, "*Data mining, Data Warehouse and Visualization*",ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2553.

[8] เอกชัย แน่นอุดร, "*ระบบบูรณาการบริการสำหรับข้อมูลสารสนเทศการท่องเที่ยวโดยใช้องค์ประกอบร่วมเว็บเซอร์วิส*, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,2548.

[9] ศุภชัย ประคองศิลป์ และณัฐวี อุตฤกษฎ์, "การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในโครงการที่อยู่อาศัยโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ",*การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ NCCIT2009,*ครั้งที่ 5, หน้า 893-898.

[10] ชัดชัย แก้วตา และ อัจฉรา มหาวีรวัฒน์, **"**การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ",*การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ NCIT 2010,*ครั้งที่ 3, หน้า 308-313.

ปรับปรุงขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีด้วยอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน
A Fractional-order Binary particle swarm optimization

ไหมคำ ตันติปทุม (Maikam Tantipatum)[1] สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (Sirapat Chiewchanwattana)[2]
คำรณ สุนัติ (Khamron Sunat)[3] และปัญญาพล หอระตะ (Punyaphol Horata)[4]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]maikam.yam@gmail.com, [2]sunkra@kku.ac.th, [3]khamron_sunat@yahoo.com, [4]punhor1@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดนำหลักการอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน (Fractional order) เข้ามาช่วยควบคุมการลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (discrete problems) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เรียกว่า ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีด้วยอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน (Fractional-order Binary Particle Swarm Optimization หรือ FO-BPSO) ซึ่งทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องจาก Benchmarks และทำการเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธี KBPSO(Binary PSO) NBPSO (Novel Binary Particle Swarm Optimization) และ MBPSO (memory Binary Particle Swarm Optimization) จากผลการทดสอบ FO-BPSO มีความสามารถในการลู่เข้าหาคำตอบได้เป็นอย่างดี ผลค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสม (Fitness Value) เข้าใกล้ค่าศูนย์มากกว่าขั้นตอนวิธีอื่นที่นำมาเปรียบเทียบ

คำสำคัญ: ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาค ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารี อนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน ค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง

Abstract

In this paper, a novel method for controlling the convergence rate of a Binary particle swarm optimization algorithm using fractional calculus (FC), namely Fractional-order Binary Particle Swarm Optimization or FO-BPSO. The proposed algorithm is tested on discrete benchmark functions and Compare the performance with KBPSO, NBPSO, and MBPSO. The experimental results reported FO-BPSO was capable to obtain encouraging performance in discrete optimization problems and the average of fitness value has closed to zero than the other.

Keyword: Binary particle swarm optimization, Particle swarm optimization, Fractional-order derivative, discrete optimization problems

1. บทนำ

ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาคถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Eberhart และ Kennedy ในปี 1995 [1] จำลองหลักการเลียนแบบพฤติกรรมทางสังคมของสัตว์สังคม และในปี 1998 มีการปรับปรุงขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาค โดย Eberhart และ Shi [2] ด้วยการเพิ่มน้ำหนักแรงเฉื่อย (inertia weight) ในสมการคำนวณค่าความเร็ว (velocity) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาคสามารถแ

ก้ปัญหาแบบค่าตัวแปรต่อเนื่องที่มีความซับซ้อนและลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาได้ดี แต่ในปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องทำได้ไม่ดีนัก

ในปี 1997 Eberhart และ Kennedy ผู้ที่เคยพัฒนาขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาคแบบดั้งเดิม ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง [3] โดยนำหลักการของขั้นตอนวิธี

กลุ่มอนุภาคแบบเดิมมาพัฒนา เรียกว่า ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีถูกนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น ปัญหา Lot Sizing Problem [4] นำไปช่วยในการคัดเลือกข้อมูลนำเข้าที่เหมาะสมสำหรับ Support vector machine (SVM) [5] มีการปรับปรุงพัฒนาขั้นตอนวิธีนี้อย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาการลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องที่ยังไม่ดีนัก ในปี 2007 Khanesar และคณะ นำเสนอหลักการรูปแบบการคำนวณค่าความเร็วที่ใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งใหม่ [6] โดยการตีความค่าความเร็วใหม่นำค่าที่ดีที่สุดส่วนตัว (Personal Best Position) และค่าที่ดีที่สุดสากล (Global Best Position) เข้ามามีส่วนในการตัดสินใจเลือกสมการค่าความเร็ว ต่อมา Singh และคณะ นำเสนอการปรับปรุงขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีร่วมกับวิธีการข้ามสายพันธ์ (crossover) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm Optimization) [7] และปี 2012 Ji และคณะ นำเสนอวิธีปรับปรุงค่าความเร็ว [8] โดยค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนค่าตำแหน่ง ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของสถานะคือค่าที่ดีที่สุดส่วนตัว และค่าที่ดีที่สุดสากล ซึ่งประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทำได้ดีขึ้น แต่มีปัญหาการลู่เข้าหาคำตอบก่อนกำหนดทำให้การแก้ปัญหาอาจได้คำตอบที่ยังไม่ดีพอหรือที่เรียกว่าปัญหาค่าของคำตอบที่ดีที่สุดเฉพาะบริเวณ (Local Optimum)

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวคิด โดยนำหลักการอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วนเข้ามาช่วยควบคุมการลู่เข้าหาคำตอบของขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงสมการคำนวณค่าความเร็วให้เป็นแบบอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน เพื่อช่วยลดการแปรผกผันของค่าความเร็วไม่ให้ค่าสูงหรือต่ำเกินไปในระยะเวลาใกล้กันส่งผลให้ค่าความเหมาะสม (Fitness Value) สามารถคำนวณได้จากฟังก์ชั่นเป้าหมาย (Objective Function) 4 ฟังก์ชั่นมาตรฐานจาก Benchmarks สามารถลู่เข้าหาคำตอบได้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Particle Swarm Optimization [1]

ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาค เป็นหลักการเลียนแบบพฤติกรรมของสัตว์สังคม เช่น ฝูงนก หรือ ฝูงปลา ในฝูง (Swarm) ประกอบด้วยกลุ่มของอนุภาคในพื้นที่หลายมิติ ซึ่งแต่ละอนุภาคจะเก็บข้อมูลสองเวคเตอร์คือ เวคเตอร์ระบุตำแหน่ง $x_{id} = (x_{i1,}x_{i2},\ldots,x_{id})$ และเวคเตอร์ระบุความเร็วในการบิน $v_{id}=(v_{i1,}v_{i2},\ldots,v_{id})$ อนุภาคแต่ละตัวในฝูงจะต้องจำค่าที่ดีที่สุดส่วนตัวหรือตำแหน่งที่ดีที่สุดของตัวเอง $p_{id}= (p_{i1,}p_{i2},\ldots,p_{id})$ และค่าที่ดีที่สุดสากลหรือตำแหน่งที่ดีที่สุดของเพื่อนร่วมฝูง $p_{gd}= (p_{g1,}p_{g2},\ldots,p_{gd})$ สมาชิกในฝูงจะทำการสื่อสารข้อมูลของตำแหน่งกับสมาชิกตัวอื่นและทำการเปลี่ยนความเร็ว และเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งใหม่เพื่อให้เข้าใกล้ตำแหน่งที่ดีที่สุดมากยิ่งขึ้นสมการพื้นฐานที่นำเสนอครั้งแรกใช้ปรับปรุงค่าความเร็ว (1) และค่าตำแหน่ง (2) แสดงด้านล่าง

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t)+r_1(p_{ij}-x_{ij}(t))+r_2(p_{gj}-x_{ij}(t)) \quad (1)$$

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t)+v_{ij}(t+1) \quad (2)$$

ซึ่งตัวแปร v_{ij} และ x_{ij} นั้น หลักที่ j คือมิติของค่าความเร็วและค่าตำแหน่ง ตัวแปร t คือจำนวนรอบในการทำงาน ตัวแปร w คือน้ำหนักแรงเฉื่อย [2] ตัวแปร r_1, r_2 คือค่าสุ่มระหว่าง [0,1] ตัวแปร p_{ij} คือค่าที่ดีที่สุดส่วนตัว และตัวแปร p_{gj} คือค่าที่ดีที่สุดสากล

2.2 Binary Particle Swarm Optimization [3]

ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีคิดค้นขึ้นโดย Kennedy และ Eberhart เมื่อปี 1997 เพื่อแก้ปัญหาแบบค่าไม่ต่อเนื่อง แต่ผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร ค่าตำแหน่งถูกกำหนดให้เป็น [0,1] เท่านั้น และค่าความเร็วคือค่าความน่าจะเป็นที่ค่าตำแหน่งจะเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 ในการคำนวณค่าความเร็วจะใช้สมการเดิมคือ (1) จากนั้นจะปรับค่าความเร็วให้อยู่ในช่วง [0,1] โดยใช้ sigmoidal function (3) หลังจากนั้นนำค่า $v'_{ij}(t)$ ที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการ (3) มาเปรียบเทียบกับค่าสุ่มในช่วง [0,1] ด้วยสมการ (4) จะได้ตำแหน่งใหม่ที่ใช้ในการเคลื่อนที่รอบต่อไปคือ $x_{id}(t+1)$

$$v'_{ij}(t) = \mathrm{sig}(v_{id}(t)) = \frac{1}{1+e^{-v_{id}(t)}} \quad (3)$$

$$x_{id}(t+1) = \begin{cases} 1 & \text{if } r_{id} < sig(v_{id}(t+1)) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

2.3 Fractional calculus

แคลลูลัสเชิงเศษส่วน (Fractional calculus) ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของทฤษฎีแคลคูลัสอนุพันธ์ (differential calculus) [9], [10], [11], [12]

แคลคูลัสเชิงเศษส่วนเป็นการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่ขยายไปยังอันดับตัวดำเนินการของอนุพันธ์และปริพันธ์ที่เป็นเลขจำนวนจริงหรือจำนวนเชิงซ้อน มีผู้ให้นิยามเกี่ยวกับอนุพันธ์และปริพันธ์ของลำดับค่า α ที่ไม่เป็นจำนวนจริงที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ลาปลาซ นิยามว่า อนุพันธ์ของอันดับเชิงเศษส่วน $\alpha \in C$ ของสัญญาณ X(t) ใน $D^{\alpha}[X(t)]$ คือลักษณะทั่วไปของรูปแบบอันดับจำนวนเต็มแบบดั้งเดิม อธิบายดังสมการ

$$L\{D^{\alpha}[x(t)]\} = s^{\alpha}X(s) \quad (5)$$

อีกแนวคิดของอนุพันธ์เชิงเศษส่วนคือ Grünwald–Letnikov นิยามด้วยสมการ

$$D^{\alpha}[x(t)] = \lim_{h \to 0} \left[\frac{1}{h^{\alpha}} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{(-1)^k \Gamma(\alpha+1) x(t-kh)}{\Gamma(k+1)\Gamma(\alpha-k+1)} \right] \quad (6)$$

คุณลักษณะสำคัญที่แสดงในสมการ (6) คือในอนุพันธ์ลำดับจำนวนเต็มหมายถึงจำนวนจำกัดแต่อนุพันธ์ลำดับเศษส่วนจะหมายถึงชุดของจำนวนอนันต์ ดังนั้นอนุพันธ์จำนวนเต็มคือค่าที่ตรงข้ามกับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนที่หมายถึงหน่วยความจำของเหตุการณ์ที่เคยผ่านมาทั้งหมด เวลาดำเนินการไม่ต่อเนื่องแสดงใน (7) ซึ่งเป็นการประมาณค่ากำหนดตามสมการ

$$D^{\alpha}[x(t)] = \frac{1}{T^{\alpha}} \sum_{k=0}^{r} \frac{(-1)^k (\alpha+1) x(t-kT)}{\Gamma(k+1)\Gamma(\alpha-k+1)} \quad (7)$$

เมื่อ T คือช่วงเวลาการทดลองของกลุ่มตัวอย่างและ r คือลำดับของการแบ่งตัดเท่า ๆ กัน

แบบจำลองอันดับเศษส่วน เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ดีเหมาะสมแก่การนำมาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น irreversibility และ chaos เพราะคุณสมบัติของหน่วยความจำแบบไม่คงที่ในระยะยาว อาจเกิดวิวัฒนาการที่เหมาะสมของการประมวลผลเครื่องมือแคลคูลัสเชิงเศษส่วนพอดี

2.4 Discrete benchmarks functions [13]

ตัวอย่างปัญหาที่นำมาทดลองในงานวิจัยนี้เป็นปัญหาแบบตัวแปรมีค่าไม่ต่อเนื่องจาก Benchmark Problems เป็นฟังก์ชั่น สำหรับหาผลลัพธ์ของข้อมูล (0,1) เพื่อค้นหาค่าที่ดีที่สุดเท่ากับ 0 ดังนี้

1. Goldberg's order-3

$$f(y) \begin{cases} 0.9, & \text{if } |y|=0 \\ 0.6, & \text{if } |y|=1 \\ 0.3, & \text{if } |y|=2 \\ 1, & \text{if } |y|=3 \end{cases} \quad (8)$$

ตัวอย่าง ให้ทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 บิต โดย $\sum f$ = f(010)+f(101)+f(011) = 0.6+0.3+0.3 = 1.2 สูตรคำนวณค่า fitness = D/3 - $\sum f$; 9/3 = 3 ; fitness = 3 – 1.2 = 1.8 ถ้าค่า fitness ที่ดีที่สุด = 0 , ชุดข้อมูล = 111…111

2. Bipolar Order-6

$$f(y) \begin{cases} 1.0, & \text{if } |y|=0 \text{ or } 6 \\ 0.0, & \text{if } |y|=1 \text{ or } 5 \\ 0.4, & \text{if } |y|=2 \text{ or } 4 \\ 0.8, & \text{if } |y|=3 \end{cases} \quad (9)$$

สูตรคำนวณค่า fitness = D/6 - $\sum f$

3. Muhlenbein's order-5

$$f(y) \begin{cases} 3.5, & \text{if y=00000} \\ 3.0, & \text{if y=00001} \\ 2.0, & \text{if y=00011} \\ 1.0, & \text{if y=00111} \\ 0.5, & \text{if y=11111} \\ 0.0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

สูตรคำนวณค่า fitness 3.5*D/6 - $\sum f$

4. Clerc's Zebra3

รูปแบบการหาผลลัพธ์มี 2 รูปแบบ คือชุดข้อมูลเป็นเลขคู่และเลขคี่ โดยกำหนดให้ชุดข้อมูลแรกมีค่าเป็นศูนย์ (First Rank = 0) ดังนี้

$$f(y) \begin{cases} 0.9, & \text{if } |y|=0 \\ 0.6, & \text{if } |y|=1 \\ 0.3, & \text{if } |y|=2 \\ 1.0, & \text{if } |y|=3 \end{cases} \quad f(y) \begin{cases} 1.0, & \text{if } |y|=0 \\ 0.3, & \text{if } |y|=1 \\ 0.6, & \text{if } |y|=2 \\ 0.9, & \text{if } |y|=3 \end{cases} \quad (11)$$

(ช่วงข้อมูล = เลขคู่) (ช่วงข้อมูล = เลขคี่)

สูตรคำนวณค่า fitness = D/3 - $\sum f$

2.5 A Novel Binary Particle Swarm Optimization [6]

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการนิยามค่าความเร็วที่แตกต่างจากเดิมคือความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนค่าตำแหน่งจาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 การคำนวณค่าความเร็วจะใช้ค่าที่ดีที่สุดส่วนตัวและค่าที่ดีที่สุดสากลเป็นแนวทางในการคำนวณค่าความเร็ว งานวิจัยนี้ยังแก้ปัญหาในเรื่องการเลือกค่าน้ำหนักแรงเฉื่อยที่เหมาะสมเป็นค่าสุ่มระหว่าง -1 < w < 1 จำกัดค่าความเร็วสูงสุดเท่ากับ 4 โดยทดสอบประสิทธิภาพกับฟังก์ชั่นมาตรฐานจาก Benchmark เพื่อค้นหาค่าที่น้อยที่สุดคือศูนย์ ค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมเข้าใกล้ค่าศูนย์มากกว่าขั้นตอนวิธีอื่นที่นำมาเปรียบเทียบ แต่พบปัญหาในการกำหนดค่าตัวแปรและค่าตำแหน่งก่อนหน้าที่ยังไม่ดีพอ เพราะประสิทธิภาพที่ดีขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าตัวแปรและตำแหน่งก่อนหน้าที่เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงค่าตำแหน่งถัดไป

2.6 A memory Binary Particle Swarm Optimization [8]

งานวิจัยที่นำเสนอแนวคิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการคำนวณค่าความเร็ว ซึ่งคือค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนค่าตำแหน่ง การเปลี่ยนสถานะของตำแหน่งมี 4 รูปแบบดังตาราง

ตารางที่ 1 : การเปลี่ยนสถานะของตำแหน่ง

	Current status	Target status	Rational behavior
1	0	0	stay
2	0	1	Change
3	1	0	Change
4	1	1	Stay

ค่าตำแหน่งที่เปลี่ยนจะขึ้นอยู่กับเป้าหมายของสถานะ คือ ค่าที่ดีที่สุดส่วนตัวและค่าที่ดีที่สุดสากล ถ้าสถานะปัจจุบันมีค่าตรงกับเป้าหมาย สถานะปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะคงค่าเดิม แต่ถ้าไม่ตรงกันจะเปลี่ยนเป็นสถานะตรงข้ามกับเป้าหมาย และใช้หลักการลดลงเชิงเส้นของน้ำหนักแรงเฉื่อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยทดสอบประสิทธิภาพกับปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องจาก Benchmarks และเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธี NBPSO [6] KBPSO [3] ModBPSO [14] จากผลการทดลอง ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าขั้นตอนวิธีอื่น ค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมเข้าใกล้ค่าศูนย์มากที่สุดแต่ในปัญหาที่มีขนาดมิติสูง การแก้ปัญหาอาจได้คำตอบที่ยังไม่ดีพอหรือที่เรียกว่าปัญหาค่าของคำตอบที่ดีที่สุดเฉพาะบริเวณ

2.7 Particle swarm optimization with fractional-order velocity [15]

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาคด้วยอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน เพื่อช่วยควบคุมการลู่เข้าหาคำตอบได้ดีขึ้น สมการค่าความเร็วดั้งเดิม (1) ถูกนำมาเรียบเรียงใหม่เพื่อปรับปรุงอันดับของอนุพันธ์ค่าความเร็ว แสดงสมการที่เรียบเรียงใหม่ (8)

$$\upsilon_{t+1}-\upsilon_t = \varphi_1(b-x)+\varphi_2(g-x) \quad (8)$$

โดย $\upsilon_{t+1}-\upsilon_t$ คือส่วนของอนุพันธ์อันดับที่ $\alpha = 1$ (สมมติให้ $T = 1$) นำไปสู่สมการที่แสดงนี้

$$D^{\alpha}[\upsilon_{t+1}]= \varphi_1(b-x)+\varphi_2(g-x) \quad (9)$$

ดังนั้นสมการ (9) สามารถเขียนเป็นสมการ (10) กำหนดชุดของอนุพันธ์มีค่า $r = 4$ สมการที่ (7) แสดงได้ดังสมการนี้

$$\upsilon_{t+1}-\alpha\upsilon_t-\frac{1}{2}\alpha\upsilon_{t-1}-\frac{1}{6}\alpha(1-\alpha)\upsilon_{t-2}-\frac{1}{24}\alpha(1-\alpha)(2-\alpha)\upsilon_{t-3} = \varphi_1(b-x)+\varphi_2(g-x) \quad (10)$$

หรือ

$$\upsilon_{t+1}=\alpha\upsilon_t+\frac{1}{2}\alpha\upsilon_{t-1}+\frac{1}{6}\alpha(1-\alpha)\upsilon_{t-2}+\frac{1}{24}\alpha(1-\alpha)(2-\alpha)\upsilon_{t-3} + \varphi_1(b-x)+\varphi_2(g-x) \quad (11)$$

ทำการทดสอบค่าอันดับเศษส่วน α ในช่วง $\{0,0.1,\ldots,1\}$ กับปัญหาฟังก์ชั่นมาตรฐาน 4 ฟังก์ชั่นเพื่อหาค่า α ที่เหมาะกับปัญหา จากนั้นทำเปรียบเทียบพฤติกรรมของค่า α และค่าน้ำหนักแรงเฉื่อยด้วยทฤษฎีลดลงเชิงเส้น พบว่ามีพฤติกรรมคล้ายกัน แต่ในช่วงการเร่งความเร็วในการลดค่าน้ำหนักแรงเฉื่อยมีความแปรผกผันสูงในขณะที่ค่า α แสดงถึงพฤติกรรมในระยะยาวโดยผสมผสานข้อมูลที่ผ่านมาแล้ว

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอวิธีประยุกต์การทำงานร่วมกันระหว่างอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วนกับการปรับปรุงค่าความเร็ว

ของขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารี ซึ่งขั้นตอนวิธีที่นำเสนอนี้เรียกว่า ขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีด้วยอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง

ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอเพื่อแก้ปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดค่าเริ่มต้นให้ค่าตำแหน่ง X_{id} โดยวิธีการสุ่มค่าในช่วง [0,1]

2. คำนวณค่าเหมาะสม F จากค่าตำแหน่งของแต่ละอนุภาค โดยใช้ตำแหน่งปัจจุบัน $X_{id}(t)$

3. เปรียบเทียบความสามารถของอนุภาคกับค่าที่ดีที่สุดส่วนตัว if $F(X_{id}(t))<F(P_{id})$ { $F(P_{id})=F(X_{id}(t))$ }else {$P_{id}=X_{id}(t)$}

4. เปรียบเทียบความสามารถของอนุภาคกับค่าที่ดีที่สุดสากล: if $F(X_{id}(t))<F(P_{gd})$ {$F(P_{gd})=F(X_{id})$} else {$P_{gd}=X_{id}(t)$}

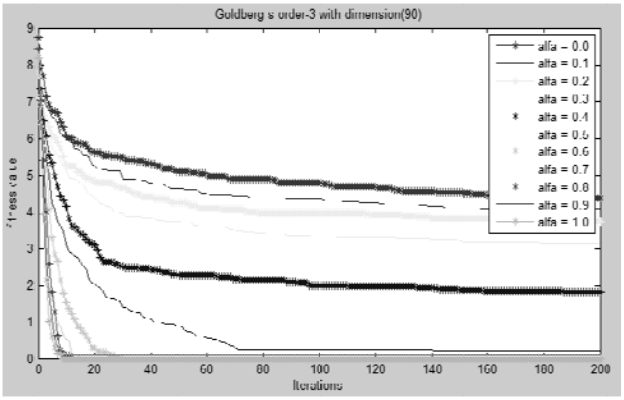
5. เปลี่ยนค่าความเร็วของอนุภาคตามสมการ (11) และ ปรับค่าความเร็วให้อยู่ในช่วง [0,1] โดยใช้ sigmoid function (3)

6. สร้างตัวแปรแบบสุ่ม r_{ij} ในช่วง [0,1] ย้ายแต่ละอนุภาคไปยังตำแหน่งใหม่ โดยใช้ (4)

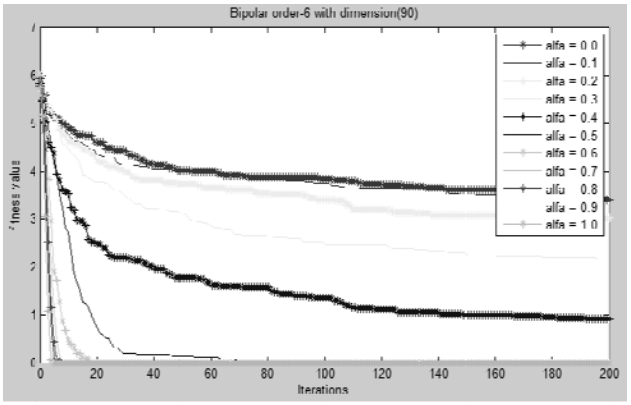
7. ไปยังขั้นตอนที่ 2 และทำซ้ำจนกระทั่งลู่เข้าหาคำตอบ

เพื่อศึกษาแนวคิดที่ว่าอนุพันธ์อันดับเชิงเศษส่วนช่วยลดการแปรผกผันของค่าความเร็วและผลกระทบของช่วงความจำระยะยาวในปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง กำหนดรูปแบบของอันดับอนุพันธ์ค่าความเร็วด้วยจำนวนจริงที่ $0 \leq \alpha \leq 1$ ในการทดสอบกับปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องฟังก์ชั่นเป้าหมายคือ 4 ฟังก์ชั่นมาตรฐานจาก Benchmarks [13] ค่าพารามิเตอร์ถูกกำหนดไว้ดังนี้ ค่า $\alpha = \{0,0.1,\ldots,1\}$ จำนวนอนุภาค = 100 ตัว จำนวนรอบการทำงาน = 200 รอบ จำนวนเวลา = 30 ครั้ง ค่า $\varphi 1, \varphi 2$ = ค่าสุ่มระหว่าง [0,1]

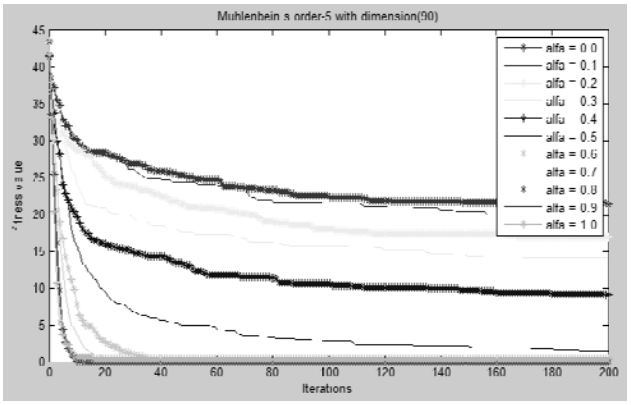
จากภาพที่ 1 – 4 แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีอนุพันธ์อันดับเชิงเศษส่วนช่วยลดการแปรผกผันของค่าความเร็ว ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพและค่า α ที่ต่างกันในช่วง $0 \leq \alpha \leq 1$ มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาต่างกัน



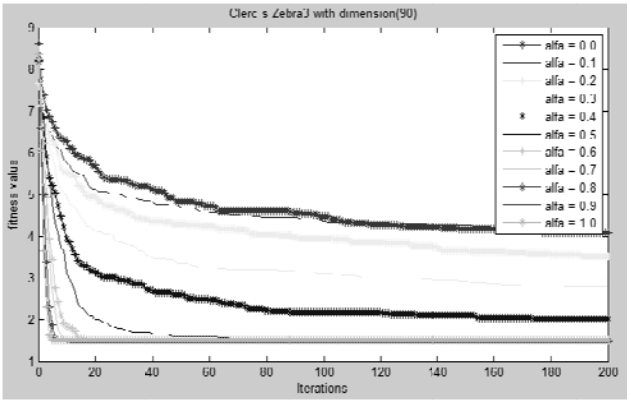
ภาพที่ 1 : แก้ปัญหา Goldberg's order-3 ค่า α ที่ดีที่สุดคือ 1.0



ภาพที่ 2 : แก้ปัญหา Bipolar Order-6 ค่า α ที่ดีที่สุดคือ 1.0



ภาพที่ 3 : แก้ปัญหา Muhlenbein's order-5 ค่า α ที่ดีที่สุดคือ 0.9



ภาพที่ 4 : แก้ปัญหา Clerc's Zebra3 ค่า α ที่ดีที่สุดคือ 1.0

จากการผลการทดสอบค่า α ที่ต่างกันมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาต่างกัน สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2 : ผลการทดสอบค่า α

		Goldberg 's order-3	Bipolar Order-6	Muhlenbein 's order-5	Clerc's Zebra3
30	best	1.0	1.0	0.9	1
60	best	1.0	1.0	0.9	1
90	best	1.0	1.0	0.9	1
120	best	1.0	1.0	0.9	1
150	best	0.9	1.0	0.9	1

นำค่า α ที่ได้จากการทดสอบนำไปใช้กำหนดค่าในแก้ปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลลัพธ์และนำมาประเมินผลต่อไป

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ KBPSO [3] NBPSO [6] MBPSO [8] และ FO-BPSO โดยทดสอบกับปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องที่เป็นฟังก์ชั่นเป้าหมายคือฟังก์ชั่นมาตรฐาน 4 ฟังก์ชั่นจาก Benchmarks (8-11) ทำการทดสอบที่มิติ $\{30, 60, 90, 120, 150\}$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดลองไว้ดังนี้ จำนวนอนุภาค = 100 ตัว จำนวนรอบการทำงาน = 200 รอบ จำนวนเวลา = 30 ครั้ง

ตารางที่ 3 : ผลการเปรียบเทียบปัญหาที่ 1 Goldberg's order-3

		KBPSO	NBPSO	MBPSO	FO-BPSO
30	best	0	0	0	**0**
	avg	0.3501	0.3686	0.3694	**0.0152**
60	best	0.4	0.3	0.4	**0**
	avg	1.5148	1.3636	1.1557	**0.0374**
90	best	1.4	1.4	1.1	**0**
	avg	3.3218	3.114	2.258	**0.064**
120	best	3.1	2.9	1.3	**0**
	avg	6.0127	5.5866	3.7108	**0.081**
150	best	4.9	5	3	**1**
	avg	8.9232	8.2501	5.996	**0**

ตารางที่ 4 : ผลการเปรียบเทียบปัญหาที่ 2 Bipolar Order-6

		KBPSO	NBPSO	MBPSO	FO-BPSO
30	best	0	0	0	**0**
	avg	0.2955	0.2719	0.3133	**0.0068**
60	best	0.8	1	1	**0**
	avg	1.6755	1.6617	1.4851	**0.0233**
90	best	2	2	1.8	**0**
	avg	3.0744	3.0616	2.6335	**0.0436**
120	best	3.6	3.6	2.8	**0**
	avg	4.7682	4.7727	4.0419	**0.0563**
150	best	4.8	5	3.6	**0**
	avg	6.5877	6.5715	5.4083	**0.837**

ตารางที่ 5 : ผลการเปรียบเทียบปัญหาที่ 3 Muhlenbein's order-5

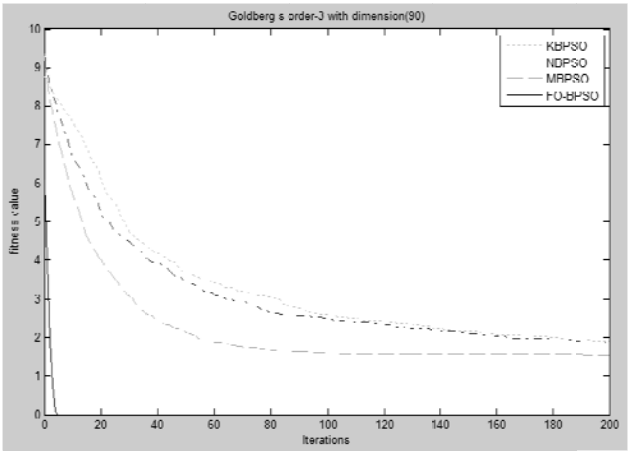
		KBPSO	NBPSO	MBPSO	FO-BPSO
30	best	0	0	0	**0**
	avg	1.4443	1.3252	1.1291	**0.0695**
60	best	0	0.5	1	**0**
	avg	6.492	5.9873	4.3379	**0.1982**
90	best	4.5	5	2.5	**0**
	avg	18.5663	16.3442	10.4276	**0.284**
120	best	17.5	13.5	5	**0**
	avg	34.0577	30.7065	19.9598	**0.4515**
150	best	31.5	23	9	**0**
	avg	50.2408	46.4422	33.7593	**0.5532**

ตารางที่ 6 : ผลการเปรียบเทียบปัญหาที่ 4 Clerc's Zebra3

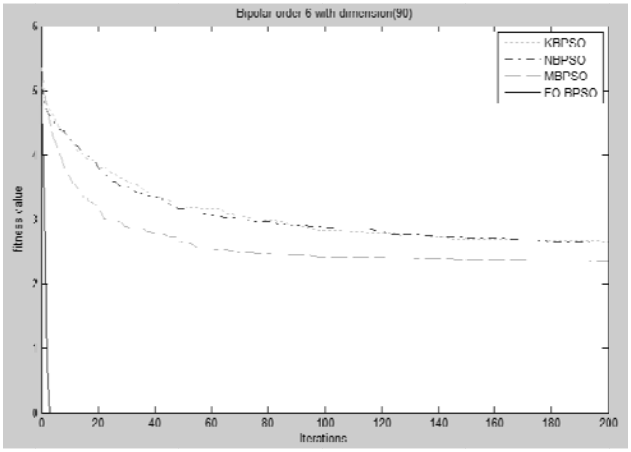
		KBPSO	NBPSO	MBPSO	FO-BPSO
30	best	0	**0**	0	0.5
	avg	0.3856	0.3388	0.3698	**0.506**
60	best	0.6	0.6	**0.4**	1
	avg	1.4573	1.3143	1.2415	**1.0201**
90	best	1.2	1.3	**1**	1.4
	avg	3.3589	3.051	2.282	**1.5276**
120	best	3.1	2.8	**1.7**	2
	avg	5.894	5.5569	3.8258	**2.0497**
150	best	4.8	4.7	**2.3**	2.5
	avg	8.7456	8.3177	5.9692	**2.5657**

จากผลการทดสอบที่แสดงในตาราง 3 – 5 แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ FO-BPSO มีประสิทธิภาพดีกว่าขั้นตอนวิธีอื่นที่นำมาเปรียบเทียบ ในปัญหา Goldberg's order-3, Bipolar Order-6, Muhlenbein's order-5 ผลการทดสอบที่มิติ 30, 60, 90, 120, 150 ค่าเฉลี่ยค่าความเหมาะสมและค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดของขั้นตอนวิธี FO-BPSO มีค่าเข้าใกล้ค่าศูนย์มากกว่าอีก 3 ขั้นตอนวิธี แสดงถึงประสิทธิภาพการลู่เข้าหาคำตอบของปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่อง แต่ในปัญหา Clerc's Zebra3 ที่แสดงในตารางที่ 6 ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดของขั้นตอนวิธี FO-BPSO ผลลัพธ์ไม่ดีนักเมื่อเทียบกับขั้นตอนวิธีอื่น แต่ค่าเฉลี่ยค่าความเหมาะสมนั้นดีกว่าทุกขั้นตอนวิธี

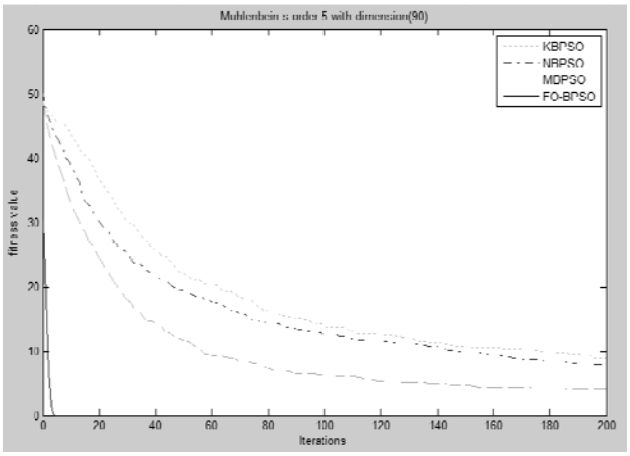
แสดงผลค่าเฉลี่ยค่าความเหมาะสมของทุกขั้นตอนวิธีที่นำมาเปรียบเทียบกันในปัญหาแบบค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องของทั้ง 4 ปัญหาที่ 90 มิติ ดังภาพที่ 5 – 8 แสดงการลู่เข้าหาคำตอบของขั้นตอนวิธี FO-BPSO ที่มีประสิทธิภาพ สามารถลู่เข้าหาคำตอบได้รวดเร็วกว่าขั้นตอนวิธีอื่น แต่ในภาพที่ 8 การลู่เข้าหาคำตอบทำได้รวดเร็วแต่ยังไม่ใช่คำตอบที่ดีสุด



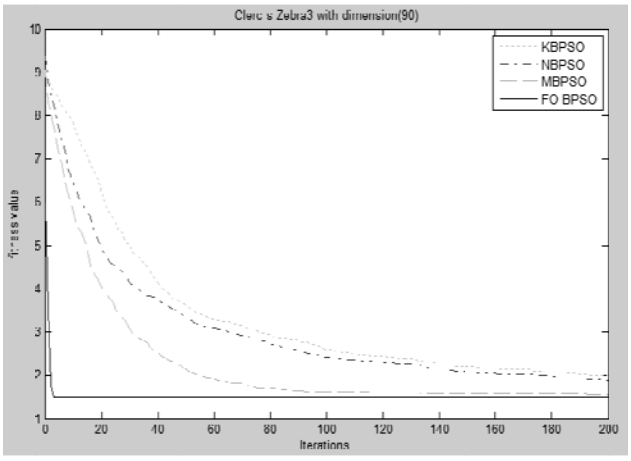
ภาพที่ 5 : แสดงการแก้ปัญหาที่ 1 Goldberg's order-3



ภาพที่ 6 : แสดงการแก้ปัญหาที่ 2 Bipolar Order-6



ภาพที่ 7 : แสดงการแก้ปัญหาที่ 3 Muhlenbein's order-5



ภาพที่ 8 : แสดงการแก้ปัญหาที่ 4 Clerc's Zebra3

5. สรุปผล

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีกลุ่มอนุภาครูปแบบไบนารีแบบใหม่ เรียกว่า Fractional-order Binary particle swarm optimization (FO-BPSO) เพื่อแก้ปัญหาแบบค่าไม่ต่อเนื่องให้มีประสิทธิภาพในการลู่เข้าหาคำตอบได้ดียิ่งขึ้น โดยการนำหลักการอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วนเข้ามาช่วยปรับปรุงค่าความเร็วเพื่อลดการแปรผกผันของค่าความเร็วไม่ให้ค่าสูงหรือต่ำเกินไปในระยะเวลาใกล้กัน ส่งผลให้ค่าความเหมาะสมค่อย ๆ ลู่เข้าหาคำตอบจนได้คำตอบที่ดีที่สุด

โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อนำหลักการอนุพันธ์เชิงอันดับเศษส่วนเข้ามาช่วยในการปรับปรุงค่าความเร็ว ทำให้ในปัญหา Goldberg's order-3, Bipolar Order-6, Muhlenbein's order-5 ค่าความเหมาะสมโดยเฉลี่ยและค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดเข้าใกล้ค่าศูนย์มากกว่าทุกวิธีที่นำมาเปรียบเทียบ เว้นแต่ในปัญหา Clerc's Zebra3 เท่านั้นที่ค่าความเหมาะสมโดยเฉลี่ยดีกว่าแต่ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดยังไม่ดีพอเมื่อเทียบกับอีก 3 วิธีที่นำมาเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization," in *, IEEE International Conference on Neural Networks, 1995. Proceedings*, Nov/Dec, vol. 4, pp. 1942–1948 vol.4.

[2] Y. Shi and R. Eberhart, "A modified particle swarm optimizer," in *, The 1998 IEEE International Conference on Evolutionary Computation Proceedings, 1998. IEEE World Congress on Computational Intelligence*, May, pp. 69–73.

[3] J. Kennedy and R. C. Eberhart, "A discrete binary version of the particle swarm algorithm," in *, 1997 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1997. Computational Cybernetics and Simulation*, Oct, vol. 5, pp. 4104–4108 vol.5.

[4] "A binary particle swarm optimization algorithm for lot sizing problem." [Online]. Available: http://www.academia.edu/1238198/A_binary_particle_swarm_optimization_algorithm_for_lot_sizing_problem. [Accessed: 24-Mar-2013].

[5] C. Zhang and H. Hu, "Using PSO algorithm to evolve an optimum input subset for a SVM in time series forecasting," in *2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 2005, vol. 4, pp. 3793–3796 Vol. 4.

[6] M. A. Khanesar, M. Teshnehlab, and M. A. Shoorehdeli, "A novel binary particle swarm optimization," in *Mediterranean Conference on Control Automation, 2007. MED '07*, 2007, pp. 1 –6.

[7] V. Singh, D. Singh, R. Tiwari, and A. Shukla, "Discrete optimization problem solving with three variants of hybrid binary particle swarm optimization," in *Proceedings of the 3rd workshop on Biologically inspired algorithms for distributed systems*, New York, NY, USA, 2011, pp. 43–48.

[8] Z. Ji, T. Tian, S. He, and Z. Zhu, "A memory binary particle swarm optimization," in *2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2012, pp. 1 –5.

[9] Alain Oustaloup, *A.: La Commande CRONE: Commande Robuste d'Ordre Non Intier*. .

[10] Gement, *A.: On fractional differentials*. .

[11] Méhauté, *A.L.: Fractal Geometries: Theory and Applications. Penton Press*. .

[12] Podlubny, *I.: Fractional Differential Equations*. .

[13] "Binary Particle Swarm Optimisers: toolbox, derivations, and mathematical insights." [Online]. Available: http://www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/savoirs/autres/binary-particle-swarm-optimisers-toolbox-derivations-and-1699211. [Accessed: 15-Mar-2013].

[14] S. Lee, S. Soak, S. Oh, W. Pedrycz, and M. Jeon, "Modified binary particle swarm optimization," *Progress in Natural Science*, vol. 18, no. 9, pp. 1161–1166, Sep. 2008.

[15] E. J. S. Pires, J. A. T. Machado, P. B. de M. Oliveira, J. B. Cunha, and L. Mendes, "Particle swarm optimization with fractional-order velocity," *Nonlinear Dyn*, vol. 61, no. 1–2, pp. 295–301, Jul. 2010.

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ
Decision Support System for Mobile Phone Selection Using Decision tree

อนุชิต ศรวิชัย (Anuchit Sornvichai)[1] และวงกต ศรีอุไร (Wongkot Sriurai)[2]
ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[1]chit97chai@gmail.com , [2]scwongsr@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเว็บไซต์ siamphone.com ซึ่งเป็นข้อมูลโทรศัพท์มือถือ ที่มีจำหน่ายตั้งแต่ปี 2009-2011 ระบบนี้ถูกพัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ผลการพัฒนาระบบ พบว่าระบบสามารถแนะนำโทรศัพท์มือถือให้กับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทดสอบความถูกต้องของโมเดลโดยใช้โปรแกรม Weka 3.7 พบว่าโมเดลที่ใช้ในการแนะนำโทรศัพท์มือถือมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 89.71% ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้จำนวน 30 คน พบว่า มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62 ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีผลประเมินค่าความพึงพอใจในระดับดี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

คำสำคัญ: โทรศัพท์มือถือ เหมืองข้อมูล ต้นไม้ตัดสินใจ

Abstract

The objective of the research is to develop a decision support system for mobile phone selection using decision tree .The data set is collected from the website siamphone.com, since 2009 to 2011. The system is developed by using PHP and MySQL database. The system can recommend a mobile phone for user. The accuracy of the model is 89.71% ,tested by using Weka 3.7. The evaluation of performance and satisfaction was evaluated by 30 users using questionnaires. The result from questionnaires found users mean equaled 4.14 with standard deviation at 0.62. The result shows that users satisfy with the system and the system is usable and useful.

Keyword: Mobile phone, data mining, decision tree

1. บทนำ

เทคโนโลยีด้านการสื่อสารในปัจจุบันมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุด คือ เทคโนโลยีการสื่อสารด้วยโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากปัจจุบันคนใช้โทรศัพท์มือถือในการติดต่อสื่อสารแทบจะทุกคนก็ว่าได้ ไม่ว่าจะเป็นการสนทนา การส่งข้อความ และอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งโทรศัพท์มือถือได้มีการพัฒนาเพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น 3G หรือ ระบบสัมผัส (Touch Screen) เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโทรศัพท์มือถือได้หลากหลายมากขึ้น ซึ่งจะแตกต่างจากในอดีตที่มีการใช้โทรศัพท์มือถือในการโทรหรือส่งข้อความเท่านั้น จากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีทำให้มีผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือออกมาวางจำหน่วยหลากหลายยี่ห้อและหลายรุ่น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่หลากหลาย ทำให้มีการแข่งขันกันของผู้ผลิตที่จะให้ลูกค้าหันมาใช้โทรศัพท์มือถือยี่ห้อของตนเอง ซึ่งส่งผลดีต่อลูกค้าเองที่จะได้ของดี มีคุณภาพ ในราคาที่ไม่แพง

ปัจจุบันมีผู้จัดทำเว็บไซต์สำหรับแนะนำโทรศัพท์มือถือหลากหลายเว็บไซต์ให้กับผู้ที่สนใจ โดยภายในเว็บไซต์จะมีการแบ่งโทรศัพท์มือถือตามยี่ห้อต่างๆ ที่มีการจัดจำหน่าย แต่ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูได้เพียงรายละเอียดของโทรศัพท์มือถือแยกตามยี่ห้อ เท่านั้น เช่นเว็บไซต์ whatphone.net เป็นต้น หาก

ผู้ใช้ต้องการค้นหาโทรศัพท์มือถือที่ตนต้องการในเว็บไซต์ ผู้ใช้จำเป็นจะต้องทราบรุ่นของโทรศัพท์มือถือที่ต้องการจะค้นหาจึงจะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ หรือผู้ใช้อาจจะเข้าไปโพสต์ข้อความตามเว็บบอร์ดต่างๆ ยกตัวอย่าง เช่น เว็บบอร์ดของเว็บไซต์ thaimobilecenter.com เป็นต้น ซึ่งจะมีผู้ใช้ตั้งกระทู้สอบถามเกี่ยวกับโทรศัพท์มือถือ แต่ส่วนน้อยที่ได้รับการตอบกระทู้ ซึ่งวิธีการแนะนำที่ผ่านมามีข้อจำกัดคือ ทำได้เพียงการค้นหาและเลือกดูรายละเอียดของโทรศัพท์มือถือเท่านั้น ทำให้ยากต่อการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ

ดังนั้นจากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ ซึ่งระบบจะถูกพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น (Web-Application) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) ซึ่งเทคนิคที่ใช้คือ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะแนะนำประเภทของโทรศัพท์มือถือที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ [1,2] เป็นระบบที่มีการทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์นี้จะช่วยทำให้บุคคล ผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจสามารถจัดการกับปัญหากึ่งโครงสร้าง และไม่มีโครงสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบมีขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการกำหนดขั้นตอนการตัดสินใจ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จนถึงขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ และระบบจะเน้นการใช้ข้อมูลเป็นหลักในการนำมาช่วยตัดสินใจ

2.1.2 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) [3] เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลซึ่งมีลักษณะเหมือนโครงสร้างต้นไม้ ที่มีโหนดแสดงถึงคุณลักษณะของข้อมูล (Attribute) แต่ละโหนดจะมีกิ่งเพื่อแสดงผลในการทดสอบของข้อมูล และลิฟโหนด (Leaf Node) แสดงถึงประเภทของข้อมูลที่กำหนดไว้ ซึ่งต้นไม้ตัดสินใจสามารถสร้างกฎได้ง่าย และเลือกเฉพาะคุณลักษณะของข้อมูล (Attribute) ที่สำคัญในการสร้างโมเดล

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวัลยา และกาญจนา [4] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้ออสังหาริมทรัพย์ กรณีศึกษาที่ดินจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำการค้นหาที่ดินด้วยเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ประเภทการใช้งาน ที่ตั้งขนาดที่ดิน และราคา ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการค้นหามาทำการเปรียบเทียบ เพื่อหาข้อมูลที่ดีที่สุด ระบบพัฒนาในลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น โดยมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบจำนวน 10 คน พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

อิศรียา บัวเรือง [5] ได้ศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกโปรโมชั่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่าน เว็บไซต์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการโทรให้ใกล้เคียงตามลักษณะของการใช้งานจริง อีกทั้งเพื่อลดความเสี่ยงในการชำระค่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีราคาสูง อันเนื่องมาจากการเลือกใช้โปรโมชั่นที่ไม่เหมาะสม ระบบนี้ใช้หลักการของตารางการตัดสินใจมาช่วยในการคิดคำนวณโปรโมชั่นให้แก้ผู้ใช้ สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานระบบ พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับดี

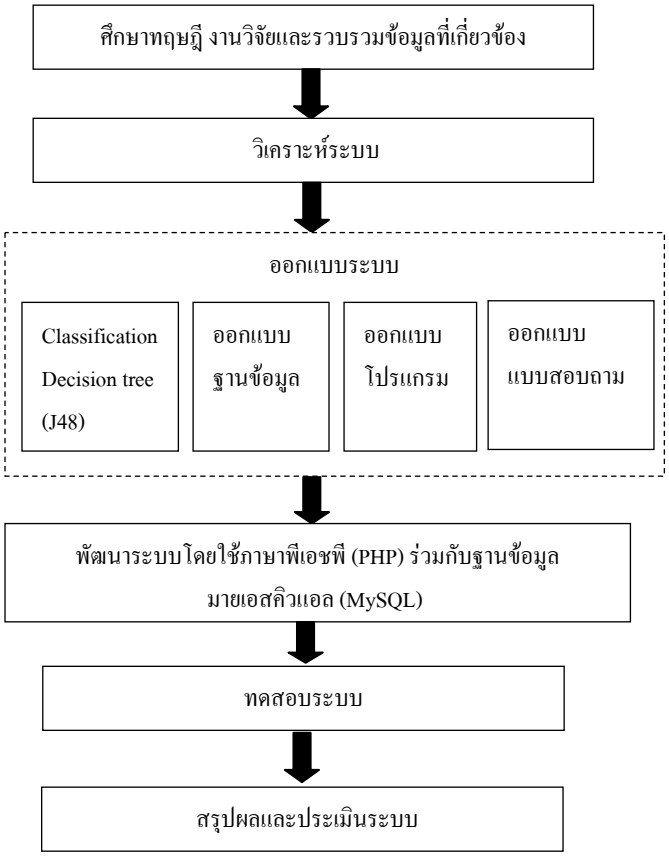
กิตติ โฉมฉาย และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ [6] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค โดยใช้เทคนิค Decision Tree Classification ระบบถูกพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น โดยให้ผู้ใช้ระบุความต้องการในการตัดสินใจเลือกซื้อ แล้วระบบจะแสดงผลการวิเคราะห์เป็นรุ่นต่าง ๆของคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานระบบพบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.12 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 และสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง

ชัดชัย [7] ได้ศึกษาการวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อจำแนกความผิด และเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธี ID3 กับขั้นตอนวิธี C4.5 ได้ใช้

ข้อมูลในการทดลองจำนวน 4,026 ผลการทดลองพบว่าต้นไม้ตัดสินใจที่สร้างจากขั้นตอนวิธี C4.5สามารถจำแนกความผิดได้ถูกต้องมากกว่าขั้นตอนวิธี ID3

3. วิธีดำเนินการ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบอย่างมีขั้นตอนดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1:ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

3.1 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลโทรศัพท์มือถือจากเว็บไซต์ siamphone.com โดยรวบรวมข้อมูลของโทรศัพท์มือถือทั้งหมด 5 ยี่ห้อ ได้แก่ 1) Acer 2) HTC 3) Nokia 4) Samsung และ5) Sony Ericsson ที่มีจำหน่ายตั้งแต่ปี 2009-2011 จำนวน 340 รุ่น มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

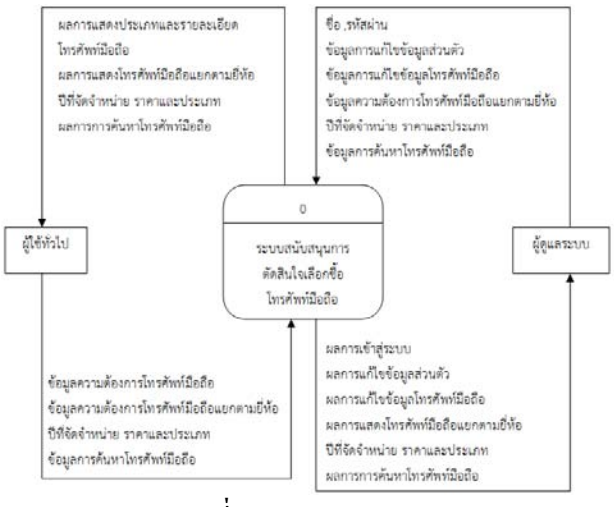
ข้อมูล	ค่าของข้อมูล
1. ข้อมูลประเภทของโทรศัพท์มือถือ	- Basic Phone - Smart Phone - Symbian Phone - PDA Phone - Multimedia Phone
ข้อมูล	**ค่าของข้อมูล**
2. ข้อมูลยี่ห้อของโทรศัพท์มือถือ	- Acer - HTC - Nokia - Samsung - Sony Ericsson
3. ข้อมูลราคาโทรศัพท์มือถือ	- ราคา 0 – 5,000 บาท - ราคา 5,001 – 10,000 บาท - ราคา 10,001 – 20,000 บาท - ราคาตั้งแต่ 20,001 บาท ขึ้นไป
4. ข้อมูลระบบเครือข่ายมือถือที่รองรับ	- รองรับระบบเครือข่าย 2G เพียงอย่างเดียว - รองรับระบบเครือข่าย 2Gและ3G
5. ข้อมูลหน้าจอ (Screen)	- TFT-LCD - AMOLED - S-LCD - Super Clear LCD - OLED - CSTN-LCD - IPS-LCD - Super AMOLED - Super AMOLED Plus - HD Super AMOLED - BRAVIA
6. ข้อมูลการรองรับการใช้งานระบบสัมผัส (Touch Screen)	- รองรับการใช้งาน - ไม่รองรับการใช้งาน
7. ข้อมูลระบบปฏิบัติการ (OS)	- ระบบปฏิบัติการ Windows Mobile Phone - ระบบปฏิบัติการ Symbian - ระบบปฏิบัติการ MeeGo - ระบบปฏิบัติการ Maemo - ระบบปฏิบัติการ Brew - ระบบปฏิบัติการ Bada - ระบบปฏิบัติการ Android

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ต่อ)

ข้อมูล	ค่าของข้อมูล
8. ข้อมูลการรองรับการใช้งานหน่วยความจำภายนอก (MicroSD)	- รองรับการใช้งาน - ไม่รองรับการใช้งาน
9. รองรับการใช้งานมัลติมีเดีย	- รองรับ Digital Camera, Video Recording, Video Player และ Music Player - รองรับ Digital Camera และ Music Player - รองรับ Video Player และ Music Player - รองรับ Music Player เท่านั้น - ไม่รองรับ
10. รองรับการใช้งานอินเตอร์เน็ต	- รองรับการใช้งาน - ไม่รองรับการใช้งาน
11. รองรับการใช้งานการรับ – ส่งข้อความ	- รองรับ SMS, MMS, Email และ Instant Messaging - รอรับ SMS, MMS และ Instant Messaging - รองรับ SMS, MMS และ Email - รองรับ Email และ Instant Messaging - รองรับ SMS และ MMS - รองรับ SMS เท่านั้น

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปสร้างโมเดลโดยใช้โปรแกรม Weka เวอร์ชั่น 3.7 โดยอัลกอริทึมที่เลือกใช้คือ J48

3.2 การวิเคราะห์ระบบและออกแบบระบบ เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ จากนั้นดำเนินการออกแบบระบบโดยแสดงแบบจำลองของระบบด้วย Context Diagram ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการทำงานของระบบที่นำเข้า และออกข้อมูลจากระบบ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: Context Diagram

3.3 การพัฒนาระบบ คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)

3.4 การทดสอบระบบ ใช้วิธีทดสอบระบบแบบ Black Box Testing โดยนำข้อมูลที่มีอยู่เข้ามาทดสอบในระบบ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขระบบ แล้วนำระบบนี้ไปให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ใช้จำนวน 30 คน ทดสอบฟังชันก์ต่าง ๆ ของระบบและประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบ

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

4.1.1 หน้าแรกแสดงเมนูต่างๆ ของระบบโดยรวมทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียด ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: แสดงเมนูต่างๆ ของระบบโดยรวม

4.1.2 หน้าแนะนำโทรศัพท์มือถือซึ่งมีรายละเอียด ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: หน้าแนะนำโทรศัพท์มือถือ

4.1.3 หน้าแสดงตัวอย่างการแนะนำโทรศัพท์มือถือ ซึ่งมีรายละเอียด ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5: ผลการแนะนำโทรศัพท์มือถือ

4.1.4 หน้าแสดงข้อมูลรายละเอียดโทรศัพท์มือถือดัง ภาพที่ 6

ภาพที่ 6: ข้อมูลรายละเอียดโทรศัพท์มือถือ

4.2 ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ 2: เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจ

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		ความหมาย
เชิงคุณภาพ	เชิงประมาณ	
ดีมาก	4.51-5.00	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดีมาก
ดี	3.51-4.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดี
ปานกลาง	2.51-3.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
น้อย	1.51-2.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อย
น้อยมาก	1.00 - 1.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

ตารางที่ 3: ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ผลการประเมินด้านความต้องการของผู้ใช้	4.03	0.52	ดี
2. ผลการประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ	4.23	0.69	ดี
3. ผลการประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.16	0.66	ดี
สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้	4.14	0.62	ดี

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างโมเดล คือ โปรแกรม Weka 3.7 พบว่าโมเดลการแนะนำโทรศัพท์มือถือมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 89.71% ระบบนี้ผู้ใช้งานถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้ทั่วไป และผู้ดูแลระบบ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ในทุกด้านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และค่าเบี่ยงแบนมาตรฐานโดยรวมทุกด้านเท่ากับ 0.62 สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ ในอนาคตควรพัฒนาให้ระบบให้สามารถแนะนำการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือให้ครอบคลุมแท็บเลต (Tablet) ด้วย เนื่องจากมีแท็บเลตหลายรุ่นหลายยี่ห้อที่มีคุณสมบัติในการใช้งานแบบโทรศัพท์ ซึ่งจะทำให้มีความน่าสนใจและครอบคลุมสำหรับคนที่ต้องการใช้งานแท็บเลตที่สามารถใช้งานแบบโทรศัพท์ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, “คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2550.

[2] M. H. S. Svetlana Vinnik, “Decision Support System for Managing Education Capacity”, 2003.

[3] Ian H. Witten and Eibe Frank , “ Data Mining: Practical Machine Learning Tools And Techniques” 3rd , 2011.

[4] สุวัลยา ศิริศิลป์ และกาญจนา วิริยะพันธ์, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกซื้ออสังหาริมทรัพย์ กรณีศึกษาที่ดิน จังหวัดอุบลราชธานี”, การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 4, 2551.

[5] อิศรียา บัวเรือง, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกโปรโมชั่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านเว็บไซต์”, สารนิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2552.

[6] กิตติ โฉมฉาย และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ, “การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คโดยใช้เทคนิค”,งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6, 2553.

[7] ชัดชัย แก้วตา, “การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ”, ภาควิชาคณิตศาสตร์สถิติและคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

แบบจำลองในการทำนายการใช้งานเว็บไซต์โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล
Web Prediction Model Using Data Mining Technique

ชญานิน วงษ์สนิท (Chayanin Vongsanit)[1] และ ภรัณยา อำมฤครัตน์(Paranya Ammaruekarat)[2]
กลุ่มโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]jhaja_narak@hotmail.com, [2]paranya@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล มาใช้ในการทำนายการเรียกใช้เว็บในอนาคต โดยการนำข้อมูลการใช้เว็บภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ซึ่งใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ทั้งนี้เป็นเทคนิคหนึ่งในการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้ ผลของการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลพบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำนายค่าความถูกต้อง จากแบบจำลอง เท่ากับ 71.1492 %

คำสำคัญ: ดาต้าไมนิ่ง ต้นไม้ตัดสินใจ พร๊อกซี่ เซิร์ฟเวอร์

Abstract

This research used data mining techniques for predicted web content using Proxy servers data sets of Nakhon Pathom Rajabhat University. In this case, we use classification techniques that it's Decision Tree. The result of experiment showed that model can predict correct 71.1492 %.

Keyword: Data Mining , Decision Tree , Proxy Server

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อินเตอร์เน็ต นั้นเป็นเทคโนโลยีอันดับต้นๆ ที่ผู้คนทั่วโลกให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก นั่นเป็นเพราะความรวดเร็วของเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนให้การทำงานของระบบต่างๆเกิดความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันพบว่าอินเตอร์เน็ตเข้ามามีความสำคัญกับการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น เปรียบเปรยได้ว่า เป็นดั่งลมหายใจกับอุปกรณ์สื่อสารทุกประเภท โดยกุญแจที่ทำให้ไขเข้าสู่โลกกว้างของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ก็คือ “เวิลด์ไวด์เว็บ” (World Wide Web)เพราะสิ่งนี้ทำให้ข้อมูลจำนวนมหาศาลหลั่งไหลเข้าหาผู้ใช้ได้อย่างง่ายดาย แต่ในขณะเดียวกันโลกของอินเตอร์เน็ตก็เต็มไปด้วยอันตรายที่ทำให้ผู้ใช้กดคลิกไปโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เพราะเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันที่ชื่อว่า พร๊อกซี่ (Proxy) มาควบคุมดูแล ข้อมูลที่ปลอดภัยและเดินทางมาหาผู้เรียกใช้ด้วยความรวดเร็ว คุณสมบัติของกระบวนการนี้ พร๊อกซี่เป็นผู้จัดการแทบทั้งสิ้น ซึ่งถ้าเปรียบการทำงานของพร๊อกซี่ให้เข้าใจได้ง่ายอาจเรียกได้ว่าเป็นเสมือนเลขานุการส่วนตัวของผู้ใช้ข้อมูล เพราะพร๊อกซี่จะคอยควบคุมดูแลข้อมูลการ เข้า-ออก ให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ แต่ทั้งนี้ข้อจำกัดของพร๊อกซี่คือ หากผู้ใช้แต่ละคนมีการเรียกข้อมูลมากจนเกินไปและประกอบกับขนาดของความจำที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอกับข้อมูลที่เข้ามา เป็นผลให้การทำงานเกิดความล่าช้าได้ เนื่องด้วยปัญหาที่พบดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำให้เกิดแนวคิดในการทำนายข้อมูลขึ้น ว่าจะมีการเรียกใช้งานอย่างไรต่อไปจากผู้ใช้ โดยนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาบูรณาการกับขั้นตอนวิธีของการทำนาย ซึ่งสามารถทำให้ลดปริมาณของข้อมูลที่เรียกเข้ามาในระบบ พร๊อกซี่ได้และเตรียมไว้สำหรับการเรียกใช้ครั้งถัดไป ประโยชน์ไม่เพียงแค่จะทำให้เกิดความรวดเร็วแล้วยังทำให้เกิดความเสถียรภาพและมั่นคงในระบบอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการจัดสรรพื้นที่ให้กับหน่วยความจำแคชบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่รวดเร็วมากขึ้น เพราะไม่ต้องโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอกที่มากจนเกินไป

1.2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองในการพยากรณ์แนวโน้มในการเรียกใช้งานเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

1.2.3 เพื่อนำแบบจำลองในการพยากรณ์มาประกอบการตัดสินใจในการจัดสรรพื้นที่ให้กับหน่วยความจำแคชบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 พร็อกซี่ เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server)

ในการเรียกใช้ข้อมูลผ่านระบบ “เวิลด์ไวด์เว็บ” (WWW : World Wide Web) โดยปกติ ข้อมูลจะถูกเรียกมาจากเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการโดยตรง ซึ่งจะพบว่า เมื่อมีผู้ใช้หลายๆ ราย เรียกใช้ข้อมูลเดียวกัน ข้อมูลจะถูกส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาให้กับผู้ใช้แต่ละราย โดยเป็นข้อมูลที่ซ้ำๆ กัน อันจะทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาที่ผู้ใช้ทุกคนจะต้องรอคอยการเรียกข้อมูลดังกล่าวเป็นเวลานาน และยังเป็นการใช้งานช่องสื่อสาร (bandwidth) ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด และมีราคาแพงมากไปโดยเปล่าประโยชน์

พร็อกซี่ เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server) คือ การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาตั้งเพื่อให้บริการแก่กลุ่มผู้ใช้ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และกำหนดให้ผู้ใช้ทุกคนเรียกใช้ข้อมูล WWW ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ โดยเครื่องดังกล่าวจะมีการติดตั้งโปรแกรมเพื่อทำหน้าที่เรียกข้อมูล WWW มาให้บริการแก่ผู้ใช้ และจัดเก็บข้อมูลที่เคยถูกเรียกนั้นไว้ ในเครื่อง เพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้ข้อมูลนั้นซ้ำ ได้ทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาไปเรียกข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลภายนอกมาใหม่ ซึ่งเทคนิคดังกล่าว จะทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่เคยมีผู้เรียกใช้มาก่อนได้รวดเร็วขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาไปเรียกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอกมาใหม่ อันจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

ขั้นตอนการทำงานของ Proxy Server เมื่อผู้ใช้ติดต่อ WWW ผ่าน Proxy Server เครื่องจะทำการตรวจสอบก่อน ว่ามีข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการอยู่ในเครื่องอยู่แล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่มีก็จะไปเรียกข้อมูลมาให้ใหม่ และจัดเก็บไว้ในเครื่องเพื่อคอยให้บริการแก่ผู้ใช้ครั้งต่อไป ถ้าพบว่ามี จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่มีอยู่กับแหล่งข้อมูลที่ต้องการ ว่ามีความทันสมัยตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันจะทำการส่งข้อมูลที่มีอยู่ในเครื่องไปให้ผู้ใช้ทันที แต่ถ้าไม่ตรงกัน Proxy จะไปดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลมาให้ใหม่ [1]

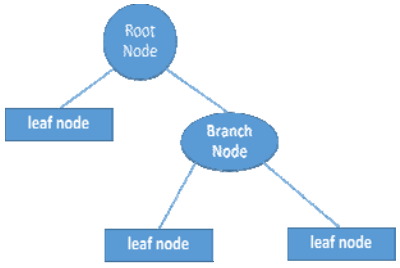
งานวิจัยนี้นำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ทั้งนี้เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งจากเทคนิคดังกล่าวเป็นการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เพื่อนำความรู้ต่างๆที่ได้จากสืบค้นข้อมูล มาสร้างระบบโดยสามารถหาแนวโน้มในอนาคต เช่น การทำนายการใช้เว็บในอนาคตโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล

เทคนิคเหมืองข้อมูลที่นำมาประยุกต์ในงานวิจัยนี้คือ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

การเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนกประเภท (Classification) ข้อมูลออกเป็นกลุ่ม (class) ต่างๆ โดยใช้คุณลักษณะ (attribute) ข้อมูลในการจำแนกประเภท ต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ทราบว่าคุณลักษณะใดเป็นตัวกำหนดการจำแนกประเภท และคุณลักษณะแต่ละตัวมีความสำคัญมากน้อยต่างกันอย่างไร [2]

อัลกอริทึมพื้นฐานของการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ คือ จะสร้างต้นไม้จากบนลงล่างแบบวนซ้ำ [3] ด้วยวิธีการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อยๆซึ่งรูปแบบของต้นไม้จะประกอบด้วยโหนดแรกสุดที่เรียกว่า Root Node จาก Root Node ก็จะแตกออกเป็นโหนดลูกและที่โหนดลูกก็จะมีลูกของตัวเองซึ่งโหนดในระดับสุดท้ายจะเรียกว่า Leaf Node ดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ตัวอย่างต้นไม้

จากภาพที่ 1 อธิบายได้ว่าเป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเงื่อนไขและลำดับการกระทำ ตั้งแต่เงื่อนไขแรกจนถึงเงื่อนไขสุดท้าย โดย Root Node และ Branch Node จะไปเงื่อนไข และ leaf node จะเป็นลำดับของการกระทำ

โดยอัลกอริทึมนี้จะใช้คำนวณจากสูตร ต่อไปนี้

$$\text{Entropy}(t_i) = 1 - \sum_{i=0} [p(t_i)] \log_2 p(t_i)$$

3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.1 จัดเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล

3.2 การสร้างฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบ

3.1 การเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการประสานงานขอข้อมูลการเข้าใช้งานเว็บไซต์ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จากเครื่องพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ โดยเลือกในช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555 ช่วงเวลา 11.00 – 13.00 ของทุกวัน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณการใช้งานอินเตอร์ของนักศึกษามากกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ โดยนำข้อมูลจากศูนย์คอมพิวเตอร์และนวัตกรรม สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เป็นกรณีศึกษา

3.1.1 ข้อมูลจาก พร็อกซี่ เซิร์ฟเวอร์

ข้อมูลไฟล์ log ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มีการจัดเก็บในรูปแบบของ Central log โดยมีรูปแบบของไฟล์จากภาพที่ 2 ดังนี้

```
Oct 1 11:00:02 igate-wifi squid3: 2012-10-01 11:00:02 137 10.1.39.205 TCP_MISS/200 29413 GET http://i4.ytimg.com/vi/3J-qJMisX-c/sddefault.jpg - DIRECT/173.194.38.174 image/jpeg
Oct 1 11:00:02 igate-wifi squid3: 2012-10-01 11:00:02 10249 10.1.40.232 TCP_HIT/200 224100 GET http://www.unseentravel.com/uploads/1fa15e.jpg - NONE/- image/jpeg
Oct 1 11:00:02 igate-wifi squid3: 2012-10-01 11:00:02 0 10.1.41.57 TCP_NEGATIVE_HIT/204 315 GET http://clients1.google.co.th/generate_204 - NONE/- text/html
```

ภาพที่ 2 : ตัวอย่างข้อมูล Central log ที่นำมาวิเคราะห์

การจัดการเตรียมข้อมูลได้ทำการแปลงข้อมูล จากไฟล์ log โดยใช้งานภาษาเชลล์ (Shell) ในการแปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล My SQL ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ใช้งานงานวิจัย และใช้ ภาษา PHP เป็นโปรแกรมย่อยในการจำแนกข้อมูลเป็นสามช่วงที่สำคัญ ดังนี้

prediction_day > สำหรับสร้างกลุ่มวันเพื่อวิเคราะห์

prediction _group > สำหรับจัดหมวดหมู่เว็บไซต์

prediction_cache > สำหรับสร้างกลุ่ม Class เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

prediction_day	prediction_group	prediction_cache
2	5	yes
2	4	yes
2	4	no
2	1	no
2	4	no
2	3	no
2	1	no
2	1	yes
2	4	yes
2	4	yes
2	2	no
2	1	no

ภาพที่ 3 : กลุ่มข้อมูลสำหรับวิเคราะห์

จากภาพที่ 3 อธิบายได้ว่า กลุ่มข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์นี้ เป็นกลุ่มข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองโดยจะอธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละคอลัมน์ดังนี้

prediction_day หมายถึง กลุ่มวันที่เป็นสัปดาห์ โดยกำหนดให้ เลข 1 เป็นวันอาทิตย์ เลข 2 เป็นวันจันทร์ เลข 3 เป็นวันอังคาร และ ไล่ตามลำดับไปจนถึงเลข 7 ซึ่งเป็นวันเสาร์

prediction_group หมายถึง กลุ่มของหมวดเว็บ รายละเอียดจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.1.2 ข้อมูลหมวดเว็บ

prediction_cache หมายถึง กลุ่มของ Class ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทดสอบโมเดล โดยค่าของข้อมูลประกอบด้วย 2 ค่า คือ Yes และ No ซึ่งคอลัมน์นี้เป็นคอลัมน์ที่สำคัญในการตอบจุดประสงค์ของการวิจัยว่า จะสังเกตและควบคุมดูแลข้อมูลการเรียกใช้งานเว็บจากผู้ใช้งานได้อย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ Cache บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ซึ่งค่า Yes และ No ที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นตัวชี้วัดได้ว่า มีข้อมูลใน Cache มากน้อยเพียงใด เพื่อเตรียมการพยากรณ์ข้อมูลและเตรียมการควบคุมดูแลต่อไปในอนาคต

โดยค่าความหมายของคำว่า Yes และ No ขออ้างถึงภาพที่ 2 เพื่อประกอบคำอธิบายดังนี้ จากภาพจะเห็นว่ามีค่า

TCP_MISS/200 TCP_HIT/200 และ TCP_NEGATIVE_HIT เป็นต้น ซึ่งคีย์เวิร์ดสำคัญของคำว่า HIT หมายถึงเป็นการพบข้อมูลเว็บไซต์ที่มีอยู่ใน Cache และได้ให้ความหมายสอดคล้องเพื่อรับกับการมีของข้อมูลใน Cache ว่า Yes และต่อมาคำว่า MISS นั้น หมายความว่า ไม่พบข้อมูลใน Cache จึงต้องไปเรียกเว็บไซต์จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์จากภายนอก จึงให้นิยามของเหตุการณ์นี้ด้วยคำว่า No เพราะไม่มีข้อมูลใน Cache

3.1.2 ข้อมูลหมวดเว็บ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดประเภทและแบ่งกลุ่มหมวดเว็บ ออกเป็น 7 กลุ่ม โดยอ้างอิงจากหนังสือการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ [4] และให้ความหมายประกอบ ดังนี้

1. Social & Life Style เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับชีวิตสังคมออนไลน์ สื่อสารสนเทศต่าง เช่น นิตยสารออนไลน์ หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ รวมไปถึง การดำเนินชีวิต การจับจ่ายซื้อสินค้า วัฒนธรรมประเพณี ศาสนา ความเชื่อ

2. Entertainments เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับความบันเทิง เช่น ศิลปินผู้มีชื่อเสียงทั้งในและต่างประเทศ ค่ายเพลงไทยและต่างประเทศ เพลง วีดีโอ ภาพยนตร์ วิทยุออนไลน์ เว็บไซต์วาไรตี้ รวมไปถึง บริษัทเกมส์ เกมส์ออนไลน์ เกมคอมพิวเตอร์ เกมส์แอพพลิเคชั่น

3. Education & Knowledge เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับ การศึกษา เช่น การศึกษาผ่านอินเตอร์เน็ต เอ็นทรานซ์ การศึกษาต่อต่างประเทศ ข้อมูลการศึกษาต่อ โรงเรียนในแต่ละภูมิภาค โรงเรียนนานาชาติ และด้านองค์ความรู้ต่างๆ เช่น เกษตรกรรม อวกาศ ดาราศาสตร์ ประวัตบุคคลสำคัญ พจนานุกรม สารานุกรม เว็บไซต์การศึกษา กฎหมาย คณิตศาสตร์ การคำนวณ พิพิธภัณฑ์ แบบสำรวจโพลต่างๆ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย พระราชประวัติ โครงการพระราชดำริ พยากรณ์อากาศสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า การเลี้ยงสัตว์ เพราะพันธุ์สัตว์ทุกประเภท รวมไปถึง บทประพันธ์ บทกลอนและกวี

4. Technology IT เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ด้านอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ด้านการถ่ายภาพเช่น คอมพิวเตอร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ Taplet PC ข่าวไอที ระบบเครือข่าย ภาษาคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรม ระบบปฏิบัติการ 3D แอนิเมชั่น โทรศัพท์ กล้องดิจิตอล ภาพถ่าย เทคโนโลยีการถ่ายภาพ ห้องแสดงภาพออนไลน์ การตกแต่งภาพ และรวมไปถึง ข้อมูลข่าวสารจากด้านอินเตอร์เน็ต เช่น ฟรีE-Mail ฟรีพื้นที่โฮมเพจ ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต Search Engine เว็บไซต์บริการค้นหาข้อมูล เว็บไซต์บริการหางานผ่านทางโลกออนไลน์ และท้ายสุดยานพาหนะ เช่น อะไหล่อุปกรณ์แต่งรถยนต์ จักรยาน ซื้อขายแลกเปลี่ยนรถยนต์,ตัวแทนจำหน่าย,อู่ซ่อม,ศูนย์ติดตั้งแก๊ส

5. Activities เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันหรือกิจกรรมสันทนาการต่างๆ เช่น ชีวจิต ศาสตร์ด้านโยคะ อาหาร พืชสมุนไพร โรงพยาบาล ศูนย์ความงาม ทัตกรรม คอนโด อพาร์ตเมนต์ วัสดุก่อสร้างแบบบ้านโครงการบ้านจัดสรร เครื่องสำอาง เครื่องประดับ เครื่องแต่งกาย อัญมณี แบบทรงผม อุปกรณ์กีฬา สโมสรฟุตบอล ข่าวกีฬา ฟิตเนส ภูมิภาคในแต่ละของประเทศไทยและต่างประเทศ บริษัทสายการบิน โรงแรม รีสอร์ท จองตั๋วงานแสดงหรือโปรแกรมทัวร์

6. Organization เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับหน่วยงานต่างๆ เช่น สถานฑูต สถานกงสุลกระทรวง กรม มูลนิธิ ชมรม องค์กรอิสระ สำนักนายกรัฐมนตรีรัฐวิสาหกิจ ทหาร ตำรวจ ทั้งนี้รวมไปถึง บริษัทแสวงผลกำไร เช่น การบัญชี ภาษี บริษัทด้านสื่อการโฆษณา ธนาคารและสถาบันการเงิน ธรุกิจSME ประกันภัยและประกันชีวิต,สินเชื่อบัตรเครดิต

7. No Group เป็นกลุ่มเว็บเกี่ยวกับ เว็บไซต์ที่ไม่สามารถจัดประเภทตามที่กล่าวมาข้างต้นได้และรวมไปถึงเว็บไซต์ที่ไม่สามารถเรียกใช้งานได้

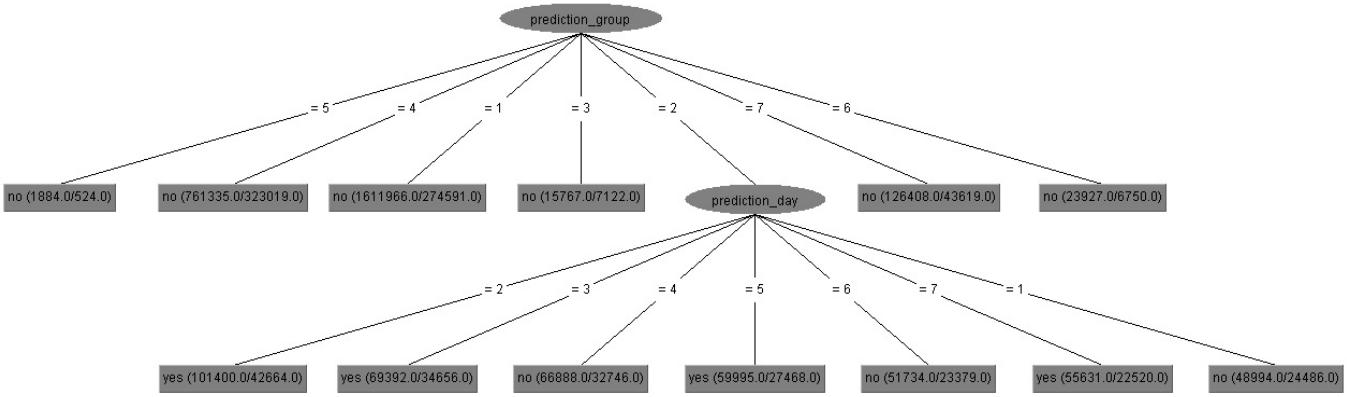
3.2 การสร้างฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบ

ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้และพัฒนาแบบจำลองคือไฟล์ข้อมูล Central log โดยข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญในการเลือกนำมาใช้วิเคราะห์แบบจำลองและได้ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล และข้อมูลที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น ได้แก่

- **วัน** : 2012-10-01

(จากรูปแบบของวัน ผู้วิจัยได้เปลี่ยนการมองวันมาเป็นแบบสัปดาห์)

- **ผลการทำงานจาก Proxy Server** : TCP_HIT/200
- **เว็บไซต์** : http:// ytimg.com/vi/3Jc/sddefault.jpg



ภาพที่ 6 : ภาพผังต้นไม้ตันสินใจจากการทดสอบของแบบจำลอง

id	prediction_day	prediction_group	prediction_cache	prediction_ip	day	time	month_s	http	web
16	2	4	no	10.1.19.159	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 1324 GET	googleads.g.doubleclick.net
17	2	7	no	10.1.19.101	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 370 GET	adadvisor.net
18	2	1	yes	10.1.19.101	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/302 885 GET	tmx.technoratimedia.com
20	2	2	yes	10.1.54.133	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/204 579 GET	s.youtube.com
21	2	6	no	10.1.19.218	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 404 GET	rts.sparkstudios.com
22	2	1	no	10.1.40.107	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 822 GET	0-jj-w.channel.facebook.com
23	2	2	no	10.1.19.106	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 9474 GET	www.youtube.com
24	2	4	yes	10.1.40.177	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/204 382 GET	www.google.co.th
25	2	2	no	10.1.39.160	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 2844 GET	toolbar.zynga.com
26	2	2	yes	10.1.40.55	1	11:00:02	Oct	TCP_HIT/200 687 GET h	toolbar.zynga.com
28	2	4	no	10.1.19.159	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 350 POST	i.ui.inmobi.com
29	2	2	no	10.1.40.177	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 814 POST	farm-th-fb.socialgamenet.com
30	2	1	no	10.1.39.221	1	11:00:02	Oct	TCP_MISS/200 805 POST	www.facebook.com
32	2	4	yes	10.1.19.159	1	11:00:03	Oct	TCP_MISS/404 1511 GET	googleads.g.doubleclick.net
34	2	4	no	10.1.40.177	1	11:00:03	Oct	TCP_MISS/200 947 GET	www.google.co.th
35	2	4	yes	10.1.19.101	1	11:00:03	Oct	TCP_MISS/302 829 GET	cm.g.doubleclick.net
36	2	4	no	10.1.41.201	1	11:00:03	Oct	TCP_MISS/200 346 GET	notify10.dropbox.com

ภาพที่ 4 : ข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการคัดแยกจากไฟล์ Central log

จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยจะเลือกใช้เพียง 3 คอลัมน์ที่สำคัญจากข้อมูลทั้งหมดสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง คือ คอลัมน์ prediction_day , prediction _group และ prediction_cache ดังภาพที่ 3 ที่เป็นกลุ่มข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ และจากภาพที่ 3 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าว มาวิเคราะห์กับแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจที่เป็นหนึ่งในวิธีของการทำเหมืองข้อมูล ทั้งนี้ได้ผลของแบบจำลอง ดังภาพที่ 5 นี้

```
=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances     2131148          71.1492 %
Incorrectly Classified Instances    864173          28.8508 %
Kappa statistic                          0.1428
Mean absolute error                      0.3763
Root mean squared error                  0.4338
Relative absolute error                 89.789  %
Root relative squared error             94.7573 %
Total Number of Instances          2995321

=== Detailed Accuracy By Class ===

               TP Rate   FP Rate   Precision   Recall  F-Measure   ROC Area  Class
                 0.174     0.059      0.556     0.174      0.265      0.682     yes
                 0.941     0.826      0.728     0.941      0.821      0.682     no
Weighted Avg.    0.711     0.597      0.676     0.711      0.654      0.682

=== Confusion Matrix ===
      a      b   <-- classified as
 155789  739557 |     a = yes
 124616 1975359 |     b = no
```

ภาพที่ 5 : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลอง

จากภาพที่ 5 สรุปผลจากแบบจำลองได้ค่าความถูกต้อง (Correctly) ของข้อมูลทดสอบเท่ากับ 71.1492 % ค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.597 ค่าความระลึก (Recall) เท่ากับ 0.676 และค่าความถ่วงดุล (F-Measure) เท่ากับ 0.711

จากภาพที่ 6 เป็นภาพผังต้นไม้ Decision Tree ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากแบบจำลอง โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

• ในกลุ่มวันหมวดเว็บที่ 1,3,4,5,6,7 ไม่มีข้อมูลของหมวดเว็บประเภทดังกล่าว อยู่ใน Cache จึงต้องไปเรียกข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ อาจส่งผลทำให้ปริมาณข้อมูลแบนด์วิธมีมากขึ้น

• ส่วนในกลุ่มหมวดเว็บที่ 2 สามารถจำแนกการตรวจพบของข้อมูลออกมาได้อีก โดยที่วันจันทร์,อังคาร,พฤหัสบดี และเสาร์ พบว่ามีข้อมูลอยู่ใน Cache แต่วันวันอาทิตย์,พุธและศุกร์ ไม่พบข้อมูลใน Cache

4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล โดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เพื่อนำประกอบการตัดสินใจและใช้ในการทำนายข้อมูลที่จะเกิดขึ้นภายใน Cache เพื่อดูประสิทธิภาพและความสามารถของ Proxy Server ว่ามีการใช้งานมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อเป็นการเฝ้าระวังปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ไม่ให้ระบบล่มลงได้ โดยผู้ความคุมดูแลจะทราบได้ว่า มีการเคลื่อนตัวเพียงใดของปริมาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบ และก่อให้เกิดการจัดการอย่างรัดกุมมากยิ่งขึ้น โดยแบบจำลองนี้จะช่วยในด้านการสังเกตการณ์ข้อมูลและดูความเป็นไปในอนาคตของข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์และเป็นการจำลองสถานการณ์ หากจะนำไปใช้จริงจำเป็นต้องมีการพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมและเสริมเข้ากับระบบพร็อกซี่

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (มปป.). **คู่มือการตั้งค่า Proxy**. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2556, ค้นจากเว็บไซต์ http://203.131.219.245/manual/set_proxy_Last.pdf

[2] นางสาวจิราพร วังหอม และคณะ. (มปป.). **การจำแนกประเภทด้วยต้นไม้ตัดสินใจ**. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2556, ค้นจากเว็บไซต์ home.kku.ac.th/wichuda/DMining/Sudent/DT.ppt

[3] ชิดชนก ส่งศิริ,ธนาวินท์ รักธรรมานนท์ และ กฤษณะ ไวยมัย. **เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุ** (Object Oriented Database Mining: A Novel Approach for Data Classification),มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ค้นจากเว็บไซต์ pindex.ku.ac.th/file_research/ooclassi_ncsec_6page.doc

[4] กองบรรณาธิการเน็ตดีไซน์ (2552). **คู่มือสำหรับนักท่องเว็บระดับเซียน The Best Web Hit** . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงเรียนอินเตอร์เน็ตและการออกแบบ NetDesign

การประยุกต์ใช้ Crowdmap ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว: กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

Crowdmap Web Application for Tourism: A Case study of Muang Songkhla

พงศธร พรหมพิชัย(Pongsathorn Promphichai)[1] และ ศิริรัตน์ วณิชโยบล(Sirirut Vanichayobon)[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[1]aithorn2527@amail.com. [2]E-mail: sirirut.v@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์ใช้ Crowdmap ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ตามแนวคิด Crowdsourcing โดยประยุกต์ใช้ Crowdmap ซึ่งเป็นโปรแกรม Open Source ของ Ushahidi ผู้ใช้ระบบสามารถทำการเพิ่มเติมข้อมูลแผนที่ ร้านอาหาร สถานที่ท่องเที่ยว โรงพยาบาล สถานีตำรวจ ผ่านทางสมาร์ทโฟน ทวิตเตอร์ อีเมล หรือเว็บไซต์ ผลการวิจัยพบว่า ระบบได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆทำให้สามารถตอบสนองความต้องการในการจัดเก็บข้อมูล ลดการใช้ทรัพยากรทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และแก้ปัญหาด้านการเข้ากันของระบบปฏิบัติการที่ต่างกัน

คำสำคัญ: Cloud Computing, Crowdsourcing, Crowdmap

Abstract

The objective of this research is to study and implement Crowdmap Web Application for Tourism. Muang Songkhla is used as a case study. Crowdmap is an open source software running on Ushahidi platform and provides tools to crowdsource information and display it on a map. Users are able to report information and its location such as restaurants, attractive places, hospital, and police stations directly in various methods (i.e., smart phone, twitter, e-mail or website). The results of our study show that Crowdmap Web Application for Tourism benefits Cloud Computing technology, responding the demand of information storage, reducing the use of hardware and software resources, and solving the problem of compatibility of different operating systems.

Keyword: Cloud Computing, Crowdsourcing, Crowdmap

1. บทนำ

จังหวัดสงขลาถือได้ว่าเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม มีสถานที่ท่องเที่ยวอยู่มากมาย เป็นจุดกำเนิดเรื่องราวมากมายที่น่าค้นหาความรู้หรือท่องเที่ยวเก็บเกี่ยวประสบการณ์ เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจในประวัติศาสตร์ ยกตัวอย่าง อ.เมือง สงขลา เต็มไปด้วยสถานที่สำคัญ ๆ หลายแห่ง เช่น พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติจังหวัดสงขลา หรือจะเป็นแหล่งของกินที่ขึ้นชื่อ ในการจัดทำเว็บไซต์หรือพัฒนาระบบเชิงท่องเที่ยวในการจัดเก็บข้อมูลสถานที่ต่าง ๆ นั้น สิ่งที่ผู้พัฒนาจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างในการพัฒนาระบบ เช่น ค่าเช่าซื้อและบำรุงรักษา Server เพื่อเก็บรักษาข้อมูล ค่าซอฟต์แวร์ลิขสิทธ์ ปัญหาการเข้ากับระหว่างอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ เป็นต้น และสิ่งที่ผู้พัฒนาควรจะพิจารณาอีกข้อคือข้อมูลที่ผู้พัฒนาหรือวิจัยลงพื้นที่เพื่อการเก็บข้อมูลเอง อาจใช้เวลานาน และยังต้องนำข้อมูลนั้นมาบันทึก หากเป็นเช่นนั้นข้อมูลที่ได้อาจจะไม่ได้มีความทันสมัยหรือเป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ Crowdmap ซึ่งเป็นโปรแกรม Open Source ของ Ushahidi ในการพัฒนาเว็บแอป

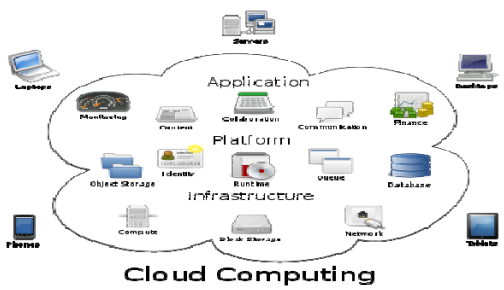
พลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยจะแสดงในรูปแบบของแผนที่โดยใช้แนวคิด Crowdsourcing กล่าวคือผู้ใช้สามารถรายงานข้อมูลท่องเที่ยว เช่น ร้านอาหาร สถานที่น่าสนใจหรือประทับใจ เป็นต้น ผ่านหน้าเว็บไซต์ ทวิตเตอร์ (twitter) อีเมล (e-mail) หรือ สมาร์ทโฟน

บทความนี้ประกอบด้วย 5 ส่วน โดยส่วนที่ 1 อธิบายถึง Cloud Computing, Crowdsourcing, Crowdmap และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนที่ 2 ตามลำ ดับ จากนั้นนำเสนอแผ่นที่ที่เรียกใช้บริการ Crowdmap ในส่วนที่ 3 ส่วนที่ 4 นำเสนอผลการพัฒนาระบบและส่วนที่ 5 เป็นบทสรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Cloud Computing

Cloud Computing [1] หรือการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือ การให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการจัดสรรทรัพยากรสารสนเทศ เช่น Network, Server, ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ พื้นที่และชุดคำสั่งประยุกต์ที่ทำงานบนอินเทอร์เน็ต ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ในรูปแบบของการบริการต่างๆ (as a Service) ให้แก่ผู้ใช้บริการ ซึ่งผู้ใช้บริการสามารถเลือกและเรียกใช้บริการเฉพาะสิ่งที่ต้องการผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ (ดูภาพที่ 1) และจ่ายค่าบริการต่างๆ ตามบริการที่ผู้ใช้ใช้บริการนั้นจริง เปรียบเสมือนกับการจ่ายค่าสาธารณูปโภค เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และค่าโทรศัพท์ที่ผู้ใช้ใช้ไปเท่าไหร่ก็จ่ายเท่านั้น ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถลดต้นทุนในทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องจัดหามาใช้ภายในองค์กรและลดความยุ่งยากในการบริหารจัดการและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 1: รูปแบบของ Cloud computing [1]

2.2 Crowdsourcing

Crowdsourcing [2] คือการระดมแนวความคิดจากพลังมวลชนเพื่อหาแนวคิดที่ดีที่สุดหรือเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด โดยอาศัยหลักการที่ว่า หลายหัวย่อมดีกว่าหัวเดียว ปัจจุบันมีการนำเอา Crowdsourcing มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างธุรกิจ การออกแบบผลิตภัณฑ์ การรายงาน การช่วยเหลือ การแนะนำ ฯลฯ โดยการอาศัยความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของคนที่อยู่ในเครือข่ายสังคมนั้น ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น Wikipedia.com เป็นเว็บไซต์ที่เป็นที่รวมตัวของมวลคนเพื่อช่วยกันเขียนและปรับปรุงสารานุกรมให้ครบถ้วนและทันสมัยที่สุดของโลกในขณะนี้ ภาพยนตร์เรื่อง Life In A Day [3] (ดูภาพที่ 2) เป็นภาพยนตร์ที่สร้างมาจากวีดีโอที่คนจาก 192 ประเทศส่งมา รวมแล้วมีจำนวนมากกว่า 80,000 เรื่อง เหตุการณ์ในโลกที่เกิดขึ้นภายในหนึ่งวันคือวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 conyac [4] เป็นบริการแปลภาษาจากพลังมวลชน (ผู้ใช้เข้ามาร่วมช่วยกันแปลภาษา) เน้นการแปลสื่อสารกันแบบสั้น ๆ เป็นครั้ง ๆ ไป เช่น การติดต่อเพื่อซื้อขายของ การส่งอีเมล เป็นต้น

ภาพที่ 2: ภาพยนตร์เรื่อง Life In A Day [3]

2.3 Crowdmap

Crowdmap [5] ถูกออกแบบและพัฒนาโดยกลุ่มคนที่สร้างระบบ Ushahidi [6] ซึ่งเป็นระบบที่ถูกพัฒนาภายใต้แนวคิด Crowdsourcing และ Cloud Computing และใช้ในการรองรับการรายงานข้อมูลภัยพิบัติธรรมชาติในรูปแบบแผนที่ ภาพที่ 3 แสดงแนวคิดของ Crowdmap

ผู้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสามารถติดตั้ง Crowdmap บนเซิร์ฟเวอร์ของตนเองหรือสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงเวลาพัฒนาและสถานที่ของเซิร์ฟเวอร์ (Server) และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดูแล

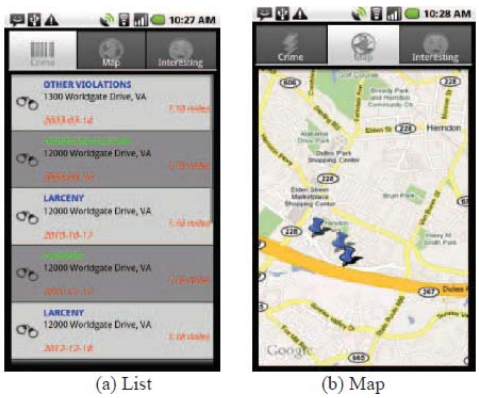
เซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีชื่อตามที่นักพัฒนากำหนดบนโดเมน crowdmap.com เช่น MyFirstApp. crowdmap.com เป็นต้น

ภาพที่ 3: แนวคิดของ Crowdmap [5]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Shazia Khan และคณะ[7] นำเสนอการใช้ Cloud Computing สำหรับประยุกต์ใช้ร่วมกับห้องสมุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของบริการที่ใช้ร่วมกันของข้อมูลและบริการสมาชิกทั่วไปและเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองความต้องการการใช้งานการจัดเก็บข้อมูล โดยได้ทำการหลีกเลี่ยงการใช้เซิร์ฟเวอร์หลายตัว ความล้มเหลวของการติดตั้งหรือปรับปรุงซอฟต์แวร์และปัญหาความเข้ากันของระบบปฏิบัติการต่างชนิดกัน

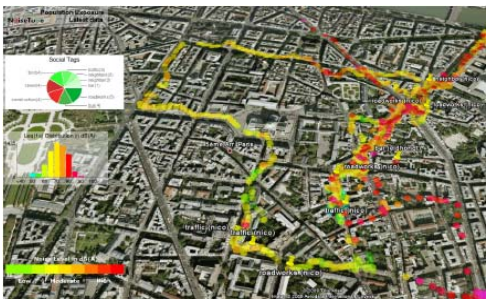
Sumit Shah และคณะ [8] ได้นำเสนอ CROWDSAFE ซึ่งเป็นระบบที่ให้มวลชนสามารถรายงานเหตุการณ์อาชญากรรมที่เกิดขึ้น ค้นหาเส้นทางที่ปลอดภัยผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่และคัดกรองเหตุการณ์อาชญากรรมที่เกิดขึ้น โดยแสดงในรูปแผนที่ (ดูภาพที่ 4)



(a) List (b) Map

ภาพที่ 4: CROWDSAFE บนสมาร์ทโฟน [8]

Matthias Stevens & Ellie D'Hondt [9] ได้นำเสนอ การใช้ Crowdsourcing ในการเก็บข้อมูลมลพิษทางเสียงจากการรายงานของมวลชนผ่านสมาร์ทโฟน ภาพที่ 5 แสดงแผนที่มลพิษทางเสียงในนครปารีส ประเทศฝรั่งเศส



ภาพที่ 5: แผนที่แสดงมลพิษทางเสียงได้จากการรายงานของมวลชนในนครปารีส ประเทศฝรั่งเศส [9]

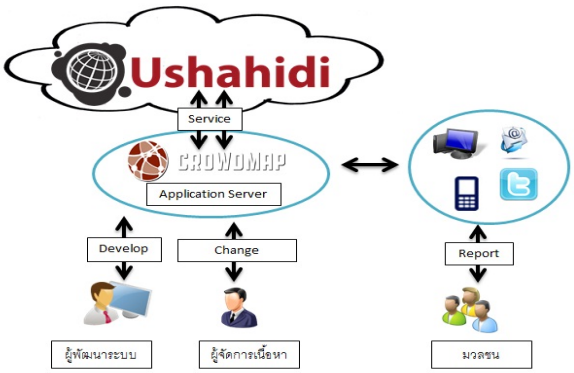
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบระบบ

ในการสำรวจหรือเก็บข้อมูลในการทำแผนที่ผู้พัฒนาต้องเสียเวลาลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลและเสียเวลาในการบันทึกหรือเพิ่มข้อมูลลงในระบบ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าข้อมูลที่ได้อาจมีข้อผิดพลาดหรือได้ข้อมูลที่ไม่เป็นปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้วิธี Crowdsourcing ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลโดยกลุ่มประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่หรือนักท่องเที่ยวที่อยู่ในพื้นที่นั้น ณ เวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งสามารถทำการรายงานข้อมูลไปยังแผนที่ของระบบ ผ่านทาง สมาร์ทโฟน ทวิตเตอร์ อีเมล หรือหน้าเว็บไซต์ของระบบ นอกจากนั้นยังสามารถแสดงความคิดเห็นผ่านบัญชีผู้ใช้ของ Facebook ข้อมูลและแผนที่จะถูกจัดเก็บไว้บน Cloud Storage ซึ่งสะดวกในการใช้งานและติดตั้ง ลดค่าใช่จ่าย ทั้งเรื่องค่าลิขสิทธิ์โปรแกรม ค่าบำรุงรักษา และเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา

3.2 สถาปัตยกรรมระบบ

สถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาโดยใช้แนวคิด Crowdsourcing แสดงในภาพที่ 6 มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ 1) Ushahidi เป็นผู้ให้บริการ Crowdmap และ 2) กลุ่มผู้ใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 6: สถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว

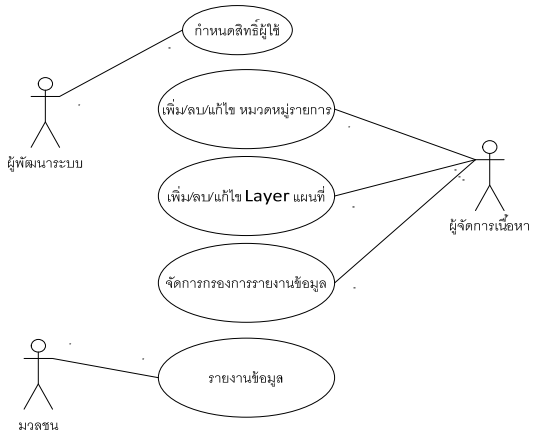
1. Ushahidi เป็น Open source และให้บริการการร้องขอ (Request) และจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบแผนที่ประเภท Cloud Computing บริการนี้มีชื่อเรียกว่า Crowdmap ซึ่งเป็นระบบสนับสนุนการเก็บข้อมูลจากมวลชน (Crowdsourcing Information) ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว

2. กลุ่มผู้ใช้งาน ประกอบด้วย (ดูภาพที่ 7)

- ผู้พัฒนาระบบ คือ ทำหน้าที่ในการจัดการเว็บไซต์ ดูแลระบบ กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้ รวมไปถึงการติดต่อกับ Ushahidi

- ผู้จัดการเนื้อหา คือ เพิ่ม/ลบชั้น Layer บนแผนที่ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข หมวดหมู่รายการ และ จัดการกรองข้อมูลรายงานจากผู้ใช้ที่รายงานเข้ามา

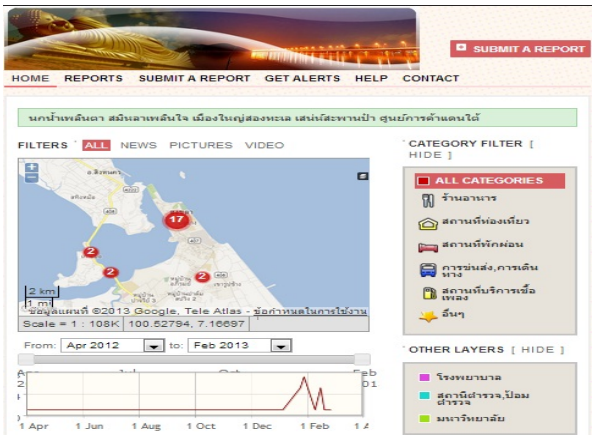
- มวลชน คือ ประชาชนและนักท่องเที่ยว ที่รายงานข้อมูลสถานที่ต่าง ๆ หรือสถานที่ที่ประทับใจ ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ สมาร์ทโฟน ทวิตเตอร์ หรือ อีเมล



ภาพที่ 7: แสดงขอบเขตการทำงาน

4. ผลการดำเนินงาน

เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาสามารถเข้าถึงได้จาก https://songkhlatravel.crowdmap.com/ ภาพที่ 8 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์

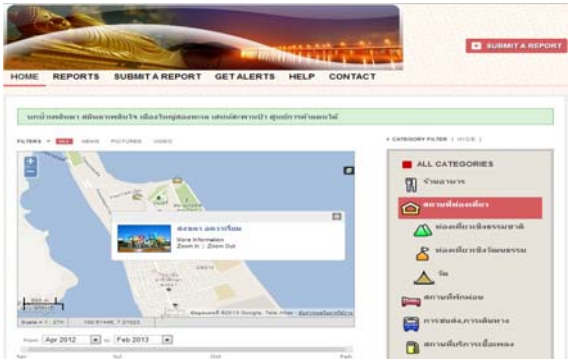


ภาพที่ 8: หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว

ระบบสนับสนุนการทำงาน ดังนี้

1.ดูตำแหน่งร้านอาหาร: ผู้ใช้สามารถดูตำแหน่งสถานที่ประเภทร้านอาหารได้ โดยในส่วนของร้านอาหารจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น ร้านอาหาร ร้านขนม และร้านกาแฟ โดยแต่ละประเภทจะถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น ร้านอาหารจะแทนด้วย ร้านขนมจะแทนด้วย ร้านกาแฟจะแทนด้วย ดังแสดงในภาพที่ 9 และกลุ่มของสถานที่ท่องเที่ยวจะแทนด้วย โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสถานที่ท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติจะแทนด้วย กลุ่มของสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจะแทนด้วย และวัดจะแทนด้วย ดังแสดงในภาพที่ 10 นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถได้รับรายละเอียดข้อมูลร้านอาหารหรือสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้โดยทำการคลิ้กเลือกที่สัญลักษณ์บนแผนที่ ดังแสดงในภาพที่ 9 และ10

ภาพที่ 9: ข้อมูลของร้านอาหาร



ภาพที่ 10: ข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว

2. การรายงานข้อมูล: ผู้ใช้สามารถรายงานข้อมูลได้หลายวิธี ดังนี้

- รายงานผ่านทางหน้าแรกของเว็บไซต์ โดยทำการเลือกที่ SUBMIT A REPORT ที่อยู่มุมขวาบน (ดูภาพที่ 8) จากนั้นมวลชนต้องทำการกรอกข้อมูล เช่น หัวข้อ ชื่อสถานที่หรือร้านอาหาร รายละเอียด เลือกหมวดหมู่ (ร้านอาหาร หรือสถานที่ท่องเที่ยว) รูปภาพและกำหนดพิกัดตำแหน่งของสถานที่หรือร้านอาหาร ดังแสดงในภาพที่ 11

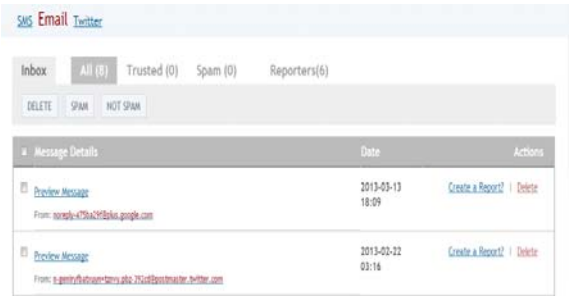
ภาพที่ 11: การรายงานข้อมูลผ่านหน้าเว็บไซต์

- รายงานผ่านทางอีเมล โดยกำหนดให้มวลชนใส่หัวข้อและรายละเอียดของรายงานแล้วส่งมาที่ travelsongkhla@gmail.com

- รายงานผ่านทางทวิตเตอร์ โดยกำหนดให้ผู้ใช้ใส่ #songkhlatravel

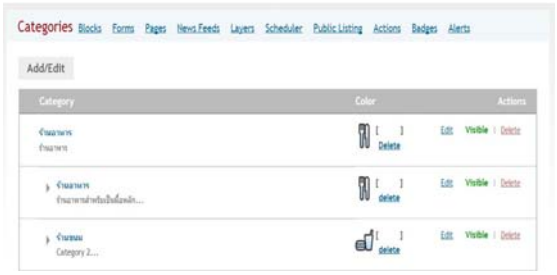
- รายงานผ่านสมาร์ทโฟน ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS หรือ Android

3.จัดการข้อมูลการรายงาน: ผู้จัดการเนื้อหา สามารถจัดการข้อมูลการรายงานของมวลชน ดังแสดงในภาพที่ 12 เช่น การกรองการรายงานเพื่อจะให้เป็นข้อมูลที่ขึ้นแสดงบนแผนที่ ทั้งที่ในส่วนที่แจ้งทางเว็บไซต์ อีเมล สมาร์ทโฟน หรือทวิตเตอร์



ภาพที่ 12: การจัดการรายงานข้อมูล

4. การเพิ่ม/ลบ/แก้ไข/หมวดหมู่: ผู้จัดการเนื้อหา สามารถจัดการหมวดหมู่ประเภทได้ โดยทำการใช้ชื่อประเภทหมวดหมู่รายการ ตามด้วยรายละเอียด ตามด้วยกำหนดสี และยังสามารถเพิ่ม ไอคอนได้อีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 13

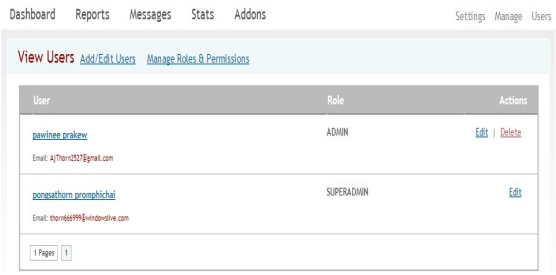


ภาพที่ 13: การเพิ่ม/ลบ/แก้ไข หมวดหมู่

5.การเพิ่มชั้น Layer ให้กับแผนที่: ผู้จัดการเนื้อหา สามารถเพิ่มชั้น Layer ให้กับแผนที่ได้ เพื่อจะระบุตำแหน่งสถานที่ที่สำคัญ ๆ เช่น โรงพยาบาล สถานีตำรวจ ป้อมตำรวจ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 14

ภาพที่ 14: การเพิ่ม/ลบ/แก้ไข ชั้น Layer

7. การกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้: ผู้พัฒนาระบบ นอกจากจะพัฒนาระบบแล้วสามารถกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานทั่วไป หรือผู้ดูแลระบบเนื้อหา ดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15: การจัดการผู้ใช้

5. สรุป

การประยุกต์ใช้ Crowdmap ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ระบบจะแสดงข้อมูลในรูปแบบของแผนที่ ซึ่งใช้บริการของ Ushahidi ที่เป็น open source และให้บริการการร้องขอ (Request) เพื่อจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบแผนที่ประเภท Cloud Computing ซึ่งเป็นระบบสนับสนุนการเก็บข้อมูลจากมวลชน (Crowdsourcing Information) ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว ระบบบนแผนที่จะแสดงข้อมูลสถานที่ต่างๆ ถูกแบ่งเป็นหมวดหมู่ สะดวกแก่ผู้ใช้ที่ค้นหาสถานที่และผู้ใช้สามารถรายงานข้อมูลมาเพื่อให้ข้อมูลแก่เว็บไซต์ได้ สามารถรายงานได้ทั้ง ทวิตเตอร์ อีเมล และสมาร์ทโฟน สามารถใช้ได้ทั้งระบบ iOS หรือ Android ได้อย่างสะดวก

เอกสารอ้างอิง

[1] P. Sasikala, "Cloud Computing Towards Technological Convergence", International Journal of Cloud Applications and Computing, Volume 1 Issue 4, October 2011

[2] M. Vukovic, J. Laredo, and S. Rajagopal, "Challenges and Experiences in Deploying Enterprise Crowdsourcing Service", Proceedings of the 10th International Conference on Web Engineering (ICWE'10), July 2010

[3] Life in a Day, ข้าถึงได้จาก: http://www.youtube.com/user/lifeinaday, [วันที่ค้นข้อมูล: 1 มกราคม 2556].

[4] Conyac, ข้าถึงได้จาก: https://conyac.cc/, [วันที่ค้นข้อมูล: 1 มกราคม 2556].

[5] C. Sarasua, E. Simperl, and N. F. Noy, "CrowdMap: Crowdsourcing Ontology Alignment with Microtasks", Proceedings of the 11th International Conference on The Semantic Web, November 2012.

[6] K. I. López Guillén, U. F. Mendoza, and L. W. Santos, "Crowdmap and Ushahidi: To Obtain and Visualize Traffic Congestion Information in Mexico City", Proceedings of the 4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science, November 2011.

[7] Shazia Khan, Saima Khan, SurrayaGalibeen, “Cloud Computing an Emerging Technology: Changing Ways of Libraries Collaboration”, Journal of Library & Information Science, Vol. 1, No. 2, December 2011, pp. 151-159.

[8] Sumit Shah, Fenye Bao, Chang-Tien Lu, Ing-Ray Chen, “CROWDSAFE: Crowd Sourcing of Crime Incidents and Safe Routing on Mobile Devices”, ACM SIGSPATIAL GIS’11, November 1-4, 2011, pp. 521-524.

[9] M. Stevens, and E. D’Hondt, “Crowdsourcing of Pollution Data using Smartphones”, UbiComp ’10, September 26- 29, 2010.

ระบบประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เอช ไอ วี โดยขั้นตอนวิธีการเอ็กซ์มีนส์
Risk Assessment System for HIV Infection by Using X-means Algorithm

จักริน สุขสวัสดิ์ชน (Jakkarin Suksawatchon)[1] และอุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน (Ureerat Suksawatchon)[2]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
[1]jakkaman@gmail.com, [2]ureerat.w @gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ที่พิจารณาจากพฤติกรรมของการมีเพศสัมพันธ์เป็นหลักร่วมกับปัจจัยแฝงอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 639 ตัวอย่างที่มีพฤติกรรมเสี่ยงมาสร้างเป็นตัวแบบในการประเมิน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์ เปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ โดยพบว่าผลจากการจัดกลุ่มด้วยวิธีการเอ็กซ์มีนจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ โดยได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมอยู่ที่ 14 กลุ่ม จากการประเมินความถูกต้องโดยพิจารณาผลการจัดกลุ่มกับข้อมูลทดสอบว่าตรงกับที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้าน HIV ระบุหรือไม่ พบว่ามีความถูกต้องในการจัดกลุ่มอยู่ที่ 82.14% นอกจากนี้ผู้วิจัยนำผลการจัดกลุ่มไปสร้างเป็นระบบประเมินความเสี่ยงโดยนำเสนอในรูปแบบของแอพพลิเคชั่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน และมีความเป็นส่วนตัวในการที่จะประเมินความเสี่ยงด้วย

คำสำคัญ: ระบบประเมินความเสี่ยง เอชไอวี เอ็กซ์มีนส์

Abstract

The objective of this paper is to develop the risk assessment system for HIV infection which is considered by sexual behaviors and other hidden factors. The technique used to develop this system is clustering analysis to cluster the risk persons approximately 639 instances. In this research, we use X-means algorithm and compare with K-means algorithms. The clustering result of X-means algorithm provides the better result than K-means algorithm. There are 14 groups and each group has different risk behaviors and levels. When testing with the testing data, we have found that the accuracy of classification is 82.14%. Besides, we apply the clustering model to develop the assessment system in form of web application. This system is convenience and privacy for risk assessment.

Keyword: Risk Assessment System, HIV, X-means

1. บทนำ

โรคเอดส์เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ที่ส่งผลกระทบทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และประเทศชาติ เนื่องจากเป็นโรคที่ยังไม่มียารักษาให้หายขาด และยังไม่มีวัคซีนที่จะสามารถป้องกันได้ผลอันเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งการที่คน ๆ หนึ่งจะเป็นโรคเอดส์ได้นั้น จะต้องได้รับเชื้อ HIV ที่อยู่ในสารคัดหลั่งของผู้มีเชื้อ เช่น น้ำเลือด น้ำเหลือง น้ำอสุจิ น้ำในช่องคลอด และน้ำนมแม่ โดยจะต้องผ่านช่องทางที่เข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง และสาเหตุหลักที่ทำให้คนไทยได้รับเชื้อ HIV ก็คือการมีเพศสัมพันธ์โดยไม่ป้องกันกับผู้ติดเชื้อ HIV ไม่ว่าจะเป็นชายกับชาย หรือชายกับหญิงก็ล้วนแต่มีโอกาสติดเชื้อได้ทั้งนั้น

ในปัจจุบันมีหลายๆหน่วยงานที่พยายามเข้ามาช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการระบาดของเชื้อ HIV โดยมีจุดมุ่งหมายให้จำนวนของผู้ติดเชื้อรายใหม่ลดลง แต่อย่างไรก็ตาม จากรายงานเกี่ยวกับผู้ป่วยเอดส์ของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขของไทย พบว่ายังมียอดผู้ติดเชื้อรายใหม่ในปี 2554 สูงถึง 10,000 รายซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่มากเลยทีเดียว และผู้ป่วยเอดส์ส่วนใหญ่ก็เป็นผู้ที่อยู่ในช่วงวัยทำงานและวัยเจริญพันธุ์ คือช่วงอายุระหว่าง 15-59 ปีนั่นเอง [1]

ปัญหาหลักที่ยังคงมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้นน่าจะมาจากสาเหตุที่ขาดความรู้ความเข้าใจ และจากการสอบถามแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน HIV ของคลินิคแห่งหนึ่ง ยังพบว่าในแต่ละวันจะมีคนโทรศัพท์เข้ามาเพื่อปรึกษาเกี่ยวกับ HIV จำนวนมาก

โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นบุคคลที่ได้ไปมีพฤติกรรมเสี่ยงมาแล้วเกิดความวิตกกังวล ไม่สบายใจ อยากรู้ว่าตัวเองมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV หรือไม่ แต่ก็ไม่กล้าที่จะไปปรึกษาแพทย์ตามสถานพยาบาลทั่วไป เพราะความอาย ความกลัว ความวิตกกังวล กินไม่ได้นอนไม่หลับ กลัวคนอื่นจะรู้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่ว่า ถ้ามี "*ระบบประเมิน*" ให้บริการข่าวสารทางด้านการแพทย์รวมไปถึงการถามคำถามเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ด้วยตนเอง พร้อมทั้งคำแนะนำในการปฏิบัติตัวและยังทราบได้อีกว่าตนเองเสี่ยงมาจากปัจจัยใด ก็น่าทำให้บุคคลที่มีพฤติกรรมเสี่ยงสามารถวิเคราะห์หรือประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ได้ในระดับหนึ่ง

ปัจจุบันงานวิจัยทางการแพทย์ที่เกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV มีอยู่หลายงานวิจัย เช่น งานวิจัยของ Koblin BA และคณะ [2] ที่วิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ในกลุ่มชายรักชาย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 4,295 คน โดยเป็นคนที่ยังไม่ติดเชื้อหรือผลเลือดเป็นลบ จาก 6 เมืองในสหรัฐอเมริกา ในการคัดกรองใช้โปรแกรม ACASI และใช้การวิเคราะห์ทางสถิติที่เรียกว่าสมการถดถอยในการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ในกลุ่มตัวอย่างมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV จากการมีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนหลายคนถึง 32.3% ส่วนอีกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาปัจจัยเสี่ยงเช่นกันคือ งานวิจัยของ Maevel de Mello และคณะ [3] ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ทำเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อHIV ในกลุ่มชายรักชายประเทศบราซิล ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการที่เรียก Respondent-Driven Sampling หรือ RDS ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในทางระบาดวิทยา เหมาะกับกลุ่มข้อมูลที่เข้าถึงยาก ส่วนการประเมินความเสี่ยงนั้นใช้การตอบแบบสอบถามผ่านโปรแกรม ACASI และวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้ซอฟต์แวร์ RDSAT ของมหาวิทยาลัย Cornell ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งผลการประเมินทำให้ทราบว่ามีกลุ่มตัวอย่างมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV มาจากปัจจัยหลักใดบ้าง

นอกจากนี้ยังมีการนำงานวิจัยมาสร้างเป็นเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงในรูปแบบเว็บไซต์ ตัวอย่างเว็บ http://www.medindia.net/patients/calculators/hiv-risk-calculator.asp ที่นำงานวิจัยของ Vincent T DeVita Jr. และคณะ [4] มาสร้างเป็นแบบประเมินบนเว็บที่ให้บริการข่าวสารทางด้านการแพทย์รวมไปถึงการถามคำถามเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ซึ่งประกอบไปด้วย 9 คำถามอย่าง ซึ่งผลการประเมินจะบอกได้แค่ว่า อาจจะเสี่ยง หรือ อาจไม่เสี่ยง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเสี่ยงมาจากปัจจัยหลักปัจจัยใด

1.1 แนวคิดโดยรวมของงานวิจัย

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นคณะผู้วิจัยเกิดความสนใจในประเด็นปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้คือเว็บไซต์หลายเว็บที่สร้างเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIVโดยใช้ผลการวิจัยจากงานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นจะประเมินความเสี่ยงเพียงว่า "อาจจะเสี่ยง" หรือ "อาจจะไม่เสี่ยง" แล้วแนะนำให้ผู้ตอบแบบสอบถามไปตรวจเลือดเพื่อความแน่ใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามอาจมีความเสี่ยงมาจากปัจจัยใด และควรปรับพฤติกรรมอย่างไร ดังนั้นคำถามคือ *"จะรู้ได้อย่างไรว่าความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV มาจากปัจจัยใดบ้าง*"

นอกจากงานวิจัยที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ยังมีงานวิจัยทางด้านการแพทย์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIVก็มีด้วยกันอยู่หลายงานวิจัย [5,6,7,8,9,10,11] แต่งานวิจัยดังกล่าวนั้นเน้นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นชายรักชาย เนื่องจากมีจำนวนมากขึ้นในปัจจุบัน แต่สำหรับในประเทศไทยกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV มีด้วยกันหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มชายรักชาย ผู้หญิงที่ขายบริการทางเพศ สาวประเภทสอง ซึ่งต่างพื้นที่กันก็มีผลทำให้ปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ต่างกันได้เช่นกัน นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นใช้เพียงบางปัจจัย ตัวอย่างเช่นพิจารณาจากจำนวนคู่นอนเพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีการวิเคราะห์ชนิดคู่นอนว่าเป็นคู่นอนประจำ หรือคู่นอนชั่วคราว ซึ่งคู่นอนประจำจะมีความเสี่ยงน้อยกว่า และงานวิจัยดังกล่าวไม่ได้ใช้ความถี่ในการมีเพศสัมพันธ์รวมทั้งปัจจัยเรื่องโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์มาพิจารณาความเสี่ยงร่วมด้วย ซึ่งทำให้งานวิจัยดังกล่าวไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับการวิเคราะห์หรือประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ในประเทศไทย

แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวสามารถนำเทคนิคการ "วิเคราะห์กลุ่มข้อมูล (Clustering Analysis)" มาประยุกต์ใช้โดยการนำข้อมูลตัวอย่างมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งผลการจัดกลุ่มทำให้ทราบว่าข้อมูลตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีพฤติกรรมหรือ

มีปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ที่คล้ายกัน จากนั้นผู้วิจัยจะนำกลุ่มข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์ต่อไปเพื่อหาว่าปัจจัยเสี่ยงใดในแต่ละกลุ่มที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ซึ่งในการที่จะพิจารณาว่าแต่ละกลุ่มเป็นกลุ่มที่เสี่ยงมาจากปัจจัยใดหรือมีความโดดเด่นในปัจจัยบ้าง มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV กี่ปัจจัยนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลอ้างอิงจากงานวิจัยต่างประเทศที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นมาเป็นแนวทางในการพิจารณา พร้อมทั้งให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้าน HIV เป็นผู้ตรวจสอบความน่าเชื่อถืออีกด้วย จากนั้นผู้วิจัยจึงนำผลของการจัดกลุ่มไปจัดทำเป็นเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ให้กับผู้ตอบแบบสอบถาม ทำให้รู้ว่าตัวเขาจัดอยู่ในกลุ่มใด มีความเสี่ยงจากปัจจัยใดบ้าง และยังเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจอื่นที่อยากรู้ว่าตัวเองมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตในปัจจุบันที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV หรือไม่ พร้อมทั้งมีคำแนะนำวิธีการปฏิบัติตัวหลังจากรู้ผลการประเมินความเสี่ยงได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ [12]

เคมีนส์คือหนึ่งในวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน และเป็นการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มที่รู้จักกันทั่วไป โดยขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์จะแบ่งข้อมูลออกเป็น K กลุ่ม โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่ม K กลุ่ม และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจำนวน K กลุ่มแบบสุ่ม
2. นำข้อมูลทั้งหมดจัดเข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางที่อยู่ใกล้วัตถุนั้นมากที่สุด โดยคำนวณจากการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลที่น้อยที่สุด ในที่นี้จะใช้มาตรวัดยูคลิด (Euclidean Metric)
3. คำนวณจุดศูนย์กลาง K จุดใหม่ โดยหาจากค่าเฉลี่ยข้อมูลทุกตัวที่อยู่ในกลุ่ม
4. ทำซ้ำในข้อ 2. จนกระทั่งจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลง

2.2 การจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์

Dan Peeleg และ Addrew Moore [13] ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์ (X-means Algorithm) เพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ เนื่องจากเคมีนส์นั้นมีปัญหาในเรื่องของการกำหนดจำนวนกลุ่ม (K) ที่ต้องกำหนดโดยผู้ใช้ ดังนั้นหากผู้ใช้ไม่มีความรู้จึงเป็นการยากที่จะรู้ว่าจำนวนกลุ่มเท่าไหร่จึงจะเหมาะสมกับข้อมูล เนื่องจากข้อมูลแต่ละชุดจะมีคุณลักษณะที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์จะให้ผู้ใช้กำหนดช่วงของจำนวนกลุ่มที่ต้องการ เช่น อยู่ในช่วง 2 กลุ่ม (จำนวนกลุ่มที่น้อยที่สุด) ถึง 20 กลุ่ม (จำนวนกลุ่มที่มากที่สุด) จากนั้นการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์จะแบ่งกลุ่มจนกระทั่งได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมภายในช่วงที่กำหนด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอน Improve-Params เป็นขั้นตอนของการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนส์
2. ขั้นตอน Improve-Structure เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบว่าในแต่ละกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนแรกนั้นสามารถที่จะแบ่งกลุ่มต่อไปอีกได้หรือไม่ โดยใช้ตัววัดที่เรียกว่า BIC (Bayesian Information Criterion) และ AIC (Akaike Information Criterion)
3. ตรวจสอบค่า K ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 นั่นคือถ้าค่า K มากกว่าค่า Max ให้หยุดการทำงาน แต่ถ้า ค่า K ยังไม่เกินค่า Max ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 1

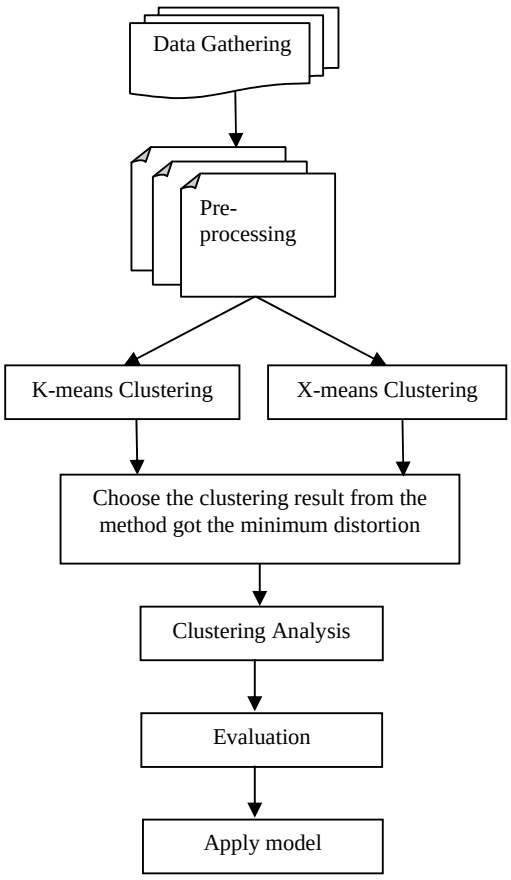
3. วิธีการที่นำเสนอ

ภาพการทำงานโดยรวมเป็นดังภาพที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม (Data Gathering)

งานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากคลินิคแห่งหนึ่งโดยการให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นคนไทยมีอายุระหว่าง 18-50 ปี เป็นชาย 248 คน หญิง 165 คน และสาวประเภทสอง 226 คนโดยเป็นกลุ่มที่ทำงานในพื้นที่เมืองพัทยา จ. ชลบุรี ซึ่งคำถามสำคัญๆจะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเสี่ยงใน

การติดเชื้อ HIV เช่น ข้อมูลด้านการมีเพศสัมพันธ์ การใช้ยาเสพติด เป็นต้น



ภาพที่ 1 : ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 การจัดเตรียมข้อมูล (Pre-processing)

ในขั้นตอนของการจัดเตรียมข้อมูลจะเป็นการสกัดเอาคุณลักษณะเด่นของข้อมูล โดยเลือกเอาเฉพาะคุณลักษณะ (Attributes) ที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV เท่านั้น โดยพิจารณาจากงานวิจัยทางการแพทย์ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแปลงข้อมูลจากตัวอักขระให้เป็นตัวเลขเพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยในการเลือกคุณลักษณะนั้นเนื่องจากเป็นข้อมูลเฉพาะด้าน จึงจำเป็นต้องใช้แพทย์และนักวิจัยที่เชี่ยวชาญทางด้าน HIV ซึ่งสามารถแสดงคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ได้ทั้งหมด 72 คุณลักษณะ โดยผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการแทนค่าระดับความเสี่ยงเพียงจำนวน 3 คุณลักษณะดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างการแทนค่าระดับความเสี่ยง

Attribute Name	Description	Original Value	Convert to
Gender	เพศ	Male	1
		Female	2
		Transgender	3
STCAT2F	ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนประจำเพศหญิงหรือไม่	No	0
		Yes	1
		Don't know	10
		Refuse to Answer	11
NBRSTF	ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนประจำเพศหญิงกี่คน	1-2 partners	1
		3-10 partners	2
		More than 10 partners	3
		Don't know	10
		Refuse to Answer	11
		Skipped	0

3.3 ขั้นตอนการจัดกลุ่ม (Clustering)

เป็นการนำข้อมูลตัวอย่างที่ผ่านในขั้นตอนที่ 3.2 มาจัดกลุ่ม ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล 2 เทคนิค คือ ขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์และขั้นตอนวิธีการแบบเอ็กซ์มีนส์ โดยทำการทดลองตั้งแต่จำนวน 2 กลุ่ม ถึง 16 กลุ่ม

ตารางที่ 2: ผลการทดลองด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์

k	10	11	12	13	**14**	15	16
Distortion	702.64	708.45	690.72	675.01	**655.02**	674.10	653.78

ตารางที่ 3: ผลการทดลองด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์

Seed	Min Clusters	Max Clusters	จำนวนกลุ่มที่ได้	Distortion
2	2	16	14	543.554654
5	2	16	13	547.082603
10	2	16	10	560.839225
15	2	16	14	541.680128
16	2	16	13	549.507960
20	2	16	12	548.953354
25	2	16	13	545.110609

ตารางที่ 2 และ 3 เป็นการกำหนดพารามิเตอร์ที่สำคัญของขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์และเอ็กซ์มีนส์ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ เนื่องจากขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์ ให้ค่าความผิดพลาด (Distortion) ที่น้อยกว่า ภายใต้เงื่อนไขจำนวนค่า

K ที่เท่ากัน ดังนั้นผลการจัดกลุ่มด้วยวิธีการแบบเอ็กซ์มีนส์ให้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมอยู่ที่ 14 กลุ่ม โดยให้ค่าความผิดพลาดที่ 541.68 ในขณะที่การจัดกลุ่มแบบเคมีนส์จะให้ค่าความผิดพลาดที่ 655.02

3.4 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล (Clustering Analysis)

ในการวิเคราะห์ถึงคุณลักษณะของแต่ละกลุ่มว่ามีความโดดเด่นในปัจจัยบ้าง มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV กี่ปัจจัยนั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาจากงานวิจัยทางการแพทย์เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ร่วมกับการพิจารณาจากข้อมูลที่อยู่ในแต่ละกลุ่มว่าข้อมูลโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มไปทางปัจจัยใด แล้วจึงสรุปพฤติกรรมของแต่ละกลุ่มออกมา ตารางที่ 3 เป็นตารางสรุปอันดับความเสี่ยงและภาพรวมคุณลักษณะของแต่ละกลุ่ม โดย M= ชาย, F=หญิง, TG=สาวประเภทสอง, MSM = ชายรักชาย, CD=Condom (ถุงยางอนามัย), STI = โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ จากนั้นจึงนำผลสรุปจากตารางที่ 4 นี้มาวิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมอย่างละเอียดของแต่ละกลุ่ม แต่เนื่องจากแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างเพียงหนึ่งกลุ่มเท่านั้น ดังนี้

ตารางที่ 4: อันดับความเสี่ยงและภาพรวมคุณลักษณะของแต่ละกลุ่ม

ลำดับที่ของความเสี่ยง	กลุ่มที่	คุณลักษณะเด่นของกลุ่ม		
		เพศ	มีคู่นอนเป็นเพศ	จำนวนปัจจัยเสี่ยง
1	8	M	M, F, TG	24
2	1	M	M, F, TG	20
3	12	M	M (MSM)	15
4	7	M	M, F, TG	16
5	11	F	M	12
6	10	TG	M	9
7	13	F	M	9
8	9	TG	M, TG	9
9	14	F	M	6
10	4	TG	M	5
11	6	TG	M	2
12	5	TG	M	2
13	3	M	M (MSM)	2
14	2	M	F	2

ตัวอย่างลักษณะความเสี่ยงของกลุ่มที่1 ประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 31 ตัวอย่าง โดยกลุ่มนี้ส่วนมากเป็นเพศชาย มีเพศสัมพันธ์ทั้งกับหญิง และกับชายด้วยกันเอง และกับสาวประเภทสอง ในทางการแพทย์จะเรียกว่ากลุ่มรักสองเพศ (Bi-Sexual) นอกจากนี้กลุ่มนี้มีจำนวนคู่นอนหลายคน โดยมีคู่นอนประจำหญิง, คู่นอนชั่วคราวหญิง, ลูกค้าหญิง, คู่นอนประจำชาย , คู่นอนชั่วคราวชาย, ลูกค้าชาย ซึ่งมากกว่า 10 คน และยังมีคู่นอนที่เป็นสาวประเภทสองแต่จำนวนไม่มาก 1-2 คน มีการใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้ง กลุ่มนี้จึงมีความเสี่ยงสูงเนื่องจากไม่ได้ป้องกันทุกครั้งที่มีเพศสัมพันธ์ และยังเป็นกลุ่มที่ขายบริการให้กับหญิง, ขายบริการให้กับชาย, ขายบริการให้กับสาวประเภทสอง แต่กลุ่มนี้จะซื้อบริการเฉพาะกับหญิงเท่านั้น โดยสามารถสรุปปัจจัยที่มีความเสี่ยงได้ 20 ข้อดังนี้

1. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนชั่วคราวหญิง มากกว่า 10 ครั้ง
2. ใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้งกับคู่นอนชั่วคราวหญิง
3. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับลูกค้าหญิงจำนวนมากกว่า 10 คน
4. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับลูกค้าหญิงมากกว่า 10 ครั้ง
5. ใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้งกับลูกค้าหญิง
6. เคยได้รับเงินเพื่อแลกกับการมีเพศสัมพันธ์กับหญิง (ขายบริการให้หญิง)
7. เคยจ่ายเงินเพื่อแลกกับการมีเพศสัมพันธ์กับหญิง (ซื้อบริการจากหญิง)
8. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับเพศหญิงหลังจากดื่มเหล้า เบียร์ หรือแอลกอฮอล์เป็นบางครั้ง
9. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนประจำชาย จำนวนมากกว่า 10 คน
10. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนประจำชาย มากกว่า 10 ครั้ง
11. ใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้งกับคู่นอนประจำชาย
12. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนชั่วคราวชาย จำนวนมากกว่า 10 คน
13. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับคู่นอนชั่วคราวชาย มากกว่า 10 ครั้ง

14. ใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้งกับคู่นอนชั่วคราวชาย

15. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับลูกค้าชายจำนวนมากกว่า 10 คน

16. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับลูกค้าชายมากกว่า 10 ครั้ง

17. ใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้งกับลูกค้าชาย

18. ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีเพศสัมพันธ์กับเพศชายหลังจากดื่มเหล้า เบียร์ หรือแอลกอฮอล์เป็นบางครั้ง

19. เคยได้รับเงินเพื่อแลกกับการมีเพศสัมพันธ์กับชาย (ขายบริการให้ชาย)

20. เคยได้รับเงินเพื่อแลกกับการมีเพศสัมพันธ์กับสาวประเภทสอง (ขายบริการให้สาวประเภทสอง)

<u>ตัวอย่างคำแนะนำสำหรับกลุ่มที่ 1</u>

เนื่องจากกลุ่มที่ 1 มีจำนวนคู่นอนหลายคน (Multiple Partners Sex) แต่มีการป้องกันไม่ดีนักเพราะใช้ถุงยางอนามัยเป็นบางครั้ง และกลุ่มนี้ยังมีความเสี่ยงจากพฤติกรรมของการขายบริการด้วย ดังนั้นข้อแนะนำเพื่อลดความเสี่ยงสำหรับกลุ่มนี้มีดังต่อไปนี้

1. ปรับพฤติกรรมการใช้ถุงยางอนามัยจากการใช้เป็นบางครั้งให้เป็นใช้ทุกครั้งที่มีเพศสัมพันธ์ ไม่ว่าจะเป็นคู่นอนประจำ, คู่นอนชั่วคราว หรือลูกค้าก็ตาม เพราะกลุ่มที่ 1 นี้มีคู่นอนหลายคนโอกาสติดเชื้อมีสูงมาก

2. แนะนำให้ไปปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับการขลิบอวัยวะเพศเพื่อลดความเสี่ยง เนื่องจากการขลิบจะทำให้ลดการสะสมของเชื้อโรคลงได้

3. การมีเพศสัมพันธ์หลังจากดื่มแอลกอฮอล์ แม้ว่าการดื่มแอลกอฮอล์จะไม่ได้เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV โดยตรง แต่ก็เป็นพฤติกรรมที่จะนำไปสู่การติดเชื้อได้ เนื่องจากคนที่เมาแล้วจะควบคุมสติไม่ได้ ขาดการยับยั้งชั่งใจ เกิดอารมณ์ทางเพศได้สูงกว่าคนปกติ และยังไม่ตระหนักในการใช้ถุงยางอนามัยด้วยเพราะขาดสติ ดังนั้นจึงควรค่อยๆลดการดื่มแอลกอฮอล์ลง

4. พฤติกรรมการขายบริการนั้นเนื่องจากด้วยอาชีพที่ต้องขายบริการ โอกาสในการมีเพศสัมพันธ์จึงมีมากกว่าอาชีพอื่นๆ ดังนั้นจึงควรเน้นการมีเพศสัมพันธ์อย่างปลอดภัยโดยการใช้ถุงยางอนามัยทุกครั้งที่มีเพศสัมพันธ์ และการใช้สารหล่อลื่นซึ่งจะต้องเป็นสารหล่อลื่นชนิดที่ละลายกับน้ำได้ ห้ามใช้โลชั่นหรือวาสลิน หรือสารที่มีส่วนประกอบของน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันจะทำปฏิกิริยากับถุงยางอนามัยจะมีผลให้ถุงยางอนามัยแตกหรือฉีกขาดได้ และไม่ควรสวมถุงยางอนามัย 2 ชั้น ไม่ควรใช้ถุงยางอนามัยชายคู่กับถุงยางอนามัยหญิง (Female condom) เพราะจะทำให้ถุงยางอนามัยเกิดการเสียดสีและฉีกขาดได้

5. เพื่อประสิทธิภาพของการป้องกันควรเลือกใช้ถุงยางอนามัยที่มีขนาดพอดี ดูวันเดือนปีที่หมดอายุ ซึ่งโดยปกติตามท้องตลาดในเมืองไทยจะมีขนาดให้เลือก เช่น 49 มิลลิเมตร , 52 มิลลิเมตร, 54 มิลลิเมตร, 56 มิลลิเมตร และในกรณีที่ถุงยางอนามัยแตกหรือฉีกขาดระหว่างที่มีเพศสัมพันธ์ จะต้องรีบหยุดการมีเพศสัมพันธ์ทันทีโดยรีบถอนสมอแล้วทำความสะอาดร่างกายทันที จากนั้นให้รีบไปปรึกษาแพทย์เพื่อประเมินความเสี่ยง เพราะไม่ใช่แค่ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV เท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงความเสี่ยงต่อการตั้งครรภ์ด้วย (ในกรณีที่คู่นอนเป็นเพศหญิง)

6. เพื่อเป็นการเพิ่มความระมัดระวังในระหว่างมีเพศสัมพันธ์ถ้าเป็นไปได้ควรเปิดไฟบ้างเล็กน้อยเพื่อให้สามารถมองเห็น หรือรับรู้ได้ว่าถุงยางอนามัยยังอยู่ในสภาพปกติไม่แตก ไม่ฉีกขาด และถ้าหากเป็นกรณีที่เสร็จช้าก็ควรจะมีการตรวจสอบถุงยางอนามัยเป็นระยะ หรืออาจจะมีการเปลี่ยนถุงยางอนามัยชิ้นใหม่ระหว่างทางได้

7. ในกลุ่มที่ขายบริการนั้น กรณีที่ลูกค้าไม่ยอมให้ใช้ถุงยางอนามัยเราสามารถที่จะปฏิเสธการมีเพศสัมพันธ์ได้ เพื่อปกป้องตัวเอง

8. สำหรับผู้ที่แพ้ถุงยางอนามัย ก็ควรที่จะลองเปลี่ยนยี่ห้อ เปลี่ยนรุ่น เปลี่ยนสี เปลี่ยนกลิ่น หรือถ้าเปลี่ยนแล้วยังไม่หายก็ควรปรึกษาแพทย์ต่อไป

3.5 การประเมินผล (Evaluation)

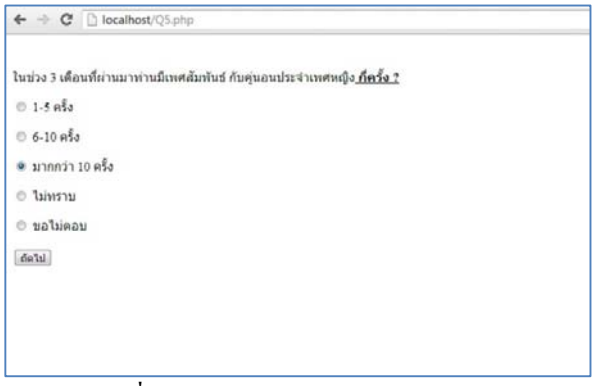
ในการประเมินผลการจัดกลุ่ม งานวิจัยนี้ได้สร้างข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing Data) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 28 ตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลเหล่านี้ไปผ่านการจัดกลุ่ม จากนั้นการประเมินความถูกต้องจะพิจารณาผลการจัดกลุ่มว่าตรงกับที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้าน HIV ระบุหรือไม่ ซึ่งผลของการจัดกลุ่มพบว่ามีความถูกต้องอยู่ที่ 82.14% (ให้คำตอบที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 23 ตัวอย่าง)

และเมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาถึงตัวข้อมูลที่จัดกลุ่มผิดพบว่าเป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมใกล้เคียงกันและมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ที่สูงเหมือนกัน เช่น กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 8 ซึ่งเป็นกลุ่มเพศชายที่มีเพศสัมพันธ์กับทั้งชายและหญิงและสาวประเภทสอง มีคู่นอนที่หลายคนและมีการป้องกันไม่ดี โดยทั้งสองกลุ่มนี้จัดว่ามีความเสี่ยงที่สูงเหมือนกันเพียงแต่รายละเอียดปลีกย่อยในพฤติกรรมจะต่างกันบ้าง เช่น กลุ่มที่ 8 เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ส่วนกลุ่มที่ 1 ไม่เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ซึ่งจากความผิดพลาดในการจัดกลุ่มในกรณีนี้ถือว่าไม่ได้มีความรุนแรงมากนัก เพราะผลลัพธ์คือมีความเสี่ยงสูงเหมือนกัน

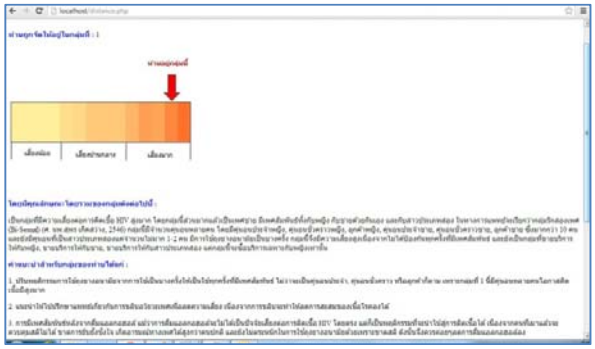
4. ระบบประเมินความเสี่ยง

สิ่งที่ได้จากงานวิจัยนี้คือ ปัจจัยที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV และลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละกลุ่ม ผลการจัดกลุ่มถูกนำมาสร้างเป็นตัวแบบที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV พร้อมทั้งคำแนะนำเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น ดังตัวอย่างภาพที่ 1 โดยเมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลพฤติกรรมเข้าไปแล้วระบบสามารถที่จะบ่งชี้ได้ว่ามีความเสี่ยงหรือไม่ โดยใช้แทบสีในการระบุความเสี่ยง และถ้ามีความเสี่ยงแล้วเสี่ยงมาจากปัจจัยใด ซึ่งสามารถที่จะนำผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงไปใช้เป็นแนวทางในการให้ความรู้ โดยระบบการวิเคราะห์ความเสี่ยงนี้มีส่วนที่เป็นระบบแนะนำวิธีการปฏิบัติตัวหลังจากรู้ผลการประเมินความเสี่ยงอีกด้วย และยังสะดวกต่อการใช้งานสำหรับผู้ที่สนใจแต่ไม่สะดวกใจที่จะมาสถานพยาบาล โดยสามารถประเมินตนเองเบื้องต้นด้วยตัวแบบที่นำเสนอผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ด้วย ดังตัวอย่างในภาพที่ 2 และ 3

ภาพที่ 1: ตัวอย่างเว็บเพจของระบบประเมินความเสี่ยง



ภาพที่ 2: ตัวอย่างเว็บเพจส่วนที่เป็นการตอบคำถาม



ภาพที่ 3: ตัวอย่างเว็บเพจในส่วนผลการประเมิน

ตารางที่ 5: แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบ

หัวข้อประเมิน		คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	คะแนนเฉลี่ย
รูปแบบของการนำเสนอ				
1	ความดึงดูดใจของระบบ	2	3	2.5
2	การใช้งานง่าย เข้าใจง่าย	4	4	4
3	เนื้อหาและข้อมูล	4	4	4
4	ขนาด สี ของตัวอักษร	2	2	2
	ค่าคะแนนเฉลี่ย	3	3.25	3.12
การยอมรับในตัวผลลัพธ์				
1	ความพึงพอใจในผลลัพธ์	3	4	3.5
2	ความถูกต้องของระบบ	3	3	3
3	ความรวดเร็วในการประมวลผล	3	4	3.5
4	ความสะดวกต่อการใช้งาน	3	4	3.5
	ค่าคะแนนเฉลี่ย	3	3.75	3.36
ค่าระดับคะแนน : 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ไม่ดี ต้องปรับปรุง				

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าค่าระดับคะแนนโดยเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญทั้งสองท่านในส่วนของรูปแบบของการนำเสนอจะ

อยู่ที่ 3.12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 และค่าระดับคะแนนในส่วนของการยอมรับในตัวผลลัพธ์จะอยู่ที่ 3.36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

6. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบประเมินสำหรับวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของการมีเพศสัมพันธ์เป็นหลักรวมถึงปัจจัยแฝงอื่นๆ ซึ่งการที่จะทราบได้ว่าแต่ละคนมีพฤติกรรมเสี่ยงด้านใด จำเป็นจะต้องทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลตัวอย่างเสียก่อน ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเอ็กซ์มีนส์มาทำการจัดกลุ่มข้อมูลพฤติกรรมจำนวน 639 ตัวอย่าง ซึ่งผลที่ได้จากการจัดกลุ่มด้วยวิธีการเอ็กซ์มีนให้ผลการจัดกลุ่มที่เหมาะสมกว่าขั้นตอนการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ ด้วยจำนวน 14 กลุ่ม จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของแต่ละกลุ่มออกมาว่าแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ในปัจจัยใดบ้าง มีระดับความเสี่ยงมากน้อยแค่ไหน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังนำผลการจัดกลุ่มไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างระบบประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV โดยนำเสนอในรูปแบบของแอพพลิเคชั่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน และมีความเป็นส่วนตัวในการที่จะประเมินความเสี่ยงด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนทุนวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2556 และนายแดนอังคาร ราชแสง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. (2554). สถานการณ์เอดส์ของประเทศไทยในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : สำนักระบาดวิทยา. กรมควบคุมโรค.

[2] B. A. Koblin, M. J. Husnik, G. Colfax, Y. Huang, M. Madison, K. Mayer, P. J. Barresi, T. J. Coates, M. A. Chesney, and S. Buchbinder, “Risk Factors for HIV Infection Among Men Who Have Sex with Men,” *AIDS*., 20(5):731-9, 2006.

[3] M. Mello, et al., Assessment of Risk Factors for HIV Infection Among Men Who Have Sex With Men in the Metropolitan Area Of Campinas City, Brazil, Using Respondent-Driven Sampling, The Population Council Inc., 2008.

[4] V. T. Vita , S. Hellman, and S. A. Rosenberg, Biology, Diagnosis, Treatment, and Prevention, Lippincott-Raven Publishers, 1997.

[5] Y.W.Paul, “AIDS PREVENTION PRO.,” http://www. stylite.net/prevaids/000-prevaids-welcome-details-th.htm.

[6] L. George, “Sex Frequency Survey,” http://www.intellasia.net/indonesian-men-top-sex-frequency-survey-179671.

[7] U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2009, “Oral sex and HIV risk: CDC HIV/AIDS facts” http://www.cdc.gov/hiv/resources/factsheets/oralsex.htm.

[8] M. C. Boily, et al. “Heterosexual risk of HIV-1 infection per sexual act: systematic review and meta-analysis of observational studies,” *Lancet Infect Dis*, 9(2): 118-129, 2009.

[9] D. T. Halperin, “Heterosexual anal intercourse: prevalence, cultural factors, and HIV infection and other health risks Part I,” *AIDS Patient Care STDS*, 13(12): 717-30, 1999.

[10] S. Kalichman, et al., “Heterosexual anal intercourse among community and clinical settings in Cape Town, South Africa,” *Sex Trans. Infect*, 85(6): 408-10, 2009.

[11] E. Vittinghoff, et al., “Per-contact risk of human immunodeficiency virus transmission between male sexual partners,” *American Journal of Epidemiology*, 150: 306-311, 1999.

[12] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, Data Mining Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann, pp. 383-403, 2006.

[13] D. Pelleg and A. Moore, “X-means: Extending K-means with efficient estimation of the number of clusters,” *Proc. 17th Int. Conf. Machine Learning (ICML’00)*, pp. 727–734, 2000.

ระบบคัดกรองเว็บไซต์อนาจารด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เว็บไซต์
Pornographic Website Filtering System by Website Analysis Technique

เกรียงกมล คำมา (Kriangkamon Khumma)[1] และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต (Chakkrit Snae Namahoot)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]khumma108@gmail.com, [2]chakkrits@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การขยายตัวทางอินเทอร์เน็ตทำให้จำนวนเว็บไซต์เพิ่มอย่างทวีคูณ ส่งผลให้การคัดกรองหรือวิเคราะห์ว่าเว็บไซต์ใดเหมาะสมกับเยาวชนหรือไม่เป็นเรื่องที่สำคัญ โดยเฉพาะเว็บไซต์อนาจารที่มักจะเปลี่ยน URL เพื่อหลบการปิดกั้น

การศึกษาที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารด้วยเทคนิควิเคราะห์ข้อความภาษาไทยในโครงสร้างเว็บไซต์และ Semantic Network ซึ่งพบว่าระบบที่ได้พัฒนามานั้นไม่สามารถวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารที่มีเนื้อหาบางส่วนหรือทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบต่อยอดเพื่อให้รองรับการวิเคราะห์เว็บอนาจารสำหรับภาษาอังกฤษ จากการทดสอบวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษ 200 เว็บไซต์ พบว่าประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ถูกต้องสูงถึง 94 %

คำสำคัญ: การคัดกรองเว็บไซต์ การวิเคราะห์เว็บไซต์ การสนับสนุนการตัดสินใจ ข่ายงานความหมาย

Abstract

The exponential growth of the Internet and the magnitude of its inappropriate material causes the difficult task to prevent the access for young users to explicit or pornographic websites. Many websites try to avoid access blocking by changing their URLs.

In a previous study we have already developed a technique for analyzing inappropriate websites using Thai pornographic terms in website structures and semantic networks, where we found our technique cannot check a number of websites that also use English pornographic terms in some of their parts. In this research we focused on improving the previously developed technique to support the analysis with English terms. We evaluated the enhanced technique with 200 English language based pornographic websites. From our experiments we found the F-measure for this technique at 94 %.

Keyword: Website Filtering, Website Analysis, Decision Support, Semantic Network

1. บทนำ

การใช้งานอินเทอร์เน็ตในสังคมไทยกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน การศึกษา ความบันเทิง การทำธุรกรรมสามารถเข้าใช้ได้อย่างสะดวก ทั้งจากหน่วยงานและที่พักอาศัย แต่อย่างไรก็ตามหากปราศจากการดูแล อาจจะทำให้การเข้าใช้งานเว็บไซต์บางอย่างที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับองค์กรและอาจรบกวนการทำงานภายในองค์กร สำหรับที่พักอาศัยที่มีเยาวชนอยู่อาจนำเข้าไปสู่เว็บไซต์ที่ไม่เหมาะสมกับช่วงอายุของเยาวชน เช่น เว็บไซต์ที่มีความรุนแรง เว็บไซต์อนาจาร ผลการสำรวจ [2] ที่พบว่า 12 % ของจำนวนเว็บไซต์นั้นเป็นเว็บไซต์อนาจารและ 34 % ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต เข้าเว็บไซต์อนาจารโดยไม่พึงประสงค์ และ จากการศึกษาพบว่า 25% ของเยาวชนที่สำรวจในต่างประเทศ เข้าใช้งานเว็บไซต์อนาจารโดยไม่พึงประสงค์ จำนวน 20% ถูกชักชวนผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อมีกิจกรรมทางด้านเพศสัมพันธ์[3] สำหรับการเข้าเว็บไซต์อนาจารของเยาวชนในประเทศสหรัฐอเมริกา นับว่าเป็นปัญหาที่น่าเป็นห่วง [4] ในประเทศไทยได้มีการศึกษาอธิบายถึงอิทธิพลของสื่ออนาจารในศูนย์ฝึกและอบรมเด็กและเยาวชนใน

เขตกรุงเทพและปริมณฑล พบว่าการกระทำความผิดทางเพศของเยาวชนนั้นสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการเข้าถึงสื่ออนาจารที่เข้าถึงได้ง่ายตามความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี[5] เป็นปัญหาที่นักวิจัยพยายามคัดกรองเว็บไซต์อนาจารด้วยวิธีที่หลากหลาย สำหรับการศึกษานี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาเทคนิคคัดกรองเว็บไซต์อนาจารภาษาไทย[1]ของผู้ศึกษา ให้สามารถวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารที่มีเนื้อหาบางส่วนหรือทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษได้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาเรื่องเว็บไซต์อนาจาร นักวิจัยมีความพยายามกรองเว็บไซต์อนาจาร ซึ่งจากการศึกษา [6] พบว่าการกรองด้วยการตรวจสอบจากเนื้อหา (Content Based Filtering) มีประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบด้วย การกรองแบบคงที่ (Static Filtering) และการกรองแบบพลวัต (Dynamic Filtering)

Static Filtering เป็นการกรองเว็บไซต์จากรายชื่อเว็บไซต์ที่ไม่อนุญาตให้เข้าใช้งาน (Black List) การศึกษา [7] พบว่าไม่สามารถรองรับกับการเพิ่มจำนวนเว็บไซต์ที่เพิ่มอย่างทวีคูณ ทำให้ Black List นั้นไม่เป็นปัจจุบันหรือขาดการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน มีการแก้ไขโดยการระบุคำสำคัญแบบง่าย หากเว็บเพจใดมีคำที่ระบุ จะไม่อนุญาตให้เข้าถึง วิธีนี้มีข้อเสียคือ การปิดกั้นมากเกินไป (Over blocking) เช่น คำว่า “เต้านม” ทำให้เว็บเพจที่มีคำว่า “มะเร็งเต้านม” ถูกปิดกั้นและอาจทำให้เว็บไซต์ถูกปิดกั้นไปด้วย ซึ่งเว็บไซต์ที่มีคำดังกล่าวอาจจะไม่ใช่เว็บไซต์อนาจาร

Dynamic Filtering ดำเนินการคัดกรองจากการวิเคราะห์เนื้อหาของเว็บเพจ ด้วยเทคนิคการจำแนกประเภท (Classification) เทคนิคที่นิยมใช้ในการจำแนกประกอบด้วย Naïve Bayesian (NB) ที่ใช้ความน่าจะเป็นร่วมกันของเนื้อหาที่จะตรวจสอบและเนื้อหาของแต่ประเภทที่มีอยู่ เพื่อประมาณค่าความน่าจะเป็นว่าเนื้อหาควรจัดอยู่ประเภทใด เทคนิคต่อไปคือ *k*-nearest neighbor (*k*-nn) จะพิจารณาค่า *k*-nn ของเอกสารแล้วประเมินว่าน่าจะเป็นเอกสารประเภทใดโดยจะใช้ค่าเกณฑ์(Threshold)ในการจำแนก งานของ [8] นำ *k*-nn มาใช้วิเคราะห์เว็บไซต์โดยทำการวิเคราะห์เว็บเพจข้างเคียงของเว็บไซต์ แทนที่จะใช้เฉพาะเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์เอง เพื่อดูว่าเว็บไซต์นั้นเป็นเว็บไซต์ประเภทใด สำหรับ Neural Network (NNet) ที่เทคนิคการทำงานเลียนแบบระบบประสาทมนุษย์ NNet จะเรียนรู้รูปแบบโดยการปรับค่าน้ำหนักของแต่ละสถานีเชื่อมโยง(Node)ด้วยการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ใช้สอนระบบในการจำแนกประเภท เพื่อคาดเดาประเภทของเอกสารการศึกษา [9] นำเอาเทคนิค NNet มาคัดกรองเว็บไซต์อนาจารโดยฝึกฝนระบบกับชุดตัวอย่างที่เตรียมไว้ เทคนิคสุดท้ายคือ Support Vector Machine (SVM) เป็นวิธีดำเนินงานโดยนำข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แปลงให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์(Vector) จากนั้นจึงหาระนาบเกิน(Hyperplane) ซึ่งเป็นพื้นที่ในการแบ่งประเภทข้อมูล เพื่อจำแนกประเภทเอกสารออกจากกัน งานวิจัย [10] เป็นงานแรกที่ประยุกต์ใช้ SVM ในการแก้ไขปัญหาการจำแนกประเภทข้อความ

สำหรับงานวิจัยทางด้านการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาไทย การศึกษา [11] ใช้เทคนิค SVM และ NB วิเคราะห์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ข้อมูลเว็บไซต์จะอยู่ในรูปแบบถุงของคำ (bag of words) โดยไม่ได้ให้ความสำคัญสำหรับโครงสร้างที่พบคำ การศึกษา[12] เป็นการจำแนกประเภทเว็บไซต์โดยนำโครงสร้างเว็บไซต์มาช่วยในการจำแนกให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ที่ไม่ใช้โครงสร้าง งานวิจัย[13] ศึกษาการเชื่อมโยงเว็บเพจกับเว็บเพจที่ถูกเชื่อมโยงไป มีโอกาสที่เป็นเว็บเพจประเภทเดียวกันกับเว็บเพจที่ถูกเชื่อมโยงค่อนข้างสูง งาน[14] อธิบายการวางเชื่อมโยงนั้นมีความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างเว็บเพจที่วางตัวเชื่อมโยงหลายมิติ(Hyperlink)กับเว็บเพจที่ทำการเชื่อมโยงไป [15] ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นความสัมพันธ์แบบหยาบที่กลุ่มในการจำแนกมีน้อย เหมาะกับการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารเนื่องจากกลุ่มในการจำแนกมีเพียงประเภทเดียว จากการศึกษาของเราที่ดำเนินการแล้ว [1] ใช้การวิเคราะห์ค่าความอนาจารของคำไทยในโครงสร้างเว็บไซต์ 3 ส่วนคือ โครงสร้างเว็บเพจในส่วนของหัวเรื่อง (HTML title tag) และโครงสร้างเว็บเพจในส่วนของเนื้อหา (HTML body tag) และการเชื่อมโยงหน้าเว็บเพจข้างเคียงผ่านตัวเชื่อมโยงบนหน้าเว็บเพจเริ่มต้น (HTML link) กับข่ายงานความหมาย(Semantic Networks) คำอนาจารที่ผู้เชี่ยวชาญทางภาษาสร้างขึ้นและ

คำนวณค่าความอนาจารของเว็บไซต์ด้วยอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน มีขอบเขตคือการวิเคราะห์เฉพาะข้อความโดยไม่ใช้การวิเคราะห์รูปภาพหรือไฟล์มัลติมีเดีย พบว่าเว็บไซต์อนาจารของไทยบางเว็บ ใช้คำอนาจารภาษาอังกฤษแทนคำอนาจารภาษาไทย ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจาร

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อจากงานวิจัย [1] เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาษาอังกฤษที่พบในโครงสร้างเว็บไซต์ และปรับปรุงการคำนวณค่าความเป็นอนาจารโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เว็บไซต์

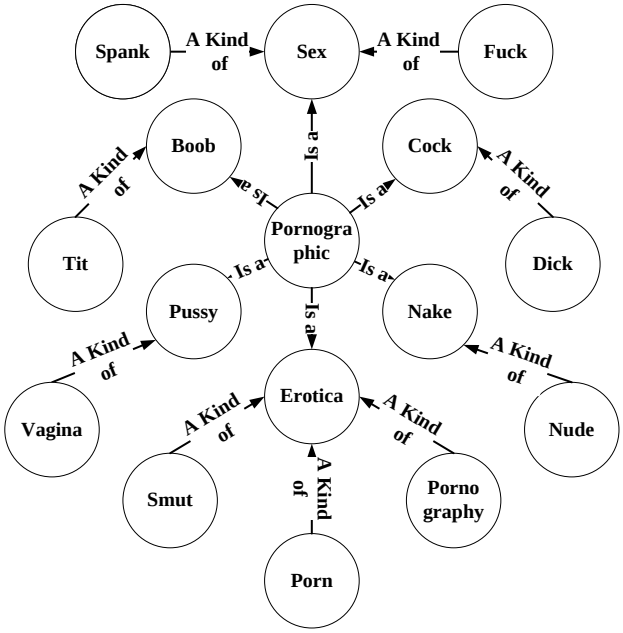
3.วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนั้นมีขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมด 4 ขั้นตอนประกอบด้วย การสร้างและรวบรวม Semantic Networks คำอนาจาร อัลกอริทึมการคำนวณและการวิเคราะห์ค่าความอนาจารของเว็บไซต์ การพัฒนาระบบคัดกรองเว็บไซต์อนาจารด้วยเทคนิควิเคราะห์เว็บไซต์ และ การทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบ

3.1 การสร้างและรวบรวม Semantic Network คำอนาจาร

ในงานวิจัยด้านการวิเคราะห์เว็บไซต์ภาษาอังกฤษ สามารถนำการจัดระดับความรุนแรงและแบ่งประเภทของคำสำหรับภาษาอังกฤษที่มีหน่วยงานทำไว้แล้วมาประยุกต์ใช้ได้เช่น งาน [7] ที่ประยุกต์การจัดระดับความรุนแรงของคำของ RSACi มาใช้ แต่ในการวิจัยนี้ใช้การพัฒนาต่อจากเทคนิคเดิมที่ใช้ Semantic Network คำอนาจารภาษาไทย จึงยังใช้การสร้าง Semantic Network ในการเตรียมคำเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

การศึกษาของ [16] อธิบายถึง Semantic Network ว่าเป็นการบรรยายถึงการเชื่อมต่อระหว่างสถานีเชื่อมโยง(Node) และอาค(Arc) โดยที่แต่ละNodeคือแนวคิดที่เชื่อมต่อกันด้วยความสัมพันธ์ที่หลากหลายระหว่างแนวคิดเหล่านั้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ตัวอย่างโครงสร้างของ Semantic Network คำอนาจารอังกฤษ

ในภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างโครงสร้างของ Semantic Network คำอนาจารภาษาอังกฤษ เช่น Smut, Pornography, Porn ที่หมายถึงสื่ออนาจารเช่นเดียวกัน

ขั้นตอนสร้างความสัมพันธ์และจัดกลุ่มคำโดยผู้เชี่ยวชาญทางภาษาเลือกรายการคำที่ได้มาจากเก็บค่าความถี่คำในกลุ่มตัวอย่างเว็บไซต์อนาจารเพื่อคำนวณค่าความอนาจารของคำตามสมการที่ (1) ตัวอย่างค่าความอนาจารดังตารางที่ 1

$$R_i = \frac{Pw}{m} \quad (1)$$

R_i คือ ค่าความอนาจารของคำอนาจารของคำลำดับที่ i

Pw คือ จำนวนเว็บไซต์อนาจารกลุ่มตัวอย่างที่พบการใช้คำอนาจารนั้น

m คือจำนวนเว็บไซต์อนาจารกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความอนาจารโดยใช้ตัวอย่างในภาพที่ 1 กับเว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษกลุ่มตัวอย่าง 100 เว็บไซต์คำนวณตามสมการที่ (1)

ตารางที่ 1: แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าคำอนาจารภาษาอังกฤษ

word	frequency	web	rating
sex	99415	100/100	1
porn	56692	93/100	0.9
boob	50371	90/100	0.8571
nake	40717	96/100	0.9429
erot	36958	96/100	0.9429
spank	33062	86/100	0.8
fuck	26953	93/100	0.9
tit	24827	93/100	0.9
pussi	23070	93/100	0.9
cock	17200	92/100	0.8857

3.2 อัลกอริทึมการคำนวณและวิเคราะห์ค่าความเป็นอนาจาร

ผู้วิจัยได้พัฒนาอัลกอริทึมการคำนวณและวิเคราะห์ค่าความเป็นอนาจารด้วย หลักการคำนวณค่าความอนาจารในโครงสร้างของเว็บไซต์โดยสมการที่ (2)

$$R_{web} = \frac{t+b+l}{m} \quad (2)$$

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{p}(tR_i)}{p} \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{q}(bR_i)}{q} \quad (4)$$

$$l = \frac{\sum_{1}^{z}\left(\sum_{i=1}^{x}\sum_{j=1}^{y}\left(\frac{t\acute{R}_i}{x}+\frac{b\acute{R}_i}{y}\right)\right)}{z} \quad (5)$$

R_{web} คือ ค่าความอนาจารของเว็บไซต์ที่คำนวณได้

t คือค่าความอนาจารของโครงสร้าง HTML title tag ของเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์คำนวณจากสมการที่ (3)

b คือค่าความอนาจารของโครงสร้าง HTML body tag ของเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์คำนวณจากสมการที่ (4)

l คือ ค่าความอนาจารเว็บเพจข้างเคียงที่เชื่อมโยงจาก HTML link ในเว็บเพจเริ่มต้นคำนวณได้จากสมการที่ (5)

m คือจำนวนโครงสร้างที่ใช้ในการคำนวณคือ 3 ส่วน

tR_i คือความอนาจารของคำอนาจารลำดับที่ i แต่ละคำที่พบใน HTML title tag ของเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์

p คือจำนวนคำอนาจารใน HTML title tag ของเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์

bR_i คือค่าความอนาจารของคำอนาจารลำดับที่ i แต่ละคำที่พบใน HTML body tag ของเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์

q คือ จำนวนคำอนาจารที่พบใน HTML body tag

$t\acute{R}_i$ คือ ค่าความอนาจารของคำอนาจารลำดับที่ i แต่ละคำที่พบใน HTML title tag ของเว็บเพจข้างเคียงทั้งหมดที่เชื่อมโยงจาก HTML link ในเว็บเพจเริ่มต้น

x คือ จำนวนคำอนาจารทั้งหมดในส่วนของ HTML title tag ของเว็บเพจข้างเคียงทั้งหมดที่เชื่อมโยงจากเว็บเพจเริ่มต้น

$b\acute{R}_i$ คือ ค่าความอนาจารของคำอนาจารลำดับที่ i แต่ละคำที่พบใน HTML body tag ของเว็บเพจข้างเคียงทั้งหมดที่เชื่อมโยงจาก HTML link ในเว็บเพจเริ่มต้น

y คือ จำนวนคำอนาจารทั้งหมดในส่วนของ HTML body tag ของเว็บเพจข้างเคียงทั้งหมดที่เชื่อมโยงจากเว็บเพจเริ่มต้น

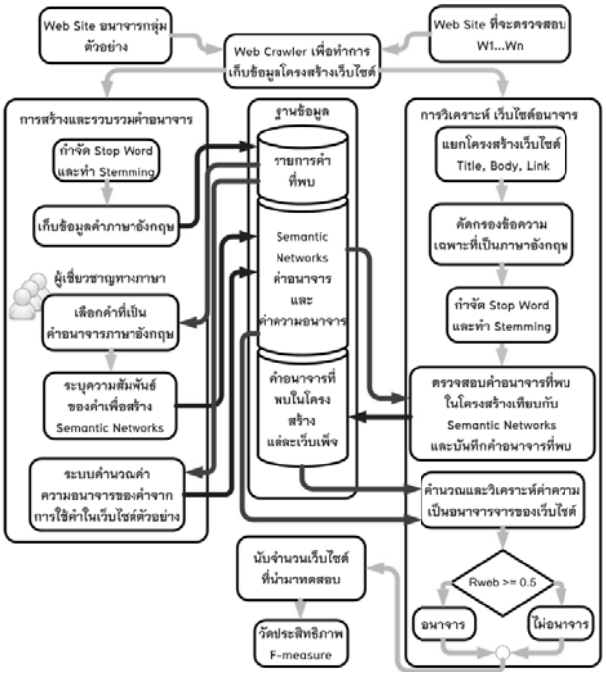
z คือ จำนวนเว็บเพจข้างเคียงทั้งหมดที่สามารถเชื่อมโยงจากเว็บเพจเริ่มต้นของเว็บไซต์ผ่าน HTML link

3.3 การพัฒนาระบบคัดกรองเว็บไซต์อนาจารด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เว็บไซต์

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบในรูปแบบของ Web Application ด้วยภาษา PHP และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ระบบมีส่วนประกอบและการทำงานดังภาพที่ 2

การทำงานของระบบในภาพที่ 2 ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1)ส่วนเก็บข้อมูลเว็บไซต์จากอินเตอร์เน็ตทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนอื่น 2)ส่วนทำหน้าที่รวบรวมคำอนาจาร เก็บข้อมูลคำที่ใช้ในเว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษกลุ่มตัวอย่าง 100 เว็บไซต์ ได้จากเว็บไซต์ที่จัดอันดับเว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษ เตรียมคำด้วยการกำจัดคำไม่สำคัญ (Stop Words) และลดรูปแบบคำให้อยู่ในรูปพื้นฐาน (Stemming) ตามหลักการของ [17] และให้ผู้เชี่ยวชาญทางภาษาเลือกคำที่เป็นคำอนาจารและระบุความสัมพันธ์เชิงความหมายของคำอนาจาร จากนั้นระบบคำนวณค่าความอนาจารของคำด้วยสมการที่ (1) เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ 3) ส่วนฐานข้อมูลใช้บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ เช่น รายการคำที่พบในเว็บไซต์อนาจารตัวอย่าง คำอนาจารและความสัมพันธ์ระหว่างคำ คำอนาจารที่พบในการวิเคราะห์ 4) ส่วนการวิเคราะห์เว็บไซต์ เริ่มด้วยการเรียกหน้าเริ่มต้นของเว็บไซต์และแยกโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์ สามโครงสร้าง HTML

title tag, HTML body tag, HTML link ทำการเตรียมคำด้วยการ Stemming และกำจัด Stop Wordและคำนวณค่าความอนาจารด้วยสมการที่ (3) (4) และ (5) ตามลำดับจากนั้นคำนวณค่าความอนาจารของเว็บไซต์ด้วยสมการที่(2) และประเมินกับเกณฑ์ในการวิเคราะห์



ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

สำหรับเกณฑ์ในการวิเคราะห์นั้น การศึกษา [18] ทำการตรวจสอบ คำ(ชื่อ) ที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน หรือไม่อย่างไร โดยได้ตั้งค่าเกณฑ์ไว้ที่ 0.5 ถ้าค่านั้นมากกว่าหรือเท่ากับ ค่าเกณฑ์ 0.5 จะแสดงว่า ชื่อมีความคล้ายคลึงกัน แต่ถ้าน้อยกว่าแสดงว่าไม่มีความคล้าย ในการศึกษานี้นำค่าเกณฑ์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ คือ ถ้าค่าความอนาจารมากกว่า ค่าเกณฑ์ 0.5 คือเว็บไซต์อนาจาร แต่ถ้าน้อยกว่าแสดงว่าไม่เป็นเว็บไซต์อนาจาร

3.4 การทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบ

ในการทดสอบการคัดกรองเว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเว็บไซต์ทดสอบจำนวน 2 กลุ่มคือ เว็บไซต์อนาจาร100 เว็บไซต์ เว็บไซต์ที่มีคำอนาจารแต่ไม่ใช่เว็บไซต์อนาจารเช่นเว็บไซต์ทางการแพทย์หรือเว็บไซต์ที่สื่อความหมายในทางอนาจารแต่ไม่เป็นเว็บไซต์อนาจาร 100 เว็บไซต์ สำหรับรายชื่อเว็บไซต์นั้น ได้จากการค้นหาในเว็บไซต์ที่ให้บริการค้นหาข้อมูล (Web Search Engine) คำค้นคือ คำอนาจารภาษาอังกฤษที่ความถี่ในการใช้งานสูงสุดจากขั้นตอนเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์กลุ่มตัวอย่างและให้ผู้เชี่ยวชาญทางภาษาเป็นผู้ตรวจสอบว่าเว็บไซต์ใดเป็นเว็บไซต์อนาจาร

การวัดประสิทธิภาพของระบบ โดยเทคนิค F-measure [19] ตามสมการ (6)

$$F - measure = \frac{2*Precision*Recall}{Precision+Recall} * 100 \quad (6)$$

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินการวิจัยนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ผลการทำงานของระบบวิเคราะห์เว็บไซต์ และ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบดังภาพที่ 3 และตารางที่ 2

ภาพที่ 3: แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น

ในภาพที่ 3 ตัวอย่างการวิเคราะห์เว็บไซต์ ค่าความอนาจารส่วน HTML title tag คือ ~0.97 HTML body tag คือ ~0.85 และเว็บเพจข้างเคียงผ่าน HTML link คือ ~0.82 และคำนวณค่าความอนาจารเว็บไซต์ด้วยสมการที่ (2) ได้ 0.88 มากกว่าค่าเกณฑ์ 0.5 ระบบจึงวิเคราะห์ว่าเป็นเว็บไซต์อนาจาร

ระบบสามารถวิเคราะห์ค่าความอนาจารในแต่ละโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นและจากการทดสอบกับเว็บไซต์จำนวน 200 เว็บไซต์ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

จากผลการวัดประสิทธิภาพการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษ ค่า F-measure เท่ากับ 94 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบ

กับการศึกษาในงานวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาไทย [1] ที่ทดสอบกับเว็บไซต์ 150 เว็บไซต์ ค่า F-measure เท่ากับ 96 % พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบระบบและค่า F-measure

ประเภทเว็บไซต์	จำนวนเว็บไซต์	ผลการวิเคราะห์		F-measure
		อนาจาร	ไม่อนาจาร	
เว็บไซต์อนาจาร	100	78	22	~88%
เว็บไซต์ที่มีคำอนาจารแต่ไม่ใช่อนาจาร	100	0	100	100%
รวม/ค่าเฉลี่ย	200	78	122	~94%

สำหรับผลการวิเคราะห์ที่ผิดพลาดกลุ่มเว็บไซต์อนาจารแบ่ง 2 กรณีดังนี้ กรณีแรกคือในส่วนโครงสร้าง HTML body tag ภายในเป็นไฟล์มัลติมีเดียเกือบทั้งหมด ส่วนข้อความที่วิเคราะห์ได้จะเป็นคำที่มีค่าความอนาจารที่ต่ำ และเว็บไซต์ข้างเคียงที่เชื่อมโยงจะเป็นลักษณะเช่นเดียวกัน แต่ถ้าทำการตรวจสอบเว็บไซต์ดังกล่าว จะพบว่าเป็นเว็บไซต์อนาจารอย่างชัดเจนจากภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และ กรณีที่สองคือคำที่ใช้ในโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์ นั้นจะเป็นคำที่มีค่าความอนาจารที่อยู่ในช่วงระดับต่ำ ซึ่งคำเหล่านี้ไม่นิยมใช้ในหลายเว็บไซต์ เช่นคำที่มาจากนิยาย หรือ คำใหม่ที่เริ่มใช้งานในเว็บไซต์อนาจาร

ส่วนการวิเคราะห์เว็บไซต์กลุ่มที่มีคำอนาจารแต่ไม่ใช่เว็บไซต์อนาจารที่ไม่ผิดพลาด เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ใช้โครงสร้างสามส่วน ถึงแม้จะมีคำอนาจารในส่วน HTML body tag แต่ค่าความอนาจารในส่วน HTML title tag และ HTML link ที่ต่ำจะช่วยให้ค่าความอนาจารของเว็บไซต์มีค่าลดลงจนไม่ถึงค่าเกณฑ์ที่ระบุว่าเป็นเว็บไซต์อนาจาร

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะคัดกรองเว็บไซต์อนาจาร โดยทำการวิเคราะห์ค่าความอนาจารของเว็บไซต์จากการคำนวณค่าความอนาจารของคำในโครงสร้างเว็บไซต์ ให้สามารถวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารภาษาอังกฤษได้ ด้วยการคำนวณค่าความอนาจารของเว็บไซต์จากคำภาษาอังกฤษในโครงสร้างของเว็บไซต์ สามส่วนคือ HTML title tag, HTML body tag, HTML link วิเคราะห์เฉพาะข้อความไม่วิเคราะห์รูปภาพหรือไฟล์มัลติมีเดีย ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบมีค่า F-measure ในการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารที่ 94%

การศึกษาขั้นต่อไปเป็นการพัฒนาระบบให้รองรับการวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจารทั้งคำภาษาไทยและอังกฤษ และการวิเคราะห์จากการประมวลภาษาธรรมชาติ(Natural Language Processing, NLP) ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy logic) ช่วยในการแปลความจากประโยคที่วิเคราะห์ รวมถึงประยุกต์การสร้างพจนานุกรมอัตโนมัติเพื่อนำมาปรับปรุงระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] เกรียงกมล คำมา และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์, “ระบบวิเคราะห์เว็บไซต์อนาจาร ด้วยออนโทโลยีคำอนาจารใน HTML tags”, *The 4 th Science Research Conference Naresuan University*, 2012.

[2] Online MBA. “The Stat on internet pornography”. *www.onlinemba.com.* 2553.

[3] D. Thornburgh and H. S. Lin. *YOUTH PORNOGRAPHY AND THE INTERNET*. .: NATIONAL ACADEMY PRESS: Washington D.C, 2545.

[4] National Public Radio, the Kaiser Family Foundation. “Americans Love Their Computers and the Internet; 'Digital Divide' Still Exists, but There Is Good News, Too”. *www.npr.org*. 2543.

[5] ยุพาพร ปิยะพงศ์. “อิทธิพลของสื่อลามกที่มีผลต่อการกระทำผิดทางเพศของเด็กและเยาวชน ศึกษาเฉพาะกรณี : ศูนย์ฝึกและอบรมเด็กและเยาวชนในเขตกรุงเทพมหา นครและปริมณฑล”. *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* ปีที่ 22, ฉบับที่ 3(2554), หน้า. 2-13.

[6] A. Ahmadi, M. Fotouhi, and M. Khaleghi, “Intelligent classification of web pages using contextual and visual features,” *Applied Soft Computing*, Vol.11, pp. 1638-1647, 2011.

[7] J. P. Caulkins, W. Ding, G. Duncan, R. Krishnan, and E. Nyberg, “A method for managing access to web page: Filtering by Statiscal Classification (FSC) applied to text,” *Decision Support System*, Vol.42, pp. 144-161, 2006.

[8] O. Kwon, and J. Lee. “Text categorization based on *k*-nearest neighbor approach for Web site classification,” *Information Processing & Management*, Vol.39, pp. 25-44, 2003.

[9] P.Y. Lee. and S.C. Hui, "Neural network for web content filtering," *IEEE Intell. Syst*. vol.17, pp. 48-57, Sep 2002.

[10] T. Joachims, "Text categorization with support vector machines: learning with many relevant features," *Proc. of the European Conf. on Mach. Learning, Berlin*, pp. 137-142. 1998.

[11] J. Polpinij, A. Chotthanom, C. Sibunruang, R. Chamchong, S. Puangpronpitag, "Content-Based Text Classifiers for Pornographic Web Filtering." *IEEE Int. Conf. on Syst., Man, and Cybern.* Taipei, Taiwan, October 2006.

[12] K. Golub and A. Ardo, "Importance of HTML structural elements and metadata in automated subject classification," *Proc. of the 9th European Conf. on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL)*. Lecture Notes in Compt. Sci, Vol. 3652. Springer, Berlin, Germany, pp. 363-378, 2005.

[13] S. Chakrabatri, *Mining the Web*: *Discovering Knowledge from Hypertext Data*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 2003.

[14] F. Menczer, "Mapping the semantics of Web text and links," *IEEE Internet Compt*, vol.9, pp. 27-36, 2004.

[15] X. Qi. and B. D. Davison, "Web Page Classification: Features and Algorithms," *ACM Computing Surveys*, Vol. 41(2), 2009.

[16] J. H. Lee, M. H. Kim, Y. J. Lee, "Information retrieval based on conceptual distance in IS-A hierarchies," *Journal of Documentation*, Vol.49 (2), pp. 188-207, 1993.

[17] M. F. Portem, "An algorithm fro suffix stripping". *Program*, vol. 14(3), pp.130-137, July 1980.

[18] C. Snae and B. Diaz, "An Interface for Mining Genealogical Nominal Data Using the Concept of Linkage and a Hybrid Name Matching Algorithm", *Journal of 3D-Forum Society*, Vol. 16, pp 147-152, 2002.

[19] V. Vapnik, *Statistical Learning Theory*, John Wesley & Sons: New York, 1998.

การพัฒนาแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย

The Development of a Decision Support Model for Sugar Cane Loading Station

ปภาวรินทร์ แสวงผล (Papavarin Sawangphol)[1] และธรา อั่งสกุล (Thara Angskun)[2]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[1]papavarins@gmail.com, [2]angskun@sut.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยของโรงงานน้ำตาล เพื่อให้ได้ที่ตั้งสถานีขนถ่ายแบบถาวร เพื่อแก้ปัญหาการตั้งสถานีขนถ่าย ที่ไม่ได้มีการวางแผน โดยการคัดเลือกจุดที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยที่อยู่บริเวณจุดศูนย์กลางของกลุ่มอ้อย โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์เครือข่าย การกระจายตัวพื้นที่และทฤษฎีหาจุดกลางเพื่อให้เกษตรกรรายย่อยที่อยู่ห่างไกลโรงงาน ขนส่งด้วยระยะทางที่สั้นกว่าการนำมาส่งตรงที่โรงงานด้วยรถบรรทุกขนาดเล็ก โดยมีค่าใช้จ่ายในการตั้งสถานีต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่า ขอบเขตการให้บริการตามรัศมีของเส้นถนนซ้อนทับน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิม และทำให้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิม ซึ่งจากเดิมมีจำนวนสถานีถึง 13 สถานี จากการวิเคราะห์ทำให้สถานีลดลงเหลือเพียง 6 สถานี โดยให้บริการเกษตรกรได้พื้นที่และจำนวนรายใกล้เคียงกับปัจจุบัน

คำสำคัญ: อ้อย สถานีขนถ่ายอ้อย ทำเลที่ตั้ง การขนส่ง

Abstract

This paper presents the development of a decision support model for sugar cane loading station in order to obtain permanent location of the cane loading station to overcome the problem of un-plan setting up loading station. The solution can be achieved by selection location of the cane loading station to locate in the center of the cane areas using network analysis tools, directional distribution area and centroid point locating. Small farmers in remote areas can transport cane to the loading station with shorter distance than transport to sugar mill directly with small truck. The cost of setting up the station per ton cane should be less than the existing approach. The result indicated that overlapping services and setting up cost are less than the existing approach. Numbers of loading station is reduced from 13 to 6 stations, while still able to service roughly the same amount of farmers and areas.

Keyword: cane, loading station, optimal location, transportation

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทรายและยังเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มพืชพลังงานทดแทน โดยระหว่างปี พ.ศ.2549/50-2553/54 ราคาน้ำตาลปรับเพิ่มจาก กิโลกรัมละ 8.78 บาทเป็นกิโลกรัมละ 20.40 บาท ราคาขายอ้อยของเกษตรกรมีราคาสูงขึ้นตามลำดับ จากราคา 758 บาทเพิ่มเป็นคารา 1,154 บาท [10]

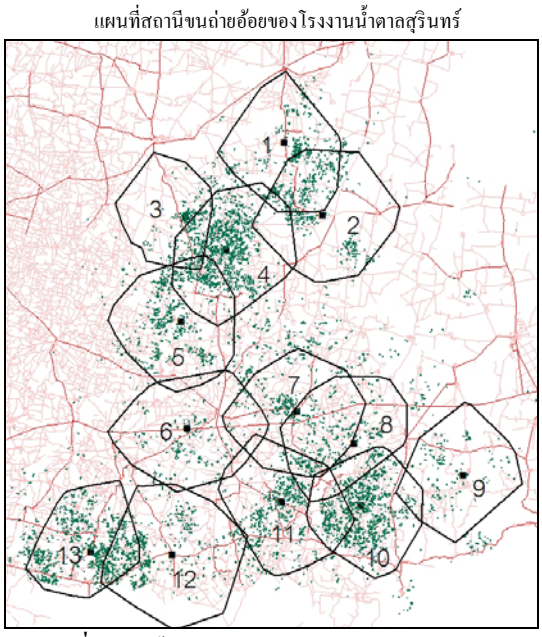
จากราคาที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นทำให้เกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่น้อยกว่า 20 ไร่ หันมาปลูกอ้อยเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีเกษตรกรรายย่อยกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ แต่เกษตรกรกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีเพียงรถบรรทุกขนาดเล็กที่ใช้ขนส่งอ้อย

ดังนั้นโรงงานน้ำตาลจึงได้มีการจัดตั้งสถานีขนถ่ายขึ้นเพื่อ

เป็นสถานที่ขนถ่ายอ้อย ที่ถูกขนส่งโดยรถบรรทุกขนาดเล็กของเกษตรกรหลายคนจากแปลงปลูก นำมาขึ้นรถบรรทุกขนาดใหญ่ แล้วส่งต่อเข้าโรงงานน้ำตาล

แต่อย่างไรก็ตาม การตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยในปัจจุบัน ไม่มีการวางแผน เป็นเหตุให้สถานีขนถ่ายมีจำนวนมากเกินไป ระยะบริการซ้อนทับกันทำให้ประเมินปริมาณอ้อยไม่ได้ ทำให้เกิด

ประสิทธิภาพในการบริหารไม่เต็มที่ รวมทั้งสิ้นเปลืองทรัพยากร และค่าใช้จ่าย ดังแสดงในภาพที่ 1 ภาพที่ 1 แสดงการตั้งสถานีขนถ่ายโดยใช้ระยะรัศมี 10 กิโลเมตรตามเส้นถนน จะเห็นได้ว่าสถานีขนถ่ายที่เป็นปัญหาจะเป็นหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 13 ที่มีระยะบริการซ้อนทับมาก แม้ว่าใช้ระยะรัศมี 10 กิโลเมตรแล้วก็ตาม



ภาพที่ 1: การตั้งสถานีขนถ่ายของโรงงานน้ำตาลสุรินทร์

มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยหลายงาน ([1], [5] และ [8]) แต่งานวิจัยดังกล่าว มิได้วิเคราะห์ที่ตั้งของสถานีขนถ่ายเดิม ส่วนงานวิจัยของ [7] มีการวิจัยครอบคลุมงานของผู้วิจัยทั้งสาม รวมทั้งมีการวิเคราะห์ที่ตั้งของสถานีขนถ่ายเดิม แต่งานวิจัยทั้งสี่ยังเป็นการทำงานอยู่บนสถานการณ์จำลอง

บทความนี้นำเสนองานวิจัยที่ครอบคลุมเนื้อหาของงานวิจัยทั้งสี่ และทำการคัดเลือกเฉพาะแปลงของเกษตรกรรายย่อย วิเคราะห์ข้อมูลระยะทางโดยใช้เส้นถนนจริง รวมทั้งพิจารณาขอบเขตการให้บริการของแต่ละสถานีขนถ่าย โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อพัฒนาแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย เพื่อให้ได้ที่ตั้งสำหรับให้เกษตรกรรายย่อย สามารถนำอ้อยจากแปลงมาส่งขายให้โรงงาน ด้วยระยะทางที่สั้นลง ช่วยแก้ปัญหาต้นทุนการขนส่ง ลดเวลารอคอยหน้าโรงงาน ลดการจัดการรถภายในโรงงาน ลดปริมาณรถบนท้องถนน ทำให้การขนถ่ายอ้อยเป็นไปได้อย่างเร็วขึ้นโดยขอบเขตการให้บริการตามรัศมีของเส้นถนนซ้อนทับน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิมและทำให้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิม

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทิกา ชัยกัญหา [1] ศึกษาปัญหาการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยและการหาพื้นที่ตั้งสถานีพักอ้อย หาจำนวนกลุ่มเกษตรกรที่เหมาะสมและหาพื้นที่ตั้งของสถานีพักอ้อยในแต่ละกลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มมีระยะทางสูงสุด ต่ำที่สุด งานวิจัยนี้ ได้พัฒนาขั้นตอนวิธี ที่สามารถจัดกลุ่มเกษตรกรและหาที่ตั้งของสถานีพักอ้อยได้ในเวลาเดียวกัน ขั้นตอนวิธีที่พัฒนามีชื่อว่า โครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเองที่มีความเป็นสัดส่วนกัน ซึ่งความจุในแต่ละสถานีพักอ้อยและระยะทางขนส่งจากแปลงมายังสถานีพักอ้อยมีความสัมพันธ์ อย่างเป็นสัดส่วนกัน ผลที่ได้คือจำนวนกลุ่มเกษตรกรและจุดที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย

แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการสุ่มที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอซึ่งต่างจากข้อมูลจริงที่มีการกระจายไม่สม่ำเสมอ และไม่ได้ใช้ข้อมูลเส้นถนนในการหาระยะทาง อีกทั้งไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานีพักอ้อยและค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อย

ณัฐพร สุวรรณสูนย์ [2] ศึกษาโครงสร้างของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย เพื่อทราบคำตอบที่เกี่ยวข้องกับ ขนาดที่ตั้งและจำนวนของโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมโดยใช้สมการเชิงเส้นในการหาคำตอบ ผลจากการวิจัยจะได้จำนวนโรงงานที่ควรมีอยู่ทั้งประเทศ จำนวนที่ตั้งอยู่ในที่เหมาะสมแล้ว จำนวนที่ควรเพิ่มกำลังการผลิต จำนวนที่ควรตั้งใหม่ และจำนวนต้นทุนการขนส่งที่ลดลง

พรชัย ท้วมปาน [3] วิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนในการทำกิจกรรมวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมและคุณค่ากิจกรรม ในกระบวนการขนส่งอ้อยจากไร่ไปโรงงานน้ำตาล ปัญหา อุปสรรคในกระบวนการขนส่งและการจัดส่งอ้อยพบว่าค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงได้คือค่าใช้จ่ายในการตัดและลำเลียงอ้อย การตัดและการจัดส่งอ้อยโดยใช้แรงงานคนใช้เวลาในการขนส่งต่อเที่ยวมากที่สุด กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าคือการตัดอ้อยเข้าหีบ กิจกรรมที่ค่าใช้จ่ายสูงคือการตัดอ้อย

บุริม นิลแป้น [4] ศึกษาการวางแผนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อวางแผนกระบวนการขนส่งให้การดำเนินการของเจ้าของรถตัดและเกษตรกรเจ้าของอ้อยทำงานสอดคล้องกัน ผลการศึกษาได้รูปแบบในการแก้ปัญหาการส่งอ้อยเข้าโรงงานโดยบริษัทขนส่งและเกษตรกรมีส่วนร่วมในการวางแผนการขนส่ง โดยต้องมีการจัดกลุ่มเกษตรกร

ฉัตรเกล้า แสนเมือง [5] ศึกษาการประยุกต์ใช้ฟัซซี่ซีมีนส์ (Fuzzy C-Means)ร่วมกับค่าถ่วงน้ำหนักของอุปทานอ้อย และค่าความจุของสถานีพักอ้อยแต่ละเดือน เพื่อหาที่ตั้งสถานีพักอ้อยโดยพิจารณาช่วงเวลาอุปทานอ้อย มีวัตถุประสงค์เพื่อหาที่ตั้งสถานีพักอ้อยให้มีต้นทุนโลจิสติกส์น้อยที่สุดใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุดโดยต้นทุนรวมของระบบขนส่งต่ำกว่าวิธีฟัซซี่ซีมีนและวิธีโครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเองและการใช้ประโยชน์สถานีสูงกว่าวิธีฟัซซี่ซีมีนและวิธีโครงข่ายประสาทแบบจัดเรียงตัวเอง ผลลัพธ์จากการศึกษาคือได้หลักฟัซซี่ซีมีนร่วมกับค่าถ่วงน้ำหนักของอุปทานอ้อยค่าความจุของสถานีพักอ้อยแต่ละเดือนเพื่อใช้ในการจัดกลุ่มแปลงและจุดที่ตั้งสถานีเพื่อแก้ปัญหาการจัดคิวรถโดยอาศัยอายุอ้อยแต่ละแปลง การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือกำหนดเฉพาะปริมาณแปลงอ้อยโดยไม่คำนึงถึงระยะทางตามเส้นถนน

ภัทราวุธ ปักเคธาติ [6] ศึกษาการวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทย โดยวิเคราะห์รูปแบบที่ตั้งและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทย พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดที่ตั้งของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทยตามลำดับคือ 1.ปัจจัยด้านวัตถุดิบ 2.การขนส่ง 3.แรงงาน 4.เงินทุน ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกที่ตั้งของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังคือ วัตถุดิบ

ชาติชาย บุญยู และ รัฐไท ธนานุภาพไพศาล [7] ศึกษาเรื่องทำเลที่ตั้งสถานีพักอ้อยในลักษณะพลวัตและจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยในลักษณะพลวัต เพื่อลดค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งอ้อยจากแหล่งปลูกถึงโรงงานให้ต่ำสุด โดยพิจารณาแบบหักล้าง (tradeoff) ระหว่างต้นทุนการขนส่ง กับค่าใช้จ่ายในการตั้งและการย้ายสถานี โดยใช้วิธีวิเคราะห์การจับคู่ (Clustering Method) เพื่อจัดกลุ่มเกษตรกรให้กับสถานีพักอ้อย ภายใต้ปริมาณตันที่เหมาะสม เพื่อให้ค่าใช้จ่ายระหว่างไร่อ้อยกับสถานีพักอ้อยมีค่าต่ำสุด ผลการทดลองพบว่า ถ้าค่าใช้จ่ายในการย้ายสถานีพักอ้อยมีค่าสูง(กรณีสถานีพักอ้อยขนาดใหญ่) แต่ราคาน้ำมันไม่สูงนักการย้ายสถานีก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมสูงกว่า ถ้าค่าใช้จ่ายในการย้ายต่ำ (กรณีสถานีพักอ้อยขนาดเล็ก ไม่ถาวร) ราคาน้ำมันสูง การย้ายสถานีเกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำ และความจุสถานีพักอ้อยสูงจะทำให้จำนวนสถานีพักอ้อยมีจำนวนน้อยลง ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำลง

งานวิจัยนี้เป็นงานที่ใกล้เคียงกับงานของผู้วิจัยมากที่สุด มีข้อแตกต่างคือ การใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันและผู้วิจัยได้ทดลองกับสถานการณ์จริง และคัดกรองเฉพาะแปลงอ้อยของเกษตรกรรายย่อย ใช้เส้นทางถนน แปลงอ้อยจริงและมีการเปรียบเทียบขอบเขตบริการของสถานีข้างเคียง

ไพฑูรย์ เชษฐธรรมรงค์ชัยและคณะ [8] ศึกษาและประเมินปัญหาการขนส่งของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศไทย เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบเดิมจากแปลงอ้อยถึงโรงงาน และระบบสถานีอ้อย ผลการศึกษาพบว่าค่าใช้จ่ายในการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 34 ของต้นทุน การขนส่งจากไร่สู่โรงงาน เสนอให้มีการจัดตั้งสถานีพักอ้อยโดยใช้รถบรรทุกขนาดเล็กของเกษตรกรเอง ขนส่งที่สถานีพักอ้อยแล้วใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ขนเข้าโรงงาน สามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้

ตารางที่ 1: สรุปเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย
1.วิเคราะห์ที่ตั้ง 2.หาที่ตั้ง 3.รวมกลุ่มแปลงอ้อย 4.ศึกษาต้นทุนการขนส่ง 5.เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 6.เปรียบเทียบต้นทุนในการตั้งสถานี 7.ใช้ข้อมูลแปลงจริง 8.ใช้ข้อมูลถนนจริง 9.พิจารณาขอบเขตของสถานีใกล้เคียง 10.พิจารณาเฉพาะแปลงอ้อยของเกษตรกรรายเล็ก 11.นำเสนอการส่งอ้อยโดยผ่านสถานีขนถ่ายอ้อย

ผู้วิจัย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
[1]		✓	✓	✓	✓						✓
[2]	✓	✓									
[3]				✓							
[4]			✓	✓	✓						
[5]		✓	✓		✓	✓	✓				✓
[6]	✓										
[7]	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓
[8]				✓	✓						✓
งานวิจัยนี้	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓

3. ขั้นตอนวิธีการพัฒนาแบบจำลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยโดยใช้ทฤษฎีการกระจายตัวของพื้นที่และทฤษฎีหาจุดกึ่งกลาง ซึ่งเป็นทฤษฎีที่มีอยู่ในเครื่องมือของโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น อาร์คจีไอเอส (ArcGis) ผู้พัฒนาได้กำหนดวิธีการดำเนินงานดังนี้

3.1 ศึกษาระบบการขนส่งอ้อยและ ความจำเป็นในการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย

3.1.1สำรวจแปลงอ้อยของเกษตรกร สำรวจเส้นทางถนนที่ใช้ในการขนส่งอ้อย ที่ตั้งของสถานีขนถ่ายอ้อยเดิม และวิธีการที่ใช้ในการนำอ้อยจากแปลงไปส่งยังสถานีขนถ่ายอ้อย และการนำอ้อยจากสถานีขนถ่ายไปส่งยังโรงงานน้ำตาล

3.1.2 ศึกษาระยะทางที่เกษตรกรสามารถใช้รถบรรทุกขนาดเล็กขนส่งอ้อยได้

3.1.3 สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโรงงานน้ำตาล และสัมภาษณ์เกษตรกร

3.1.4 สอบถามค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยจากเจ้าหน้าที่ของโรงงานน้ำตาลทำให้ทราบค่าใช้จ่ายในการตั้งสถานี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ค่าใช้จ่ายคงที่ในการตั้งสถานีขนถ่าย

ลำดับ	รายการค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)
1	ตู้สำนักงาน	160,000
2	ชุดคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์	25,000
3	เครื่องชั่ง	350,000
4	ค่าติดตั้งปั้นจั่น	1,036,000
5	ค่าเช่าที่ดิน (ขึ้นอยู่กับสถานที่) ต่อ ปี	60,000
ค่าใช้จ่ายรวม		1,631,000

3.2 วิเคราะห์ปัญหาของการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิม

3.2.1 เปรียบเทียบการเลือกที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิมทุกแห่ง โดยใช้เครื่องมือ วิเคราะห์เครือข่าย ที่มีอยู่ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น อาร์คจีไอเอส (ArcGis) จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 1

3.2.2 หาปริมาณอ้อยในขอบเขตการบริการแบบเดิม ตามรูปที่ 1 เพื่อคาดการณ์ผลผลิต 10 ตันต่อไร่

3.2.3 เปรียบเทียบต้นทุน ค่าติดตั้งสถานีขนถ่ายต่อตันอ้อยจากปริมาณอ้อยในขอบเขตการบริการ

ซึ่งจะได้ปริมาณอ้อยและต้นทุนค่าติดตั้งของแต่ละสถานีดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ปริมาณอ้อยและต้นทุนค่าติดตั้งของแต่ละสถานี

สถานี	ปริมาณอ้อย(ตัน)	ต้นทุน (บาทต่อตัน)
1	19,516	83.57
2	18,590	87.73
3	12,825	127.16
4	53,120	30.70
5	32,673	49.92
6	11,111	146.79
7	18,225	89.49
8	15,529	105.02
9	9,132	178.60
10	42,297	38.56
11	34,541	47.22
12	28,239	57.76
13	41,932	38.90
รวม/เฉลี่ย	344,462	61.55

ครอบคลุมปริมาณเกษตรกร 4,145 รายพื้นที่ 34,462 ไร่ พื้นที่ทับซ้อนทั้งที่ปลูกอ้อยและไม่ปลูกอ้อยจำนวน 240,937 ไร่

การคำนวณหาเนื้อที่แปลงอ้อยของแต่ละสถานี เนื่องจากพื้นที่ให้บริการมีการทับซ้อนกัน ดังนั้นหากสถานีใดทับซ้อนกันสองสถานี ส่วนที่ทับซ้อนกันสองสถานี จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ทับซ้อนกันสามสถานี 3 สถานีแบ่งเป็น 3 ส่วน

3.3 พัฒนาแบบจำลองและปรับปรุงให้เหมาะสม

ออกแบบขั้นตอนวิธีในการเลือกที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 2

3.4 การทดสอบระบบ

3.4.1 ทดสอบการทำงานของแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบการซ้อนทับของขอบเขตการให้บริการตามรัศมีของเส้นถนนระหว่างสถานีขนถ่ายเดิม และสถานีขนถ่ายที่ได้จากแบบจำลองที่ทำการพัฒนา

3.4.2 ทดสอบการทำงานของแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่พัฒนา โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายใน

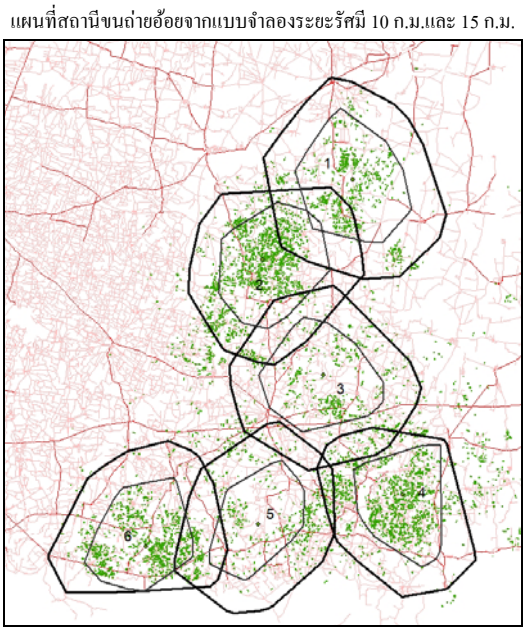
การติดตั้งต่อตันอ้อยระหว่างสถานีขนถ่ายเดิม และสถานีขนถ่ายที่ได้จากแบบจำลองที่ทำการพัฒนา

ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนวิธีของการเลือกที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อย

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแบบจำลอง

จากการทำงานตามขั้นตอนวิธีในแบบจำลอง บนพื้นที่ปัญหาของภาพที่1 จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนที่ตั้งสถานีขนถ่ายจากการทำงานตามแบบจำลองระยะรัศมี 10 กิโลเมตร และ 15 กิโลเมตร

4.2 การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง

4.2.1 หาพื้นที่ปลูกอ้อยในขอบเขตการบริการของสถานีขนถ่ายอ้อยจากการทำตามแบบจำลองเพื่อหาปริมาณอ้อยที่อยู่ในขอบเขตการบริการของแต่ละสถานี เพื่อคาดการณ์ผลผลิต 10 ตันต่อไร่

4.2.2 เปรียบเทียบต้นทุนค่าติดตั้งสถานีขนถ่ายต่อตันอ้อยจากปริมาณอ้อยในขอบเขตการบริการ

ซึ่งได้ปริมาณอ้อยและต้นทุนค่าติดตั้งของแต่ละสถานีดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ปริมาณอ้อยและต้นทุนค่าติดตั้งของแต่ละสถานี

สถานี	ปริมาณอ้อย(ตัน)	ต้นทุน (บาทต่อตัน)
1	42,930	37.99
2	86,760	18.80
3	36,331	44.89
4	82,826	19.69
5	37,873	43.06
6	58,051	28.10
รวม	344,775	28.38

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2.1 ขอบเขตการให้บริการตามรัศมีของเส้นถนนซ้อนทับน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิมโดยเปรียบเทียบจากภาพที่ 1 และภาพที่ 3 ขอบเขตการให้บริการของสถานีขนถ่ายตามแบบจำลองครอบคลุมจำนวนแปลงอ้อยของเกษตรกรจำนวน 4,161 ราย พื้นที่ปลูกอ้อย 34,477 ไร่ พื้นที่ทับซ้อนทั้งปลูกอ้อยและไม่ปลูกอ้อยจำนวน 188,871 ไร่ ดังนั้น ขอบเขตการให้บริการของสถานีขนถ่ายตามแบบจำลอง ครอบคลุมแปลงอ้อยของเกษตรกร มากกว่าร้อยละ 0.38 ครอบคลุมพื้นที่ปลูกอ้อย มากกว่าร้อยละ 0.04 พื้นที่ทับซ้อนทั้งปลูกอ้อยและไม่ปลูกอ้อยลดลงจากเดิมร้อยละ 21.61

4.2.2 ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิม ต้นทุนค่าติดตั้งของสถานีขนถ่ายแบบเดิมมีต้นทุนค่าติดตั้งสูงสุด 178.60 บาทต่อตัน ต่ำสุด 30.70 บาทต่อตันเฉลี่ยรวม 61.55 บาทต่อตัน ต้นทุนค่าติดตั้งของสถานีขนถ่ายตามแบบจำลอง มีต้นทุนค่าติดตั้งสูงสุด 44.89 บาทต่อตัน ต่ำสุด 19.69 บาทต่อตัน เฉลี่ยรวม 28.38 บาทต่อตัน ดังนั้นต้นทุนค่าติดตั้งสถานีขนถ่ายตามแบบจำลองจึงมีต้นทุนในการติดตั้งต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิม เนื่องจากจำนวนสถานที่ขนถ่ายอ้อยที่ลดลง โดยที่ยังสามารถครอบคลุมปริมาณแปลงอ้อยของเกษตรกรรายย่อยได้มากกว่าเดิมร้อยละ 0.04

5. สรุป

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์เครือข่าย และใช้เครื่องมือสถิติเชิงพื้นที่ การกระจายตัวพื้นที่ กับ ทฤษฎีหาจุดกลาง ผลการศึกษา พบว่า ขอบเขตการให้บริการตามรัศมีของเส้นถนนซ้อนทับน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายแบบเดิม และทำให้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่อตันอ้อยน้อยกว่าการตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบเดิมซึ่งจากเดิมมีจำนวนสถานีถึง 13 สถานี จากการวิเคราะห์ทำให้สถานีลดลงเหลือ 6 สถานี

งานวิจัยนี้เหมาะสำหรับใช้หาที่ตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยแบบถาวร เนื่องจากยังมีแปลงอ้อยบางแปลงที่อยู่นอกขอบเขตการบริการจึงควรวิเคราะห์เฉพาะส่วนนั้น แล้วหาสถานที่ตั้งเป็นสถานีขนถ่ายอ้อยแบบชั่วคราว จนกว่าปริมาณอ้อยมีความหนาแน่นพอจึงวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งแบบถาวรในคราวต่อไป งานวิจัยนี้ทดสอบข้อมูลค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานีขนถ่ายอ้อยโดยใช้ปั้นจั่นยกอ้อย แต่ในระบบของสถานีขนถ่ายอ้อยมีการใช้เครื่องมือยกอ้อยชนิดอื่น เช่น รถยก รถคีบอ้อย ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรมีการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่องมือในการยกอ้อยและจำนวนเครื่องมือที่ควรมีในแต่ละสถานีขนถ่ายด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] นันทิกา ชัยกัญหา. "การ*จัดกลุ่มเกษตรกร*ไร่อ้อยเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมสูงสุดต่ำที่สุด" *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 34 ฉบับที่ 4-6 (พิเศษ)* หน้า 190-193. 2546.

[2] ณัฐพร สุวรรณสูนย์. "ทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย". *วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร* , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2545.

[3] พรชัย ท้วมปาน. "โครงสร้างต้นทุนการขนส่งอ้อย". *วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์*,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

[4] บุริม นิลแป้น. "การวางแผนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลอย่างมีประสิทธิภาพ". *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ* 24-26 ตุลาคม 2550. หน้า 1063-1069 .

[5] ฉัตรเกล้า แสนเมือง. "การประยุกต์ใช้ฟัซซี่ซีมีนส์เพื่อหาพื้นที่ตั้งสถานีพักอ้อยโดยพิจารณาช่วงเวลาอุปทานอ้อย". *วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.2552.

[6] ภัทราวุธ ปักเคธาติ. "การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทย". *วิทยานิพนธ์สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม*, มหาวิทยาลัยศิลปากร.2550.

[7] ชาติชาย บุญยู และ รัฐไท ธนานุภาพไพศาล. "ปัญหาการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยและการหาทำเลที่ตั้งสำหรับสถานีพักอ้อยในรูปแบบพลวัต". *วิศวกรรมสาร มข.*ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 (209-224)2549.

[8] Chetthamrongchai P,Auansakul A and Supawan D. "Assessing the transportation problems of the sugar cane industry in Thailand". *Transport and Communication Bulletin for Asia and Pacific*, No.70, pp.31-39, 2001.

[9] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. "สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2555". กรุงเทพ: อักษรสยามการพิมพ์.2555.

[10] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. "ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี2554".กรุงเทพ:ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4.2555.

[11] ศศินา จันทร์เชย. การเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า (ออนไลน์). สืบค้นจาก:http://logisticscorner.com/ [20 ธันวาคม 2555].2553.

[12] บุริม นิลแป้น. "การวางแผนการขนส่งอ้อยโดยกำหนดลำดับการทำงานของรถตัดอ้อย". *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2(2) หน้า 17-25.

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการ

A Decision Support System For Evaluation the Level of the Position of the Government Official

อภิรักษ์ บุตรดี (Apirak Butdee)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]benzanakub@gmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยจัดเก็บข้อมูลประวัติข้อมูลการประเมินผลการปฏิบัติการของข้าราชการ และช่วยในการตัดสินใจในการเลื่อนระดับตำแหน่ง ซึ่งในการออกแบบระบบได้นำเทคนิควิธีฐานกฎ (Rules Based) และเทคนิควิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis) มาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล และพิจารณาการเลื่อนระดับตำแหน่ง และได้ประยุกต์ใช้หลักการบริหารงานบุคคลสำหรับการเลื่อนตำแหน่งที่มุ่งถึงการยกระดับฐานะให้สูงขึ้น แถมยังมีค่าตอบแทนและศักดิ์ศรีดีขึ้นกว่าเดิมด้วย ในเมื่อการเลื่อนตำแหน่งเป็นสิ่งที่ดีกว่าเดิม การเลื่อนตำแหน่งจึงเป็นเรื่องสำคัญและมีความหมายอย่างยิ่งในการทำงาน ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยภาพรวมจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.26) จึงสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ฐานกฎ วิเคราะห์ข้อความ

Abstract

This research aims to develop a decision support system (DSS) for Evaluation the level of the Position of the Government Official including record of personal information evaluate the performance of Government Official and help to decide up level of the Position. The system for this designed using a combination of Rules-Based and text analysis to help analysis and evaluate up level of the Position Which applied the Principle of Human Resource Management for advances aimed to enhance the performance and benefit. Advancement have important. The Result Showed that the total performances of system values were good (the average value and standard deviation value are 4.11 and 0.26 respectively). This concluded that this system can be used in a real work scenario fulfilling user requirement and help decisions on evaluation the level of the position of the Government Official with good performance.

Keyword: Dicision Support System, Rule Based, Text Analysis

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบริหารงานบุคคล นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งต่อองค์กรที่จะทำให้องค์กรบรรลุเป้าหมายและทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยทางด้านบุคลากรหรือผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในบรรดาทรัพยากรทั้งหมด เพราะสามารถที่จะจัดการหรือหาวิธีที่จะดำเนินการให้องค์กรบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นบุคลากรจึงเป็นที่มาของความสำเร็จหรือความล้มเหลวขององค์กรอีกด้วย

จะเห็นว่าการบริหารงานบุคคลมีความสำคัญต่อองค์กรมากที่สุด เนื่องจาก การบริหารงานบุคคลเป็นกระบวนการอย่าง

หนึ่งของการบริหารที่จัดการเกี่ยวกับ บุคคลที่ นำมาใช้ในองค์กร และที่มีอยู่แล้ว โดยเริ่มจากการวางแผน การสรรหาบุคคลเข้ามา ทำงาน การทำนุบำรุงรักษา รวมทั้งการดำเนินการเมื่อบุคคลนั้นพ้นจากไป ซึ่งองค์กร ใดจะบรรลุผลตามที่ตั้งเป้าหมายไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยสำคัญ ก็คือ คน" หรือ บุคลากร ในองค์กร "ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการบริหารงาน และเป็นที่ยอมรับกันว่ามนุษย์หรือคน เป็นทรัพยากรทางเศรษฐกิจที่มีค่าและสำคัญที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าวเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับการบริหารทรัพยากรบุคคลในการพิจารณาการเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการ ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาระบบที่ช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการวางแผนงานต่าง ๆ โดยข้อมูลที่ได้จากการสรุปวิเคราะห์ ด้วยระบบนี้จะทำให้เห็นภาพรวมของการบริหารอัตรากำลัง เพื่อใช้ในการดำเนินการเลื่อนระดับตำแหน่งบุคคล เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการประเมินแผนการบริหารทรัพยากรบุคคลแต่ละรอบปีงบประมาณ สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ล่วงหน้า มีการจัดทำรายงานได้รวดเร็วขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลความเคลื่อนไหวทางอัตรากำลัง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการบริหารงานบุคคลขององค์กร

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเลื่อนตำแหน่งของระบบราชการไทย

การเลื่อนตำแหน่ง หมายถึง การสั่งข้าราชการให้มีอำนาจหน้าที่และรับผิดชอบงานในตำแหน่งที่มีระดับสูงกว่าเดิม ทั้งนี้อาจเป็นตำแหน่งในสายงานเดิม หรือต่างสายงานก็ได้ในราชการพลเรือนนั้น การเลื่อนตำแหน่งถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานภาพในการทำงานในทางที่ดีขึ้น เป็นการเลื่อนฐานะจากระดับที่ต่ำกว่าขึ้นไปสู่ตำแหน่งในระดับที่สูงขึ้น [1]

2.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Dicision Support System)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นระบบหนึ่งที่มีกระบวนการคัดเลือกแนวทางปฏิบัติจากหลายทางเลือก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่ทุก ๆ องค์กรล้วนให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก ทำให้ผู้บริหารสามารถเรียกใช้ข้อมูลสารสนเทศได้ตรงตามความต้องการอยู่เสมอ และได้รับข้อมูลสารสนเทศที่สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจได้ทันเหตุการณ์ [2]

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจช่วยในการตัดสินใจปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ สามารถช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถช่วยแนะนำทางเลือกในการปฏิบัติและช่วยในการตัดสินใจเพื่อหาคำตอบของปัญหาเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจยังเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจการบริหารในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจจึงจำเป็นต้องสามารถรองรับรูปแบบการตัดสินใจของผู้ใช้ที่หลากหลายด้วย

2.3 ระบบฐานกฎ (Rule Based System)

ระบบฐานกฎ (Ruled Based System) เป็นระบบอิงกฎเกณฑ์ เป็นระบบที่ใช้กฎในการตัดสินใจทำนายแก้ปัญหาโดยกฎต่าง ๆ จะถูกสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นจะเห็นการใช้ระบบฐานกฎในระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบเหล่านี้เป็นการนำความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน มาสร้างเป็นกฎแล้วให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่แทนผู้เชี่ยวชาญนั่นเอง แต่ข้อจำกัดคือกฎจะไม่สามารถเปลี่ยนได้บ่อย จึงเหมาะกับการแก้ปัญหาที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ระบบแบบฐานกฎเป็นเทคนิคที่มีความเข้าใจง่ายและสะดวกในการปรับใช้ตามปัญหาขององค์กร ใช้กฎที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้นำมาวิเคราะห์คิดหาเหตุผลประมวลผลคำขอ (Query) ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ฐานกฎ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้า Forward Chaining) และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลัง (Backward Chaining) [3] ทั้งสองแบบจะเกี่ยวข้องกับชุดของฐานกฎ ซึ่งกฎที่ใช้เป็นได้ทั้งค่าจริงหรือค่าเท็จ โดยต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างกันเปรียบเสมือนห่วงโซ่ที่คอยคล้องกฎต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ๆ โดยจะสิ้นสุดการค้นหาต่อเมื่อมีการค้นพบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้าเป็นวิธีการมุ่งเน้นความสำคัญที่ข้อมูล โดยเริ่มจากการค้นหาข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่ หรือจากแนวความคิดพื้นฐาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ ซึ่งในการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์

ข้อมูลแบบไปข้างหน้าหรือวิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลังนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสอบกฎก่อนว่ากฎนั้นเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการค้นหา และประเภทของงานที่จะนำมาประยุกต์ใช้

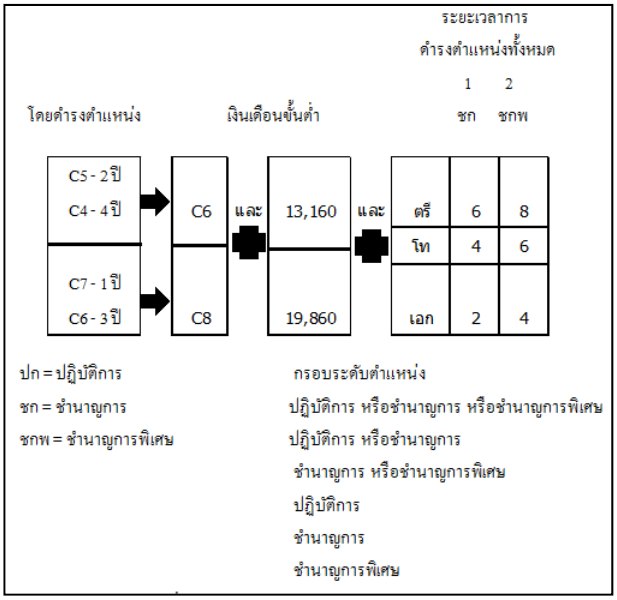
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานกฎตัวอย่างเช่น [4] การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในโครงการที่อยู่อาศัยที่ใช้เพื่อศึกษาข้อมูลเพื่อการสร้างโมเดล สำหรับการตัดสินใจในการอนุมัติซึ่งยังขาดความแน่นอนของผลลัพธ์เพราะระบบได้พัฒนาเพื่อเรียงตามความเหมาะสมของบุคคลไม่ได้ให้คำตอบที่แน่นอนว่าได้หรือไม่ได้ ดังนั้นจึงเพิ่มกฎเกณฑ์ในการประเมินเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ หรือโดยใช้ระบบแบบอิงกฎเกณฑ์ (Rule-Based System) มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ หรือ [5] ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาการให้ส่วนลดแก่ลูกค้าได้นำฐานกฎเข้ามาใช้ในการตัดสินใจ ทำนายแก้ปัญหาโดยนำกฎต่างๆ ที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วให้เครื่องทำหน้าที่แทนผู้เชี่ยวชาญ
ได้นำฐานกฎมาช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจ หรือ [6] ได้นำฐานกฎมาช่วยในการประยุกต์ใช้ ซึ่งในงานวิจัยจะเน้นการพิจารณาค่าความผกผัน ซึ่งจากงานวิจัยทำให้ทราบถึงการค้นหาในแบบของโหนดแม่ (Root Node) ที่จะมีอัตราผกผันน้อยกว่าการค้นหาในโหนดลูก [7] ได้ทำการพัฒนาระบบงานโดยใช้โครงสร้างแบบออนโทโลยีและนำฐานกฎมาช่วยในการวิเคราะห์และช่วยในการตัดสินใจ

3. ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการ ได้พัฒนาระบบขึ้นรองรับผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ ผู้บริหาร ซึ่งในการศึกษา วิเคราะห์ และออกแบบระบบผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานทุกกลุ่มเพื่อให้ทราบถึงปัญหาและความต้องการที่แท้จริง

ในการพัฒนาระบบได้นำฐานกฎและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อความมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ ได้แก่ข้อมูลคะแนนประเมินตามเงื่อนไข ข้อมูลการคอมเม้นต์ของผู้บริหาร ซึ่งขั้นตอนในการสร้างฐานกฎนั้นจะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไปข้างหน้าโดยจะใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานในส่วนนี้เพื่อนำข้อมูลเงื่อนไขต่าง ๆ มารวบรวมเพื่อเขียนเป็นกฎและรวบรวมเงื่อนไขลงไว้ในฐานกฎก่อน จากนั้นนำข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขเพื่อหาค่าของคำตอบ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ฐานกฎจะนำเงื่อนไขที่มีอยู่นั้นมาทำการออกแบบโดยใช้คำสั่ง IF/ELSE และใช้ตัวเชื่อมในการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ AND หรือ OR นั่นเองเพื่อที่จะสร้างเป็นกฎออกมา ซึ่งในส่วนของฐานกฎนี้จะใช้ช่วยในการคัดเลือกข้าราชการที่มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ของการคัดเลือกนำมาคัดเลือกว่ามีคุณสมบัติควรได้รับการเลื่อนขั้นหรือไม่โดยสามารถแสดงเกณฑ์ในการคัดเลือกเบื้องต้นโดยเกณฑ์เบื้องต้นนั้นจะมีอายุงานที่ดำรงตำแหน่ง เงินเดือนขั้นต่ำ วุฒิการศึกษา เป็นต้น ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 1

สำหรับการแสดงผลของฐานกฎนั้นจะระบุออกมาในระบบเลยว่าข้าราชการท่านนั้นผ่านการคัดเลือกหรือไม่ผ่านการคัดเลือกโดยถ้าผ่านการคัดเลือกก็จะแสดงในระบบว่าได้รับการประเมินจาก C ไหน ไป C ไหน เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินข้าราชการต่อไปและถ้าไม่ผ่านการคัดเลือกระบบก็จะแสดงว่าไม่ผ่านการคัดเลือกเพราะสาเหตุใด โดยตัวอย่างโค้ดแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: ตัวอย่างกฎที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ

```
else if($row3['degree_id']=="6" and $dif_date_ed>=6){
//echo "5. ระดับการศึกษา 6 => วันที่เข้าบรรจุ 6 ปี<br>";
echo "<a href='test2.php?resu_id=".$resu_id."&&div_id=".$row[div_id].
"&&type=".$num_rows_c[type1]."'>จาก C".$row[level_id]." ประเมิน เป็น C8</a>";
}
else {echo "ไม่ผ่านการคัดเลือกเนื่องจากวุฒิการศึกษาไม่อยู่ในเกณฑ์";}
```

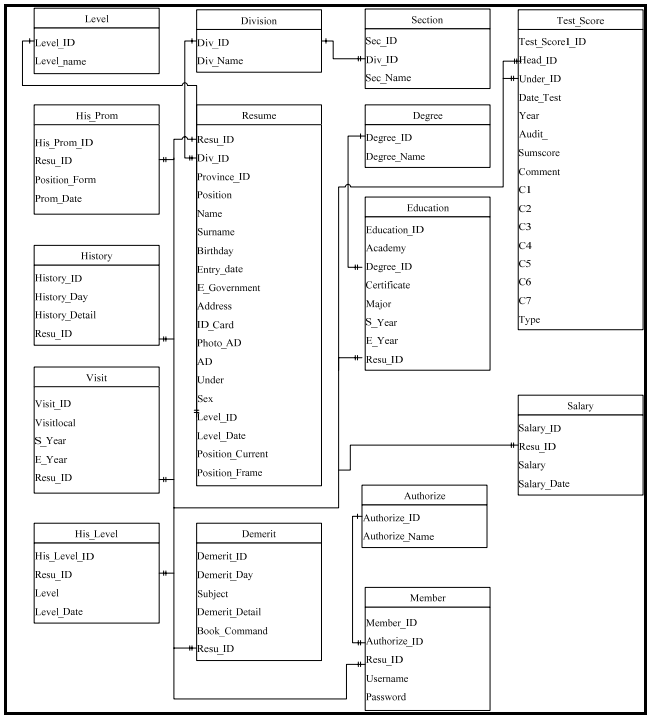
ภาพที่ 2: ตัวอย่างกฎที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ

ในส่วนของเทคนิคการวิเคราะห์ข้อความที่ใช้วิเคราะห์การคอมเม้นของผู้บริหารและใช้ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารนั้นได้ทำการวิเคราะห์รวบรวม คำคอมเม้นต์ต่าง ๆ ของผู้บริหาร มาทำการจัดทำเป็น index ไว้ในระบบโดยดึงจากคำสำคัญออกมาจากคอมเม้นของผู้บริหารและทำการวิเคราะห์และแปลความหมายของคำต่าง ๆ ออกมาเป็นค่า 2 ค่า นั่นคือค่าบวกและค่าลบ โดยพิจารณาจากความหมายของคำคอมเม้นของผู้บริหารนั่นเองว่าคำไหน หรือประโยคไหนเป็นเชิงบวกหรือเชิงลบ โดยจะคำนวณว่าในการคอมเม้นต์ลงในระบบของผู้บริหารนั้นเจอคำในเชิงไหนบ้าง และนำมาทำการวิเคราะห์และแสดงผลที่ถูกต้องออกมา ซึ่งจะส่งผลในการช่วยตัดสินใจนั่นเอง ซึ่งตัวอย่างของเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3

```
if($num_rows4['comment']!=""){
$text_neg = array("ไม่ผ่าน","ไม่มี","ขาดความรับผิดชอบ","ไม่ดี","ไม่","ไม่มีมนุษยสัมพันธ์","
ขาดการคิดตามผล","ไม่เห็นควร","ขาดมนุษยสัมพันธ์","ไม่เหมาะสม","ไม่มีความตั้งใจเท่าที่ควร",
"ขาดความตั้งใจ");
$text_pos= array("ดี","เห็นควร","อนุมัติ","ผ่าน","มีความรู้","มีความตั้งใจ","มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี",
"ขยันหมั่นเพียร","เป็นที่รัก","มีความวิริยะ","มีความสามารถ","เหมาะสม");

$count_neg = count($text_neg);
$sum_neg = 0;
for ($i=0; $i<=$count_neg-1; $i++)
{
$str_count = substr_count($num_rows4['comment'],$text_neg[$i]);
$sum_neg = $sum_neg + $str_count;
}
//echo $sum_neg;

$count_pos = count($text_pos);
$sum_pos = 0;
for ($j=0; $j<=$count_pos-1; $j++)
{
$str_count = substr_count($num_rows4['comment'],$text_pos[$j]);
$sum_pos = $sum_pos + $str_count;
}
// echo $sum_pos;
$total = $sum_pos - $sum_neg;
//echo $total;
if ($total <= 0) {echo "<img src='images/neg.png' width='24' height='24' />";}
else {echo "<img src='images/pos.jpg' width='24' height='24' />";}
}
```

ภาพที่ 3: ตัวอย่างโค้ดที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความ

ในการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity) และความสัมพันธ์ (Relationship) ของเอนทิตี้ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลประวัติส่วนตัว ข้อมูลประวัติการศึกษา ข้อมูลประวัติระดับ ข้อมูลประวัติการเลื่อนระดับตำแหน่ง ข้อมูลประวัติการเปลี่ยนสายงาน ข้อมูลประวัติเงินเดือน ข้อมูลประวัติโทษทางวินัย ข้อมูลคะแนนการประเมินการปฏิบัติงานของข้าราชการมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบงานสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการพัฒนาระบบ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฟังก์ชั่นการทำงานในส่วนของหน้าจอหลักของระบบสนับสนุนการการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5: หน้าจอหลักของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้าราชการที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก ที่มีการประยุกต์ใช้ฐานกฎเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยระบบสามารถแสดงข้อมูลของข้าราชการที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่จะทำไปสู่การประเมินต่อไป ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6

ข้าราชการที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก

ชื่อ - นามสกุล	สำนัก/กอง	ผลการคัดเลือก
สุนทร ละไม	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	ไม่ผ่านการคัดเลือกเนื่องจากระดับเกิน
เจนภพ คำดี	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	จาก C6 ประเมิน เป็น C8
สรรพยา มงคลธรรม	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	ทำการประเมินแล้ว
สำรวย แสงสุริย์	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	ทำการประเมินแล้ว

ภาพที่ 6: หน้าจอแสดงข้าราชการที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์

ตัวอย่างหน้าจอสำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการ ที่มีการประยุกต์ใช้ฐานกฎและเทคนิควิเคราะห์ข้อความเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและช่วยในการตัดสินใจ โดยระบบสามารถแสดงข้อมูลคะแนนการประเมิน และความเห็นของผู้บริหารว่าเป็นไปในเชิงบวก หรือเชิงลบ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 7

ช่วยตัดสินใจเลื่อนระดับตำแหน่ง

ชื่อ - นามสกุล	สำนัก/กอง	comment	test An.	ประเมิน	ผล
สุนทร ละไม	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์				ไม่ผ่านการคัดเลือก
เจนภพ คำดี	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์				รอการประเมิน
สรรพยา มงคลธรรม	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	มีการพัฒนางานที่ดี มีคุณสมบัติเหมาะสมพร้อม เห็นควรให้ได้รับการเลื่อนตำแหน่งเพื่อพัฒนาองค์กรต่อไป	+	88	ผ่าน
สำรวย แสงสุริย์	สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์	ยังขาดความรับผิดชอบต่องาน ไม่ค่อยมีมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น	-	44	ไม่ผ่าน

ภาพที่ 7: หน้าจอช่วยตัดสินใจในการเลื่อนระดับตำแหน่ง

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาระบบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการประเมินระบบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ที่ประเมินระบบได้จากการนำข้อมูลเข้า (Input) และผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ (Output) สำหรับฐานกฎที่ได้ทำการทดลองตรวจสอบนั้นได้ค่าความถูกต้องที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยจะแบ่งการประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ที่ใช้งาน จะแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ Functional Requirement Test, Function Test, Usability Test และ Security Test ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญที่เรียงลำดับจากมากไปน้อย มีผลการประเมินดังนี้ คือ Usability Test (mean = 4.30 และ S.D. = 0.46) Function Test (mean = 4.18 และ S.D. = 0.33) Functional Requirement Test (mean = 4.02 และ S.D. = 0.25) Security Test (mean = 3.96 และ S.D. = 0.10) ซึ่งภาพรวมของการประเมินประสิทธิภาพระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.26

ในส่วนการประเมินความพึงพอใจระบบจากผู้ที่ใช้งานที่เรียงลำดับจากมากไปน้อยมีผลการประเมินดังนี้ คือ Function Test (mean = 4.40 และ S.D. = 0.50) Security Test (mean = 4.38 และ S.D. = 0.49) Functional Requirement Test (mean = 4.36 และ S.D. = 0.48) Usability Test (mean = 4.32 และ S.D. = 0.47) ซึ่งภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.49

และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมทั้งในด้านประสิทธิภาพระบบและความพึงพอใจ พบว่าสามารถรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และช่วยในการสนับสนุนในการตัดสินใจได้รวดเร็วขึ้น มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ทำให้ลดเวลาในการปฏิบัติงานได้อย่างดี และง่ายต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่ และผู้บริหาร

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการที่ได้นำหลักการบริหารงานบุคคลมาประยุกต์ร่วมกับฐานกฎและ

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อความมาช่วยในการออกแบบระบบสามารถช่วยในการวิเคราะห์และสนับสนุนการตัดสินใจในการพิจาณาเลื่อนระดับตำแหน่งของข้าราชการได้เป็นอย่างดี สามารถจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ สะดวกและง่ายในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ และสามารถออกรายงานเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้อย่างคลอบคลุมความต้องการของเจ้าหน้าที่และผู้บริหาร ซึ่งจากผลการประเมินระบบจะแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง และรองรับการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งข้อเสนอแนะ อยากให้มีการเพิ่มฟังก์ชั่นงานอื่น ๆ ให้สามารถทำงานได้คลอบคลุมและเชื่อมต่อกับงานส่วนอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] พระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือน สำนักงาน ก.พ., 2551

[2] เอกวิทย์ สิทธิวะ, “รูปแบบสารสนเทศและการพัฒนาระบบบุคลากรระดับคณะในมหาวิทยาลัยผ่านเว็บเทคโนโลยี,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549.

[3] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, “คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และระบบผู้เชี่ยวชาญ, “พิมพ์ครั้งที่ กรุงเทพมหานคร 2: สำนักพิมพ์เคทีพี, 2553.

[4] ปทิตตา ชูช่วย, “การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาการให้ส่วนลดแก่ลูกค้า โดยใช้กรณีศึกษาของร้านดวงมณีอะไหล่ยนต์,” ปริญญานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[5] องอาจ อุ่นอนันต์, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้ฐานกฎสำหรับการบริหารงานบุคคล” สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[6] Anders, W. et al, “Evidence for rule-based processes in the inverse base-rate effect,: Integrated Book Technology, University College London, London, UK,2005.

[7] Bak, J. et al, “Application of an Ontology-Based and Rule-Based Model to Selected Economic Crimes: Fraudulent Disbursement and Money Laundering,” Integrated Book Technology, Institute of Control and Information Engineering, Poznan University of Technology, Poland, 2010.

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

A Decision Support System for Cash Management in Automobile Industry Using Decision Tree

สมเด็จ ศิริรัตนชัยกูล (Somdej Sirirattanachaiyakul)[1] และทิพยา จินตโกวิท (Thippaya Chintakovid)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Somdej.s@hotmail.com , [2]thippayac@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เป็นงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการนำเสนอทางเลือกในการวางแผนทางการเงินให้กับผู้บริหาร เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ โดยคำนวณรายได้จากการพยากรณ์ยอดขาย และคำนวณรายจ่ายจากสูตรการผลิต นโยบายทางการเงิน และค่าใช้จ่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรายได้และรายจ่ายนั้นจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขการชำระเงินของลูกค้าและคู่ค้าด้วย สำหรับยอดคงเหลือพิจารณาจากรายได้และรายจ่ายรวมถึงนโยบายทางการเงิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการวางแผนทางการเงิน จากนั้นระบบจะทำการเสนอทางเลือกที่เหมาะสมให้กับผู้บริหาร ปัจจัยสำคัญที่นำมาพิจารณาทางเลือก ได้แก่ ช่วงเวลา อัตราดอกเบี้ยและจำนวนเงินขั้นต่ำ-ขั้นสูง นอกจากนี้ระบบนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบรายงานงบกระแสเงินสดเป็นรายวัน รายเดือน รายไตรมาส รายปี ตามความต้องการใช้สารสนเทศของผู้บริหาร ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ พบว่าผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการเงิน มีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และผู้ใช้งานทั่วไป มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.44 สามารถสรุปได้ว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี และระบบเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนทางการเงิน

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ต้นไม้ตัดสินใจ การวางแผนทางการเงิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์

Abstract

The objective of the research "A Decision Support System for Cash Management in Automobile Industry Using Decision Tree" was to study and develop a system that can suggest suitable choices for cash management. As company executives need to know potential options when making a decision, this system calculates all incomes from sale forecasts, all costs from bills of materials (BOM), cash management policies, and direct / indirect costs. In addition, the calculation of incomes and costs also needs to consider various payment terms of customers and vendors. The balancing amount will be calculated from incomes and expenses. Cash management policies are also taken into consideration for the calculation of the balancing amount. The system then proposes appropriate alternatives to the management team. The three most important factors to be considered when suggesting financial planning alternatives are duration of cash management, interest rate, and minimum/maximum amount of each alternative. The system presents a statement of cash flow in various formats, daily, monthly, quarterly and yearly depending on decision makers' needs. The system was evaluated via user satisfaction questionnaires. The average satisfaction score of experts in IT and finance was 4.45, while the average satisfaction score of general users was 4.44. The results showed that experts and general users were satisfied with the decision support system and the system is useful for cash management.

Keywords: Decision Support System, Decision Tree, Cash Management, Automobile Industry

1. บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีลูกค้าและคู่ค้า รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมาก การวางแผนทางการเงินที่ดี เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมนี้สามารถดำเนินธุรกิจไปได้อย่างราบรื่น ก้าวหน้าและมีความน่าเชื่อถือทางธุรกิจสูง ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การตัดสินใจทางธุรกิจมีความถูกต้องแม่นยำ คือ สารสนเทศที่ถูกต้อง ครบถ้วน ทันสมัย โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับตัวเงิน

กระบวนการทำงานปัจจุบันของผู้วางแผนทางการเงินในกรณีศึกษานี้ ใช้การเชื่อมโยงข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีข้อมูลจำนวนมากจากฝ่ายต่าง ๆ จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาด ล่าช้า หรือพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ไม่ครบถ้วน อีกทั้งผู้วางแผนทางการเงินต้องทำงานแข่งกับเวลา เพื่อรองรับกับนโยบายของผู้บริหารที่มีการปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ปัญหาที่พบ คือ เวลาที่ใช้ในการวางแผนทางการเงินค่อนข้างสั้น เนื่องจากต้องรอนโยบายจากผู้บริหาร และข้อมูลสำคัญจากฝ่ายต่าง ๆ เพื่อประกอบการพิจารณา การวิเคราะห์ และการวางแผนทางการเงิน แล้วเสนอทางเลือกให้กับผู้บริหาร ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่า เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถเข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานในปัจจุบันได้

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ระบบนี้จะทำการประมวลผลข้อมูลและนำเสนอทางเลือกแก่ผู้บริหาร ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ พร้อมทั้งนำเสนอรายงานงบกระแสเงินสดตามรายวัน รายเดือน รายไตรมาสและรายปี ตามความต้องการใช้สารสนเทศของผู้บริหาร

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวางแผนทางการเงิน

การวางแผนทางการเงิน [1] หมายถึง การค้นหาทางเลือกเพื่อสนับสนุนกระบวนการในการตัดสินใจล่วงหน้าเกี่ยวกับปริมาณ และเวลาของเงินทุน แหล่งของเงินทุน และการจัดสรรเงินทุนโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประโยชน์ในด้านการทำกำไร (Profitability) และความคล่องตัว (Liquidity)

2.2 ต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้ตัดสินใจ[2] เป็นแผนภาพที่แสดงถึงรูปแบบทางเลือกของการตัดสินใจ และผลลัพธ์ที่มีความเป็นไปได้ โดยมีลักษณะโครงสร้างเป็นลำดับขั้นตอนการตัดสินใจ และทำให้ได้มาซึ่งแนวทางที่เป็นเป้าหมายของทางเลือก ต้นไม้เพื่อการตัดสินใจประกอบด้วย [3]

1. จุดตัดสินใจ (Decision Points) ตำแหน่งที่แสดงถึงแนวคิดหลักที่ต้องทำการตัดสินใจ ตำแหน่งการตัดสินใจนี้จะแสดงในลักษณะที่เป็นจุดของการแยกออกเป็นกิ่งก้านของต้นไม้ซึ่งเรียกว่า โหนด (Nodes)

2. ทางเลือกของการตัดสินใจ (Decision Alternatives) แสดงในลักษณะที่เป็นกิ่งก้านของต้นไม้ที่แยกออกจากจุดของการตัดสินใจ

3. เหตุการณ์ที่มีความเป็นไปได้ (Chance Events) มีเหตุการณ์ใดบ้างที่สามารถมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ

4. ผลลัพธ์ (Outcomes) คือผลการตัดสินใจของแต่ละทางเลือก

2.3 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ [4] เป็นระบบสารสนเทศที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ทำการตัดสินใจใช้ประกอบการตัดสินใจ ระบบได้รับการออกแบบให้ใช้งานง่ายและสะดวก มีความยืดหยุ่น โดยระบบจะไม่ทำการตัดสินใจแทน ผู้บริหารยังคงจะต้องใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จึงเป็นระบบที่มีการผสมผสานสารสนเทศที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้สารสนเทศ ระบบได้รับการออกแบบเพื่อให้สนับสนุนการตัดสินใจได้หลาย ๆ ด้านพร้อมกัน ดังนั้นสารสนเทศที่เกี่ยวข้องภายในองค์กรจึงได้รับการจัดระบบใหม่ เพื่อให้สามารถแสดงความเกี่ยวข้องอย่างชัดเจน สามารถเรียกใช้ได้ทันที ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้น อาจมีหลายประเภทแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของการพัฒนา เช่น ระบบให้คำปรึกษาหรือระบบวิเคราะห์การลงทุนเป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนทางการเงิน เช่นการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเพื่องานบริหารการเงิน กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระบบนี้ช่วยในการควบคุมดูแลการใช้เงินงบประมาณ โดยสามารถเก็บข้อมูลการใช้เงินงบประมาณในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทำให้สามารถรู้ถึงงบประมาณที่ใช้ไปแล้ว และงบประมาณที่คงเหลือได้[5] และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเงิน สำหรับบริษัท พงศ์โชตนาการยาง จำกัด เป็นการจัดทำระบบในการบริหารจัดการ และติดตามสินค้าคงคลัง ข้อมูลการจัดซื้อ รวมถึงข้อมูลการขายต่างๆ เพื่อเป็นสารสนเทศในการตัดสินใจให้กับผู้บริหารในการบริหารการเงินที่ใช้หมุนเวียนในการดำเนินธุรกิจ[6] งานวิจัยทั้งสองชิ้น เป็นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินซึ่งยังไม่มีการนำเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาใช้ มีเพียงการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล เพื่อทำการตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการตัดสินใจโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากนำวิธีการต้นไม้ตัดสินใจมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ เช่นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการพิจารณาเลื่อนขั้นเงินเดือนข้าราชการครู โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ กรณีศึกษา โรงเรียนบ้านบางกระบือ จังหวัดนครศรีธรรมราช ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครู ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยประเมินจากผลการปฏิบัติงาน ความประพฤติ และจรรยาบรรณวิชาชีพ ผลการประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดีเด่น ยอมรับได้ และต้องปรับปรุง ครูที่มีผลการปฏิบัติงานดีเด่นจะได้ปรับเงินเดือนขึ้น 1 ขั้น ผลการปฏิบัติงานที่ยอมรับได้ปรับเงินเดือนขึ้นครึ่งขั้น และไม่เลื่อนขั้นเงินเดือน ตามลำดับ [7]

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาการให้ส่วนลดแก่ลูกค้า โดยใช้กรณีศึกษาของร้านดวงมณีอะไหล่ยนต์ ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยในการคัดเลือกลูกค้าที่มีสิทธิ์ได้รับส่วนลด โดยพิจารณาจากยอดจำนวนเงินสั่งซื้อ วิธีการชำระเงิน ความถี่ในการสั่งซื้อ การชำระเงิน และส่วนลด [8]

ระบบจัดการคัดกรองผู้บริจาคโลหิตหมู่พิเศษโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ทำการคัดกรองรายชื่อผู้บริจาคโลหิตที่มีความพร้อมในการให้บริจาค โดย ระบบจะแสดงรายชื่อผู้บริจาคโลหิตที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ-นอกจากนี้ ระบบสามารถจัดการข้อมูลของผู้บริจาค รวมถึงข้อมูลการติดต่อระหว่างเจ้าหน้าที่กับผู้บริจาค ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาอีกปัจจัยหนึ่ง [9]

ระบบวินิจฉัยโรคผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้แผนภูมิการวินิจฉัยโรค พัฒนาขึ้นสำหรับนิสิตแพทย์และบุคคลทั่วไป เพื่อให้คำปรึกษาและตรวจวินิจฉัยโรคได้เช่นเดียวกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ระบบนี้นำแผนภูมิการวินิจฉัยโรคของ นายแพทย์สุรเกียรติ อาชานานุภาพ มาประมวลผลร่วมกับต้นไม้ตัดสินใจเพื่อวินิจฉัยโรคให้ผู้ใช้ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้แพทย์จะเป็นผู้สรุปความคิดเห็นของการวินิจฉัยโรคให้อีกครั้งหนึ่ง [10]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชัน ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอสารสนเทศ เพื่อช่วยในการวางแผนด้านการเงินของบริษัท ที่จะตอบสนองต่อมุมมองที่ผู้บริหารต้องการได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

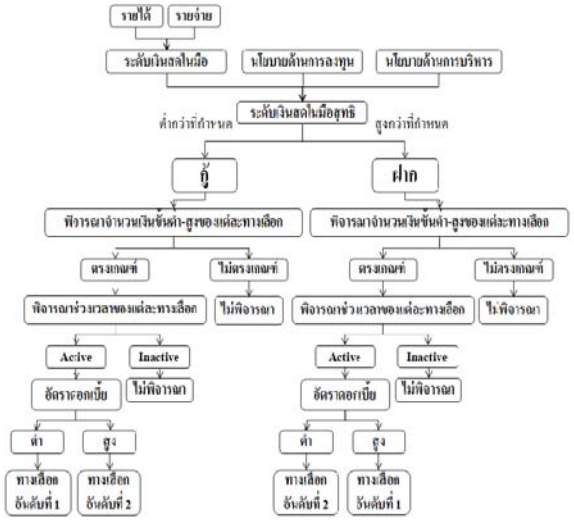
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวางแผนทางการเงินของระบบงานในปัจจุบัน โดยศึกษาจากเอกสารและสัมภาษณ์ผู้ที่มีหน้าที่วางแผนและบริหารการเงิน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

3.2 การวิเคราะห์ระบบ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้พัฒนาระบบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของ

เว็บแอพพลิเคชัน ระบบงานนี้มุ่งเน้นที่จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริหารระดับสูงในการวางแผนทางการเงินทั้งระยะยาว ระยะกลาง และระยะสั้น ซึ่งมีกระบวนการในการคำนวณและพิจารณาทางเลือกอย่างเป็นลำดับ ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ การสร้างต้นไม้ตัดสินใจของงานวิจัยนี้ สร้างจากการศึกษาเอกสาร ศึกษากระบวนการทำงาน และสัมภาษณ์ผู้ที่มีหน้าที่ในการวางแผนทางการเงิน เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการทำงานในปัจจุบัน แล้วทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการพิจารณาทางเลือก อย่างเป็นลำดับขั้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ต้นไม้ตัดสินใจ

จากภาพที่ 1 ระบบจะทำการคำนวณรายได้จากการพยากรณ์ยอดขาย คำนวณรายจ่ายจากสูตรการผลิต นโยบายทางการเงินและค่าใช้จ่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรายได้และรายจ่ายนั้นจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขการชำระเงินของลูกค้าและคู่ค้าแต่ละรายด้วย ซึ่งปัจจัยนี้จะมีผลในการประมาณการวันที่เงินเข้าและเงินออก ทำให้ทราบถึงระดับเงินสดในมือ ณ ขณะนั้น นอกจากนี้ ระบบยังคำนึงถึงนโยบายด้านการลงทุนและนโยบายด้านการบริหาร เพื่อคำนวณหาระดับเงินสดในมือสุทธิ ซึ่งเป็นตัวแปรตั้งต้นที่สำคัญในการพิจารณาทางเลือกต่อไป ระบบจะพิจารณาระดับเงินสดในมือสุทธิเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นอันดับแรก ถ้าระดับเงินสดในมือสุทธิต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะพิจารณาทางเลือก “กู้” เพื่อหาแหล่งเงินทุนมาเสริมสภาพคล่อง ในทางกลับกัน ถ้าระดับเงินสดในมือสุทธิสูงกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะพิจารณาทางเลือก “ฝาก” เพื่อลงทุนในรูปแบบต่าง ๆ ถัดมาระบบจะพิจารณาจำนวนเงินขั้นต่ำ-ขั้นสูงของแต่ละทางเลือกเป็นอันดับที่สอง โดยจะพิจารณาทางเลือกที่กำลังมีผลอยู่ ณ ขณะนั้น จากนั้นระบบจะพิจารณาช่วงเวลาของแต่ละทางเลือก โดยจะพิจารณาทางเลือกที่กำลังมีผลอยู่ ณ ขณะนั้นเป็นอันดับที่สาม จากนั้นระบบจะพิจารณาอัตราดอกเบี้ยเป็นอันดับที่สี่ ในกรณีของการกู้ ระบบจะพิจารณาทางเลือกที่มีอัตราดอกเบี้ยต่ำ เพื่อให้บริษัทมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ในทางกลับกัน ถ้าเป็นกรณีของการฝาก ระบบจะพิจารณาทางเลือกที่มีอัตราดอกเบี้ยสูง เพื่อให้บริษัทมีกำไรสูงที่สุด เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการพิจารณาทั้งหมดข้างต้น ระบบจะทำการเสนอทางเลือกให้กับผู้บริหาร

3.3 การออกแบบระบบ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้ Data Flow Diagram ในการออกแบบระบบงานใหม่ และอธิบายถึงวิธีการทำงานและการไหลของข้อมูลอย่างเป็นลำดับ และใช้ Entity Relationship Diagram ในการออกแบบฐานข้อมูล โดยทำการออกแบบหน้าจอการทำงานรวมถึงรายงานเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ในการวางแผนทางการเงินทั้งสิ้น 15 หน้าจอดังนี้ การจัดการข้อมูลผู้ใช้ ข้อมูลประเภทส่วนประกอบรถยนต์ ข้อมูลส่วนประกอบรถยนต์ ข้อมูลรถยนต์ ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลคู่ค้า ข้อมูลพยากรณ์ต้นทุนการผลิต ข้อมูลต้นทุนการผลิตจริง ข้อมูลพยากรณ์ยอดขาย ข้อมูลยอดขายจริง ข้อมูลนโยบายทางการเงิน ข้อมูลทางเลือกในการตัดสินใจ รายงานแผนงบกระแสเงินสด รายงานงบกระแสเงินสดตามยอดจริง และรายงานเปรียบเทียบงบกระแสเงินสด

3.4 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ พัฒนาในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 ในการสร้างหน้าจอและใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล

3.5 การทดสอบระบบ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบแบบ Black-box Testing เพื่อทดสอบว่าระบบมีความถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากพบข้อบกพร่อง จะทำการแก้ไขระบบ ก่อนนำไปประเมินผลในขั้นตอนต่อไป

3.6 การประเมินผลระบบ

ขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป 20 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานจะได้

ทดลองใช้ระบบและตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้องของการทำงาน ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน และด้านความสะดวกและง่ายในการใช้งาน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การใช้งานระบบ ผู้ใช้จะต้องเข้าสู่ระบบเพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ ในการเข้าถึงหน้าจอโดยแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 6 ฝ่าย ตามหน้าที่ความรับผิดชอบได้แก่

1. ฝ่ายผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่จัดการข้อมูลและสิทธิ์ของผู้ใช้
2. ฝ่ายวิจัยและพัฒนา มีหน้าที่ป้อนข้อมูลรถยนต์ ส่วนประกอบรถยนต์ และข้อมูลสูตรการผลิตรถยนต์
3. ฝ่ายขาย มีหน้าที่ป้อนข้อมูลลูกค้า ข้อมูลพยากรณ์ยอดขาย และข้อมูลยอดขายจริง
4. ฝ่ายจัดซื้อ มีหน้าที่ป้อนข้อมูลคู่ค้า ข้อมูลพยากรณ์ต้นทุนการผลิตรถยนต์ และข้อมูลต้นทุนการผลิตจริง
5. ฝ่ายการเงิน มีหน้าที่ป้อนข้อมูลนโยบายทางการเงินและข้อมูลทางเลือกในการตัดสินใจ นอกจากนั้นยังสามารถดูรายงานแผนงบกระแสเงินสด รายงานงบกระแสเงินสดตามยอดจริง และรายงานเปรียบเทียบงบกระแสเงินสด
6. ฝ่ายผู้บริหาร สามารถดูข้อมูลรายงานแผนงบกระแสเงินสด รายงานงบกระแสเงินสดตามยอดจริง และรายงานเปรียบเทียบงบกระแสเงินสด

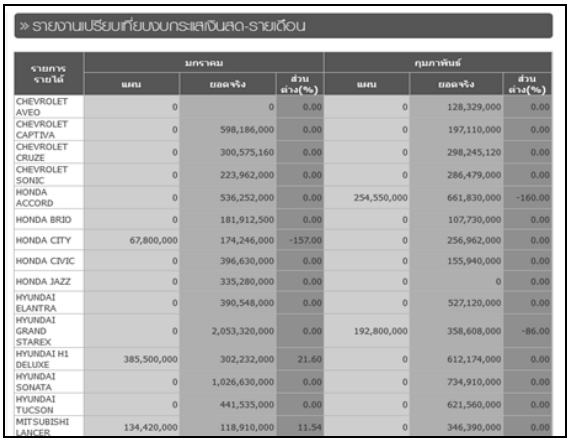
» รายงานแผนงบกระแสเงินสด-รายปี

รายงานแผนงบกระแสเงินสด-รายปี | รายงานแผนงบกระแสเงินสด-รายเดือน | รายงานแผนงบกระแสเงินสด-รายไตรมาส | รายงานแผนงบกระแสเงินสด-รายวัน

รายการรายได้	2011	2012	2013	2014	2015	จำนวนเงินรวม(บาท)
CHEVROLET AVEO	0	0	0	141,880,000	0	141,880,000
CHEVROLET CAPTIVA	0	0	1,816,640,000	0	342,800,000	2,159,640,000
CHEVROLET CRUZE	0	0	535,509,200	594,140,200	233,304,000	1,363,073,400
CHEVROLET SONIC	116,790,000	0	0	0	0	116,790,000
HONDA ACCORD	1,221,840,000	763,650,000	967,290,000	424,250,000	0	3,377,030,000
HONDA BRIO	127,575,000	94,500,000	406,350,000	0	0	628,425,000
HONDA CITY	0	67,800,000	0	271,200,000	0	339,000,000
HONDA CIVIC	0	361,600,000	0	395,580,000	0	757,100,000
HONDA JAZZ	132,000,000	363,000,000	0	132,000,000	0	627,000,000

ภาพที่ 2 หน้าจอรายงานแผนงบกระแสเงินสด

จากภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างหน้าจอรายงานแผนงบกระแสเงินสด ซึ่งสามารถเรียกดูได้ทั้งแบบรายปี รายไตรมาส รายเดือน และรายวัน โดยแสดงข้อมูล 3 ส่วน คือส่วนของรายได้ ส่วนของรายจ่าย และส่วนของยอดคงเหลือ ในกรณีรายได้ ถ้าตรงกับวันเสาร์และวันอาทิตย์ ระบบจะพิจารณาเลื่อนวันรับเงินออกเป็นวันจันทร์ ในกรณีรายจ่าย ถ้าตรงกับวันเสาร์และวันอาทิตย์ ระบบจะพิจารณาเลื่อนวันจ่ายเงินให้กับคู่ค้าเข้าเป็นวันศุกร์ ในส่วนของการเสนอทางเลือก ระบบจะแสดงรายละเอียดของทางเลือกได้แก่ ประเภททางเลือก (กู้หรือฝาก) ชื่อทางเลือก ชื่อธนาคาร และอัตราดอกเบี้ย


» รายงานเปรียบเทียบงบกระแสเงินสด-รายเดือน

รายการรายได้	มกราคม			กุมภาพันธ์		
	แผน	ยอดจริง	ส่วนต่าง(%)	แผน	ยอดจริง	ส่วนต่าง(%)
CHEVROLET AVEO	0	0	0.00	0	128,329,000	0.00
CHEVROLET CAPTIVA	0	598,186,000	0.00	0	197,110,000	0.00
CHEVROLET CRUZE	0	300,575,160	0.00	0	298,245,120	0.00
CHEVROLET SONIC	0	223,962,000	0.00	0	286,479,000	0.00
HONDA ACCORD	0	536,252,000	0.00	254,550,000	661,830,000	-160.00
HONDA BRIO	0	181,912,500	0.00	0	107,730,000	0.00
HONDA CITY	67,800,000	174,246,000	-157.00	0	256,962,000	0.00
HONDA CIVIC	0	396,630,000	0.00	0	155,940,000	0.00
HONDA JAZZ	0	335,280,000	0.00	0	0	0.00
HYUNDAI ELANTRA	0	390,548,000	0.00	0	527,120,000	0.00
HYUNDAI GRAND STAREX	0	2,053,320,000	0.00	192,800,000	358,608,000	-86.00
HYUNDAI H1 DELUXE	385,500,000	302,232,000	21.60	0	612,174,000	0.00
HYUNDAI SONATA	0	1,026,630,000	0.00	0	734,910,000	0.00
HYUNDAI TUCSON	0	441,535,000	0.00	0	621,560,000	0.00
MITSUBISHI LANCER	134,420,000	118,910,000	11.54	0	346,390,000	0.00

ภาพที่ 3 หน้าจอรายงานเปรียบเทียบงบกระแสเงินสด

จากภาพที่ 3 แสดงหน้าจอข้อมูลเปรียบเทียบแผนงบกระแสเงินสดกับงบกระแสเงินสดตามยอดจริงและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารเห็นข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น เพื่อให้เห็นแนวโน้มข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจในการวางแผนนโยบายและกลยุทธ์ทางการเงินในอนาคต

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในด้านความถูกต้องของการทำงานในหน้าที่ต่างๆ เท่ากับ 4.48 ในด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ เท่ากับ 4.40 และในด้านความสะดวกและง่ายในการใช้งานเท่ากับ 4.49 โดยสรุปความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	การแปลผล
1.ความถูกต้องของการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ	4.48	0.51	ดี
2.ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ	4.40	0.50	ดี
3.ความสะดวกและง่ายในการใช้งานระบบ	4.49	0.51	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.45	0.50	ดี

ในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบพบว่า ผู้ใช้งานมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในด้านความถูกต้องของการทำงานในหน้าที่ต่างๆ เท่ากับ 4.44 ในด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบเท่ากับ 4.30 และในด้านความสะดวกและง่ายในการใช้งานเท่ากับ 4.45 โดยสรุปความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้งานทั่วไปมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D	การแปลผล
1.ความถูกต้องของการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ	4.44	0.50	ดี
2.ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ	4.30	0.56	ดี
3.ความสะดวกและง่ายในการใช้งานระบบ	4.45	0.50	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.44	0.53	ดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การทำงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนทางการเงินในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ที่มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับการขยายตัวของบริษัทในอนาคตได้ เมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี และสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทั่วไปที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกัน สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ผู้บริหารตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังจากประเมินระบบแล้ว จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 สามารถนำอัลกอริธึม ID3 มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้

5.2.2 ในอนาคต สามารถต่อยอดในส่วนของการนำเสนอทางเลือกให้สวยงามและดูง่ายขึ้นด้วย JavaScript

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐพล นิมมานพัชรินทร์. (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 19 สิงหาคม 2555จาก http://www.arip.co.th/businessnews.php?id=410161

[2] เมธา ลิมปิวรรณ. *ต้นแบบเฝ้าระวังภัยทางการเงิน กรณีศึกษาสหกรณ์การเกษตร*. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552.

[3] ภาควิชาบริบาลเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ออนไลน์). สืบค้นวันที่ 19 สิงหาคม 2555 จาก http://www.thaitrainingzone.com/HrdNewsDetail.asp?id=51

[4] Nagraj Balakrishnan, Barry Render, Ralph M. Stair. Managerial Decision Modeling with Spreadsheets. 2nd ed. USA : Prentice Hall, 2006.

[5] กุณฑล กระบวนรัตน์. ระบบช่วยตัดสินใจเพื่องานบริหารการเงิน กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[6] คเชนทร์ พงศ์ทวีกาญจน์. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเงินธุรกิจสำหรับ บริษัท พงศ์โชตนาการยาง จำกัด. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

[7] นพดล คนซื่อ. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการพิจารณาเลื่อนขั้นเงินเดือนข้าราชการครูโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านบางกระบือ จังหวัดนครศรีธรรมราช. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[8] ปทิตตา ชูช่วย. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาการให้ส่วนลดแก่ลูกค้า กรณีศึกษาร้านดวงมณีอะไหล่ยนต์. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[9] สุรเดช บุญลือ. ระบบจัดการคัดกรองผู้บริจาคโลหิตหมู่เลือดพิเศษโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, 2551.

[10] สัญญา เครือหงษ์. ระบบวินิจฉัยโรคผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยใช้แผนภูมิการวินิจฉัยโรค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.

การกระจายส่วนแบ่งของเอเจนต์ในโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดภายใต้สภาพแวดล้อมแบบนอนซุปเปอร์แอดดิทีพด้วยหลักแชปลีย์

Payoff Distribution of Agents in Optimal Coalition Structure under Non-Superadditive by Shapley Value

เบญจวรรณ อินทระ (Benjawan Intara)[1] พาณิชย์ สุดโคต (Panich Sudkhot)[2]

และฉัตรตระกูล สมบัติธีระ (Chattrakul Sombattheera)[3]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[1]panalum_pp@hotmail.com, [2]pon.ict@gmail.com, [3]chattrakul.s@msu.ac.th

บทคัดย่อ

ค่าแชปลีย์เป็นหลักการหนึ่งในทฤษฎีการรวมกลุ่ม (Coalition Formation Theories) ของทฤษฎีเกม (Game Theory: Cooperative Game) โดยมีหลักคิดในเรื่องของการจัดสรรส่วนแบ่ง (Payoff) อย่างยุติธรรมของมูลค่ากลุ่มระหว่างเอเจนต์ ในงานวิจัยนี้เราต้องการศึกษาส่วนแบ่งของเอเจนต์ ในลักษณะของการกระจาย (Distribution) แบบ Non-Superadditive ซึ่งแตกต่างไปจากค่าแชปลีย์ดั้งเดิมที่มีการศึกษาเพียงลักษณะของการกระจายแบบ Superadditive ผลลัพธ์ในการทดลองนี้ทำให้ทราบลักษณะการกระจายส่วนแบ่งแบบ Non-Superadditive ในแต่ละกลุ่มย่อยของโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: ค่าแชปลีย์ เอเจนต์ ส่วนแบ่ง โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด

Abstract

Shapley value presents the concept of fairness to payoff distribution among agents in cooperative game. The existing approach assume superadditive environment, which the sum of the values of comprising coalitions is always less than that of the composed coalition. This research seeks to study the pattern of payoff distribution among agent innon-superadditive environment. However, such the environment may be non-superadditive, the coalition values are arbitrary.

Keyword: Shapley Value, Agent, Payoff, Optima Coalition Structure

1. บทนำ

ทฤษฎีเกม[1] เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้เพื่อการเจรจาต่อรองอย่างมีประสิทธิภาพในการค้นหาแนวทางที่จะนำไปสู่การตกลง ซึ่งแบ่งตามกติกาการเล่นออกเป็น 2 ประเภทคือ1) Non-Cooperative Game เป็นเกมที่กติกากำหนดให้ผู้เล่นไม่สามารถเจรจาต่อรองกันได้ การตัดสินใจของผู้เล่นเป็นอิสระต่อกัน 2) Cooperative Game เป็นเกมที่กติกากำหนดให้ผู้เล่นสามารถเจรจาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อรองร่วมมือหรือร่วมกลุ่มกันระหว่างผู้เล่น หลักการ(Solution Concept)ของการรวมกลุ่มในทฤษฎีเกมการร่วมมือมีหลายอย่างเช่น เคอร์เนล (Kernel)[2], คอร์ (The Core)[3] และค่าแชปลีย์ (Shapley Value)[4] เป็นทฤษฎีที่สามารถจัดสรรผลประโยชน์ให้กับเอเจนต์ได้อย่างยุติธรรมตามลำดับความสำคัญและมูลค่าที่เอเจนต์นำมามอบให้กับกลุ่ม Lloyd Shapley ผู้ที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเศรษฐศาสตร์ ปี 2012 ได้เสนอค่าแชปลีย์ โดยใช้วิธีคำนวณส่วนแบ่งของกลุ่มแบบ Superadditive ที่เมื่อกลุ่มสองกลุ่มรวมกันมูลค่าของกลุ่มใหญ่จะไม่น้อยกว่าผลรวมของกลุ่มย่อย(Superadditive: $\upsilon_{S\,U\,T} >= \upsilon_S + \upsilon_T$)

อย่างไรก็ตามในทางทฤษฎีเกม Sandholm [5] กล่าวไว้ว่าในลักษณะของเกมการร่วมมืออาจจะไม่เป็นลักษณะการกระจายตัวของขนาดของกลุ่มกับมูลค่ากลุ่มแบบSuperadditive เสมอไปเนื่องจากมีบางลักษณะที่เป็นแบบ Non-Superadditive

ซึ่งในหลักการของค่าแชปลีย์แบบดั้งเดิมไม่มีการจัดสรรส่วนแบ่งในลักษณะการกระจายแบบ Non-Superadditive สิ่งนี้คือความท้าทายในงานวิจัยนี้ที่ต้องการหาคำตอบในส่วนแบ่งสุดท้ายที่แต่ละเอเจนต์จะได้รับ

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบมัลติเอเจนต์ (Multi-agent system) [6]

เป็นลักษณะที่เอเจนต์สามารถทำงานร่วมกับเอเจนต์ตัวอื่นได้ โดยระบบๆหนึ่งที่ประกอบด้วยเอเจนต์หลายๆเอเจนต์ ซึ่งเอเจนต์เหล่านี้จะมีความสามารถในการสนับสนุนการทำงานร่วมกันของระบบซอฟต์แวร์ที่มีอยู่แล้ว โดยการปฏิสัมพันธ์ทั้งทางตรงผ่านโปรโตคอลการสื่อสาร การต่อรองและทางอ้อมผ่านการมีปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อม เพื่อปฏิบัติภารกิจอย่างใดอย่างหนึ่งของเอเจนต์ (Autonomous Agent) [7] ให้บรรลุเป้าหมายหรือตอบโจทย์ของผู้ใช้งาน

2.2 ทฤษฎีเกม (Game theory)

การรวมกลุ่มของเอเจนต์ในเกมการรวมมือสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกๆบริบทที่ประกอบด้วยหน่วยการตัดสินใจ (Decision Making Unit) หลายๆหน่วย ทั้งนี้การรวมกลุ่มของเอเจนต์ย่อมทำให้เกิดผลประโยชน์ร่วมกัน(Coalition Value) เกิดขึ้นในทางทฤษฎีนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือกันจะเป็นตัวเลขที่บ่งชี้มูลค่าหรือความพึงพอใจของเอเจนต์ต่อการรวมกลุ่มนั้นๆ ซึ่งอาจหมายถึงผลกำไร การลดต้นทุน ทั้งนี้สิ่งที่ทำให้เอเจนต์ซึ่งมีความเห็นแก่ตัว(Self Interested) ตกลงร่วมมือกันนั้นขึ้นอยู่กับการแบ่งบันผลประโยชน์ที่จะเกิดจากการร่วมมือกันของสมาชิกในกลุ่ม หากสมาชิกในกลุ่มทั้งหมดมีความพอใจต่อส่วนแบ่งที่ตนจะได้รับจากผลประโยชน์ที่จะเกิดจากการร่วมมือกัน การรวมกลุ่มก็จะเกิดขึ้น

สมมุตให้ระบบหลายเอเจนต์ระบบหนึ่งประกอบด้วย 3 เอเจนต์ คือ N = {a,b,c} ระบบนี้สามารถมีการรวมกลุ่ม ($S \subseteq N$) ได้ทั้งหมด $2^3 - 1 = 7$ กลุ่มได้แก่{A}, {B}, {C}, {A,B}, {A,C}, {B,C} และ {A,B,C} จะเห็นได้ว่าการรวมกลุ่มสามารถเป็นได้ตั้งแต่เอเจนต์แยกตัวอยู่เดี่ยวๆ(Singleton Coalition) การรวมกลุ่มกันของสองเอเจนต์หรือมากกว่าไปจนกระทั่งถึงการรวมกลุ่มของทุกๆเอเจนต์(Grand Coalition) ในระบบ

ในทฤษฎีการรวมกลุ่มจะกำหนดให้มีฟังก์ชั่นกำหนดมูลค่าของกลุ่ม(Characteristic Function) ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดผลประโยชน์หรือมูลค่า(υ_S) ที่จะเกิดจากการรวมกลุ่มให้แก่กลุ่มต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น $\upsilon(A)=2$, $\upsilon(B)=4$, $\upsilon(C)=3$, $\upsilon(AB)=5$, $\upsilon(AC)=6$, $\upsilon(BC)=8$, $\upsilon(ABC)=10$ หมายถึงมูลค่ากลุ่มที่ประกอบด้วย {A}, {B}, {C}, {A,B}, {A,C}, {B,C} และ {A,B,C} ตามลำดับ ภายหลังจากการต่อรองส่วนแบ่งระหว่างกันแล้วในท้ายที่สุดแล้วเอเจนต์จะตัดสินใจรวมกลุ่มกันอย่างใดอย่างหนึ่ง ลักษณะการรวมกลุ่มนั้นๆเรียกว่า โครงสร้างการรวมกลุ่ม (Coalition Structure: CS) จะเห็นได้ว่าในระบบนี้จะมีCS ทั้งหมดอยู่ 5 แบบได้แก่ {{A}, {B}, {C}}, {{A,B},{C}}, {{A,C}, {B}}, {{A}, {B,C}} และ{{A,B,C}} ซึ่งสามารถหามูลค่าของโครงสร้างการรวมกลุ่ม (Coalition Structure Value) ได้ดังนี้

$$\upsilon(CS) = \sum_{S \in CS} \upsilon_S \quad (1)$$

สิ่งสำคัญในภาพรวมของระบบคือโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด (Optimal Coalition Structure) คือ

$$\upsilon(CS)^* = \text{argmax} \sum_{S \in CS} \upsilon_S \quad (2)$$

สมการที่ 2 แสดงรูปแบบโครงสร้างการรวมกลุ่มที่มีผลรวมของมูลค่ากลุ่มสูงสุด เช่นจากโครงสร้างการรวมกลุ่มทั้ง 5 แบบที่มีมูลค่าดังนี้ $\upsilon(\{A,B,C\})=2+4+3=9$, $\upsilon(\{A,B\},\{C\})=5+3=8$, $\upsilon(\{A,C\},\{B\})=6+4=10$, $\upsilon(\{A\},\{B,C\})=2+8=10$, $\upsilon(\{A,B,C\})=10$ ดังนั้น โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด(CS*) คือ {A,C}, {B}, {A}, {B,C} และ{A,B,C}และ $\upsilon(CS)^*$ คือ 10

หลักการของการรวมกลุ่มในทฤษฎีเกมมีหลายอย่างเช่น เคอร์เนล[2] เป็นแนวทางในการตกลงร่วมมือกันเพื่อปฏิบัติภารกิจอย่างใดอย่างหนึ่งของเอเจนต์ ในระบบมัลติเอเจนต์ในการรวมกลุ่มจะเป็นการตกลงรวมกลุ่มของเอเจนต์ตั้งแต่เอเจนท์ที่อยู่เดี่ยวๆ จนถึงกลุ่มเอเจนต์ที่ประกอบด้วยเอเจนต์ทั้งหมดในระบบ และการรวมกลุ่มของเอเจนต์แต่ละเอเจนต์มีความพอใจต่อส่วนแบ่งที่ตนเองจะได้รับ, คอร์[3] เป็นหลักการร่วมกลุ่มมีเงื่อนไขสามอย่างคือ 1) ภายหลังเมื่อรวมกลุ่มแล้วทุกๆเอเจนต์จะต้องได้รับส่วนแบ่งไม่น้อยกว่าที่ตนเองจะได้รับโดยการรวมกลุ่มแบบเดี่ยว 2) ภายหลังเมื่อรวมกลุ่มแล้วทุกๆกลุ่มจะต้องสร้างมูลค่าได้เต็มประสิทธิภาพ (เช่นจัดสรรทรัพยากรจากการรวมกลุ่มเพื่อสร้างผลกำไรสูงสุด)และ 3) ผลรวมของมูลค่าของทุกๆกลุ่มในระบบจะต้องได้มูลค่าสูงสุด, ค่าแชปลีย์[4] มีหลักคิดในเรื่องของการจัดสรรส่วนแบ่งอย่างยุติธรรมของมูลค่ากลุ่มระหว่างเอเจนต์ซึ่งแบ่งตามการมีส่วนร่วมของความสำคัญของเอเจนต์ที่มีต่อกลุ่มนั้นๆ โดยพิจารณาจากการนำมูลค่ามาเพิ่มให้กับกลุ่ม จากนั้นพิจารณาส่วนแบ่งให้เอเจนต์

ตามสัดส่วนของความสำคัญของเอเจนต์ที่มีต่อกลุ่มของแต่ละเอเจนต์ โดยมีหลักการดังนี้

1) กำหนด Characteristic function ให้กับเอเจนต์ กล่าวคือ Characteristic function การนิยามของเกม ซึ่งในทางทฤษฎีเกมจะสนใจว่า เมื่อเอเจนต์มีการรวมกันแล้ว จะได้ประโยชน์อย่างไร

2) การหาการเรียงลำดับของสมาชิกในกลุ่ม (Permutation)

3) การคำนวณหาส่วนแบ่งให้กับสมาชิกตามหลักของค่าแชปลีย์

2.3 Near-Optimal Anytime Coalition Structure Generation

จากการศึกษางานวิจัยนี้ Rahwan และคณะ[8] ได้เสนออัลกอริทึมที่ให้กำเนิดโครงสร้างการรวมกลุ่มตามรูปแบบการใช้ฟังก์ชั่นกำหนดมูลค่าของกลุ่มเป็นตัวกำหนดมูลค่ากลุ่ม โดยจัดให้มีการเรียงกลุ่มที่มีขนาดเท่ากันตามลำดับตัวอักษรของสมาชิกในกลุ่ม การให้กำเนิดโครงสร้างการรวมกลุ่มทำได้โดยการเลือกรูปแบบโครงสร้างการรวมกลุ่มที่มีค่าขอบบน (upper bound) สูงสุดแล้วเลือกกลุ่มที่มีขนาดสอดคล้องเติมลงไปเป็นลำดับ ถึงแม้ว่าจะสามารถให้กำเนิดโครงสร้างการรวมกลุ่มได้อย่างรวดเร็วแต่ก็ยังไม่สามารถให้คำตอบที่ใกล้เคียงโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดเท่าที่ควร เนื่องจากต้องทำการค้นหาแบบทั่วถึงในทุกๆรูปแบบการรวมกลุ่ม ดังนั้น Rahwan และคณะ[9] จึงได้ปรับปรุงอัลกอริทึม โดยเพิ่มความสามารถในการกำจัด(Prune)พื้นที่การค้นหา โดยใช้เทคนิค Branch and Bound กับค่าขอบบนของรูปแบบโครงสร้างการรวมกลุ่ม ทำให้สามารถสร้างโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามอัลกอริทึมดังกล่าวยังขาดในเรื่องของการหาส่วนแบ่งให้กับเอเจนต์ที่เข้ามาร่วมกลุ่มกันในโครงสร้างการร่วมกลุ่มที่ดีที่สุด

2.4 ลักษณะของการกระจายข้อมูล (Distribution)

ลักษณะของการกระจายตัวของข้อมูลคือ ขนาดของกลุ่มกับมูลค่ากลุ่ม [5] สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้ 1) เมื่อกลุ่มสองกลุ่มรวมกันมูลค่าของกลุ่มใหญ่จะไม่น้อยกว่าผลรวมของกลุ่มย่อย แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Superadditive: } \upsilon_{S\cup T} >= \upsilon_S + \upsilon_T \quad (3)$$

โดยที่ $\upsilon_{S\cup T}$ คือ มูลค่าที่เกิดสองกลุ่มรวมกัน

υ_S คือ มูลค่ากลุ่มย่อย S

υ_T คือ มูลค่ากลุ่มย่อย T

2) เมื่อกลุ่มสองกลุ่มรวมกันมูลค่าของกลุ่มใหญ่จะไม่น้อยกว่าผลรวมของกลุ่มย่อย แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Subadditive: } \upsilon_{S\cup T} < \upsilon_S + \upsilon_T \quad (4)$$

3) เมื่อมูลค่าของกลุ่มเป็นแบบสุ่ม ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของกลุ่มและมูลค่ากลุ่ม (Non-Superadditive)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของส่วนแบ่งตามขนาดของกลุ่มกับมูลค่าของกลุ่ม ในลักษณะของการกระจายแบบ Non-Superadditive โดยใช้วิธีการนำกลุ่มในโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด(Optimal Coalition Structure : OCS) ซึ่งสามารถหาได้จากการใช้หลักการของโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดโดยใช้กระบวนการหาโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดของ Algorithm Near-Optimal Anytime Coalition Structure Generation[8] มาประยุกต์ใช้จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาส่วนแบ่งตามหลักการค่าแชปลีย์

3.1 ออกแบบอัลกอริทึมที่เหมาะสมกับข้อมูลแบบ Non-Superadditive

อัลกอริทึมนี้จะทำการหาโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดตามกระบวนการ โดยเริ่มจากการอธิบายตัวแปรต่างๆในอัลกอริทึมดังตารางที่ 1 และกระบวนการคำนวณหาการรวมกลุ่มภายใน OCS แสดงดัง Algorithm 1 ดังนี้

ตารางที่ 1: แสดงการอธิบายตัวแปรใน Algorithm 1

ตัวแปร	*อธิบายตัวแปร*
N	จำนวนของเอเจนต์
L	การแบ่ง Integer Partition (วิธีการแบ่งเลขจำนวนเต็ม)
S	การรวมกลุ่มทั้งหมด ($S \subseteq N$) = $2^n - 1$
F	การตั้งค่า(Configuration) ในการรวมกลุ่ม
CS	โครงสร้างการรวมกลุ่ม
υ(CS)	มูลค่าของโครงสร้างการรวมกลุ่ม (Coalition Structure Value)
υ(CS)*	มูลค่าของโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด
OCS	โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด (Optimal Coalition Structure)

Algorithm 1: Optimal Coalition Structure(OCS)

```
1: set N = noa
2: for each i from 1 to N do
3:    set s = 2^N - 1
4:    for each s from S ⊆ N do
5:       Generate υ
6:       υ(CS) = ∑ s ∈ CS υs
7:    end for
8: end for
9: generate L(N)
10: let F[L] <- cs
11: for each υ(CS) ∈ CS do
12:    υ(CS)* = argmax ∑ s ∈ CS υs
13:    OCS = υ(CS)*
14: end for
15: return OCS
```

จาก Algorithm 1 มีกระบวนการทำงาน ดังนี้ 1) กำหนดจำนวนของเอเจนต์ N จำนวนแสดงดังบรรทัดที่1 เช่น กำหนดให้ N = 4 จะได้โครงสร้างการรวมกลุ่ม N = {A, B, C, D}

2) กำหนดจำนวนของโครงสร้างการรวมกลุ่มทั้งหมด $S = 2^4 - 1 = 15$ แสดงดังบรรทัดที่ 3

3) ทำการให้กำเนิดมูลค่าในแต่ละ S พร้อมทั้งกำหนดมูลค่าให้กับโครงสร้างการรวมกลุ่มทั้ง 15 กลุ่ม ดังบรรทัดที่ 5 แล้วหามูลค่าของโครงสร้างการรวมกลุ่ม ในบรรทัดที่ 6

4) ให้กำเนิดการแบ่งเลขจำนวนเต็ม (Integer Partition) ในบรรทัดที่ 9 เริ่มจากให้ N แทนเลขจำนวนเอเจนต์ การแบ่งของ N คือ การแทน N ด้วยผลรวมของเลขจำนวนเต็มกล่าวคือ $N = a_1 + \ldots + a_N$ ผลรวมของ $a_1 + \ldots + a_N$ เรียกว่า Parts ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการแบ่งเลขจำนวนเต็ม กำหนดให้ L(N) แทนจำนวนของการแบ่งของ N และ L(N) เรียกว่า Partition Number หรือจำนวนที่เกิดจากการแบ่งเลขจำนวนเต็ม ยกตัวอย่างเช่น มีเอเจนต์อยู่ 4 เอเจนต์ในระบบจะแทนด้วย L(4) เป็นจำนวนการแบ่งของ 4 เอเจนต์ คือ 4, 3+1, 2+2, 1+1+2, 1+1+1+1 ดังตัวอย่างตารางที่ 2

5) ในบรรทัดที่ 10 ให้ F[L] เป็นการแบ่งโครงสร้างการรวมกลุ่มตาม Integer Partition โดยกำหนดให้แต่ละInteger Partition แทน แต่ละการตั้งค่าซึ่งสามารถมีการรวมกลุ่มได้ทั้งหมด 15 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 2

6) คำนวณหาโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดในแต่ละCS ที่มีผลรวมสูงสุดจะเป็น OCS แล้วนำคำนวณใน Algorithm 2 ต่อไป

ตารางที่ 2: ตารางแสดงโครงสร้างการรวมกลุ่ม

Integer Partition	*CS*
L[4]	F[L] = {A,B,C,D}
L[3+1]	F[L] = {B,C,D},{A} {A,C,D},{B} {A,B,D},{C} {A,B,C},{D}
L[2+2]	F[L] = {A,B},{C,D} {A,C},{B,D} {A,D},{B,C}
L[1+1+2]	F[L] = {A},{B},{C,D} {A},{C},{B,D} {A},{D},{B,C} {B},{C},{A,D} {B},{D},{A,C} {C},{D},{A,B}
L[1+1+1+1]	F[L] = {A},{B},{C},{D}

เมื่อได้เอเจนต์ที่อยู่ในกลุ่ม OCS แล้ว จากนั้นใช้อัลกอริทึมค่าแชปลีย์สำหรับคำนวณหาส่วนแบ่งให้กับกลุ่ม OCS ซึ่งเป็นแบบ Non-superadditive แสดงดัง Algorithm 2

ตารางที่ 3: แสดงการอธิบายตัวแปรที่ใช้ในอัลกอริทึม

ตัวแปร	*อธิบายตัวแปร*
P	เซตของ permutation โดย $p \in P$ หรือกลุ่มเอเจนต์ในกลุ่ม p โดย $OCS_j < OCS_k$
OCS_j	เอเจนต์ของ Optimal Coalition Structure ที่ถูกเรียงลำดับการเข้าร่วมกลุ่ม โดยที่ 1 <= j
OCS_k	เอเจนต์ของ Optimal Coalition Structure ที่ถูกเรียงลำดับการเข้าร่วมกลุ่ม โดยที่ k <= n
$S(OCS_j)$	กลุ่มเก่าที่มีสมาชิกเรียงตาม permutation ถึง OCS_j
$S(OCS_k)$	กลุ่มใหม่ที่มีสมาชิกเรียงตาม permutation ถึง OCS_k
$\upsilon(Socs_j)$	มูลค่ากลุ่มเก่า
$\upsilon(Socs_k)$	มูลค่ากลุ่มใหม่
$C^p_{ocs_k}$	Contribution ของ ocs_k ใน P
Avg	ค่าเฉลี่ยของกำไรที่ถูกจัดสรรอย่างยุติธรรม

Algorithm 2: Modifier Shapley Value

```
1: OCS = argmax∑_{s∈ocs}
2: for each p ∈ P do
3:   Set OCS_j = null
4:   for each OCS_j ∈ p do
5:     set S(OCS_j) = S(OCS_k) U OCS_j
6:       C^p_{ocs_k} = υ(Socs_k) - υ(Socs_j)
7:       S(ocs_j) = S(ocs_k)
8:   end for
9:   for OCS_j ∈ OCS do
10:     C(ocs_j, p) = ∑^p_{i=0} C^p_{ocs_k}
11:  end for
12:  Arg = 1/OCS C(ocs_j , p)
13: end for
14: return Arg
```

Algorithm 2 แสดงขั้นตอนการทำงานในการคำนวณหาส่วนแบ่งของกลุ่มใน OCS โดยหลักแชปลีย์ ดังต่อไปนี้

1) การหาการเรียงลำดับของสมาชิกในกลุ่ม OCS ซึ่งแสดงใน for บรรทัดที่ 2 อย่างเช่น กลุ่ม OCS ประกอบด้วย {E, D}, {A, B, C} จะได้การเรียงลำดับของกลุ่ม {A, D} คือ 2 x 1 = 2 และกลุ่ม {B, C, E} คือ 3 x 2 x 1 = 6 วิธี จากนั้นจึงกำหนดให้เอเจนต์ใน OCS ที่ได้เรียงเข้ากลุ่มแล้วมีค่าเป็น null

2) การคำนวณหาส่วนแบ่งให้กับสมาชิกตามหลักค่าแชปลีย์ โดย for ในบรรทัดที่ 4 สำหรับแต่ละการเรียงลำดับสมาชิกของกลุ่ม OCS ภายใน for ของการเรียงลำดับจะวนลูปเพื่อทำการคำนวณหามูลค่าที่แต่ละเอเจนต์ในของกลุ่ม OCS_j นำมามอบให้กับกลุ่ม จากนั้นคำนวณหามูลค่าที่แต่ละเอเจนต์ในกลุ่ม OCS_j นำมามอบให้กับกลุ่มโดยคำนวณจากการนำมูลค่าของกลุ่ม OCS ใหม่($\upsilon(Socs_k)$)ลบกับมูลค่ากลุ่มของกลุ่ม OCS เก่า ($\upsilon(Socs_j)$) (ในบรรทัดที่ 6) ตัวอย่างเช่นพิจารณากลุ่ม {A,B,C} เริ่มจากสมาชิกตัวแรกคือ เอเจนต์ A มีมูลค่าเป็น 2 ซึ่งเป็น

มูลค่าที่เกิดจากการร่วมมือเพียงลำพัง ต่อมามีสมาชิกตัวที่สองคือเอเจนต์ B ทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่า โดยการนำมูลค่าของกลุ่มใหม่มาลบกับมูลค่าของกลุ่มเก่าดังนี้ $\upsilon(S_{A,B}) - \upsilon(S_A) = 5 - 2 = 3$ ซึ่งเป็นมูลค่าที่เกิดจากการร่วมมือของ {A,B} จากนั้นสมาชิกตัวที่สามคือเอเจนต์ C ทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่า โดยการนำมูลค่ากลุ่มใหม่ลบกับมูลค่ากลุ่มเก่า ดังนี้ $\upsilon(S_{A,B,C}) - \upsilon(S_{A,B}) = 10 - 5 = 5$ ซึ่งเป็นมูลค่าที่เกิดจากการร่วมมือกันของ{A,B,C} พิจารณาการร่วมมือของ {C,B,A} การเพิ่มมูลค่าของแต่ละเอเจนต์ เพื่อการร่วมมือกัน ดังนี้

$$\text{Agent C} : \upsilon(S_C) - \upsilon(\emptyset) = 3 - 0 = 3 \quad (5)$$

$$\text{Agent B} : \upsilon(S_{C,B}) - \upsilon(S_C) = 8 - 3 = 5 \quad (6)$$

$$\text{Agent A} : \upsilon(S_{C,B,A}) - \upsilon(S_{C,B}) = 10 - 8 = 2 \quad (7)$$

และทำซ้ำในกระบวนการคำนวณมูลค่าที่เอเจนต์นำเข้ามาเพิ่มยังกลุ่มจนครบ สำหรับแต่ละรายการของการร่วมมือจะสามารถให้มูลค่าของแต่ละเอเจนต์ ดังแสดงตัวอย่างมูลค่าที่ได้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดง Permutation และมูลค่าตามหลักของ Shapley Value

	Contribution of Agent		
Order	**A**	**B**	**C**
{A,B,C}	2	3	5
{A,C,B}	2	4	4
{B,A,C}	1	4	5
{B,C,A}	2	4	4
{C,A,B}	3	4	3
{C,B,A}	2	5	3
Sum of Contribution	12	24	24
Average of Contribution	2	4	4

จากนั้นทำการหาผลรวมของมูลค่าที่แต่ละเอเจนต์นำมามอบให้กับกลุ่ม(ในบรรทัดที่ 10) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\text{Sum of Contribution (Agent A)} = 2+2+1+2+3+2 = 12 \quad (8)$$

$$\text{Sum of Contribution (Agent B)} = 3+4+4+4+4+5 = 24 \quad (9)$$

$$\text{Sum of Contribution (Agent C)} = 5+4+5+4+3+3 = 24 \quad (10)$$

จากนั้นจึงทำการหาการกระจายค่าเฉลี่ยของแต่ละเอเจนต์ใน 6 รายการที่เกิดจากความร่วมมือกัน (ในบรรทัดที่ 12) สำหรับค่าแชปลีย์ที่ได้ นั่นคือ

$$1/6\ (12, 24, 24) = (2, 4, 4) \quad (11)$$

(2, 4, 4; A, B, C) เป็นค่าของแชปลีย์ที่มีการจัดสรรการแบ่งบันส่วนแบ่งแก่เอเจนต์แต่ละเอเจนต์ตามลำดับความสำคัญของมูลค่าที่เอเจนต์นั้นๆนำมามอบให้กับกลุ่ม

3.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้กำหนดการตั้งค่าลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่ม (Distribution) เพื่อใช้เป็นฟังก์ชั่นในการกำหนดมูลค่าของการรวมกลุ่มก่อนจะทำการคำนวณหามูลค่าของกลุ่มใน OCS เนื่องจากลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มจะแสดงให้เห็นรูปแบบของการกระจายมูลค่าที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มแบ่งเป็นหมวดหมู่ของการกระจายออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) Increase(INC) เป็นรูปแบบลักษณะการกระจายมูลค่าแบบเพิ่มขึ้น 2) Normal(NOR) เป็นรูปแบบที่มีลักษณะของการกระจายมูลค่าแบบปกติ 3) Uniform(UNI) เป็นลักษณะรูปแบบของการกระจายมูลค่าแบบสม่ำเสมอต่อเนื่อง และ4) Subadditive(SUB) ลักษณะการกระจายมูลค่าที่เมื่อกลุ่มสองกลุ่มรวมกันมูลค่าของกลุ่มใหญ่จะน้อยกว่าผลรวมของกลุ่มย่อยเดิม จากนั้นทดสอบแต่ละลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มกับเอเจนต์จำนวน 15 เอเจนต์อย่างละ 100 รอบ

3.3 ผลการดำเนินการทดลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองคำนวณกลุ่ม OCS ในแต่ละลักษณะการกระจายแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5: เวลาเฉลี่ยในการคำนวณหา OCS

Distribution	***Time in sec***
INC	63.47
NOR	5.9
UNI	5.6
SUB	7.14

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองหาขนาดของกลุ่ม OCS ในแต่ละลักษณะการกระจายแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6: แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Distribution กับขนาดของกลุ่ม

Distribution	***The size of the group***		
	Small	**Medium**	**Large**
INC	23.67	26	50.33
NOR	1.1	5.15	93.75
UNI	3.32	3.35	93.33
SUB	0.92	14.84	84.24

จากตารางที่ 6 พบว่าในแต่ละลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มมีลักษณะการเกิดส่วนแบ่งในแต่ละ Coalition ของ OCS ที่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มขนาดเล็ก (มีขนาด Coalition OCS ตั้งแต่ 1-5 กลุ่ม) กลุ่มขนาดกลาง (มีขนาด Coalition OCS ตั้งแต่ 6-10 กลุ่ม) กลุ่มขนาดใหญ่ (มีขนาด Coalition OCS ตั้งแต่ 11-15 กลุ่ม) ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองส่วนแบ่งภายในกลุ่ม OCS ในแต่ละลักษณะการกระจายแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Distributionกับส่วนแบ่งในกลุ่ม

Distribution	***The payoff of the group***		
	Small	**Medium**	**Large**
INC	2.50	5.54	5.93
NOR	4.80	5.13	5.20
UNI	3.40	3.40	3.60
SUB	10.32	10.48	11.24

4. สรุปและอภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาส่วนแบ่งของเอเจนต์ในแบบ Non-Superadditive ซึ่งพิจารณาจาก OCS สามารถจัดสรรส่วนแบ่งให้กับเอเจนต์อย่างยุติธรรมภายในกลุ่มที่มีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8: แสดงเวลาและขนาดกลุ่มของ OCS

Distribution	*Time in sec*	*The size of the group*		
		Small	**Medium**	**Large**
INC	63.47	23.67	26	50.33
NOR	5.90	1.10	5.15	93.75
UNI	5.60	3.32	3.35	93.33
SUB	7.14	0.92	14.84	84.24

จากตารางที่ 8 ลักษณะส่วนแบ่งของเอเจนต์ในแบบ Non-Superadditive ด้วยหลักการค่าแชปลีย์สามารถจัดสรรส่วนแบ่งไปยังเอเจนต์ที่อยู่ในกลุ่มย่อยของ OCS ได้อย่างยุติธรรมและเหมาะสม ได้แก่กลุ่มที่มีการรวมรวมกันของเอเจนต์ภายในกลุ่มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งในการกระจายส่วนแบ่งมีเฉพาะกลุ่มเอเจนต์ขนาดใหญ่เหมือนในหลักค่าแชปลีย์ดั้งเดิม ซึ่งในการทดลองพบว่าในแต่ละลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มมีความแตกต่างกัน ดังนี้ ในลักษณะของการกระจายแบบ INC พบว่ามีแนวโน้มการแบ่งเอเจนต์เป็นกลุ่มขนาดเล็ก 23.67 %, กลุ่มขนาดกลาง 26 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 50.33 % ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณหากลุ่ม OCS คือ 63.47 วินาที ลักษณะของการกระจายแบบ NOR พบว่ามีแนวโน้มการแบ่งเอเจนต์เป็นกลุ่มขนาดเล็ก 1.10 %, กลุ่มขนาดกลาง 5.15 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 93.75 % ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณหากลุ่ม OCS คือ 5.90 วินาที ลักษณะของการกระจายแบบ UNI พบว่ามีแนวโน้มการแบ่งเอเจนต์เป็นกลุ่มขนาดเล็ก 3.32 %, กลุ่มขนาดกลาง 3.35 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 93.33 % ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณหากลุ่ม OCS คือ 5.60 วินาที และลักษณะของการกระจายแบบ SUB พบว่ามีแนวโน้มการแบ่งเอเจนต์เป็นกลุ่มขนาดเล็ก 0.92 %, กลุ่มขนาดกลาง 14.84 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 84.24 % ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณหากลุ่ม OCS คือ 7.14 วินาที ซึ่งขนาดของกลุ่มจะส่งผลให้ในการมูลค่าส่วนแบ่งของเอเจนต์ภายในกลุ่ม OCS สามารถถูกจัดสรรไปยังเอเจนต์ภายในกลุ่ม OCS ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ แสดงดังตารางที่ 7 ใน ลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มแบบ INC มีการกระจายส่วนแบ่งในขนาดกลุ่มเล็ก 2.50 %, กลุ่มขนาดกลาง 5.54 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 5.93% ใน ลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มแบบ NOR มีการกระจายส่วนแบ่งในขนาดกลุ่มเล็ก 4.80 %, กลุ่มขนาดกลาง 5.13 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 5.20 % ใน ลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มแบบ UNI มีการกระจายส่วนแบ่งในขนาดกลุ่มเล็ก 3.40 %, กลุ่มขนาดกลาง 3.40 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 3.60 % ใน ลักษณะการกระจายของมูลค่ากลุ่มแบบ SUB มีการกระจายส่วนแบ่งในขนาดกลุ่มเล็ก 10.32 %, กลุ่มขนาดกลาง 10.48 % และกลุ่มขนาดใหญ่ 11.24 %

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] G. owen, *Game theory*. London: W. B. Saunders Company, 1968.

[2] M. Davis and M. Maschler, "The Kernel of the Cooperative Game," *Naval Research Logistics Quaterly* vol. 12, pp. 223-259, 1965.

[3] D. Gillies, "Some Theorems on n-Person Games," Ph.D. Dissertation, Department of Mathematics, Princeton University, 1953.

[4] J. Kahan and A. Rapoport, *Theories of Coalition Formation*: Lawrence Erlbaum Assoiates, May 1984.

[5] T. Sandholm, K. Larson, M. Andersson, O. Shehory, and F. Tohmé, "Coalition structure generation with worst case guarantees," *Artificial Intelligence*, vol. 111, pp. 209–238, 1999.

[6] F. Bellifemine, G. Caire, and D. Greenwood, *Developing Multi-Agent Systems with JADE*. England: John Wiley & Sons Ltd, 2007.

[7] M. Wooldridge and N.R. Jenning, "Agent Theories, Architectures and Languages: A Survey," in *In the Proceedings of ECAI-Workshop on Agent Theories*, 1994.

[8] T. Rahwan, S. D. Ramchurn, V. D. Dang, and N. R. Jennings, "Near-Optimal Anytime Coalition Structure Generation," in *Proceeding of the 20th International Joint Conefrence on AI* Hyderabad India, 2007.

[9] T. Rahwan, S. D. Ramchurn, V. D. Dang, A. Giovannucci, and N. R. Jennings, "Anytime Optimal Coalition Structure Generation," in *Proceeding of the 22nd Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, Vancouver Canada, 2007.

ระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น
Message Analysis System from Web Board Restaurant Data using Opinion Mining

สุทธิวรรณ จรรยาพัฒนานุกูล (Sutthiwan Junyapattananukul)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Sutthiwan jun@utcc.ac.th, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหาร โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลความคิดเห็น (Opinion Mining) โดยเน้นการวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นต่างๆ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ช่วยผู้ที่ต้องการเลือกใช้บริการในร้านอาหารได้ตรงกับความต้องการ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผสานเทคนิคของการสืบค้นข้อมูลเข้ากับการประมวลผลทางภาษา โดยระบบจะรับข้อความแสดงความคิดเห็นภาษาไทยซึ่งข้อความนำมาจากเว็บไซต์วงในดอทคอม นำหน้าเว็บแต่ละร้านอาหารมาแยกเป็นชื่อร้านอาหาร ประเภทของร้านอาหาร ข้อความที่แสดงความคิดเห็น ซึ่งใช้โปรแกรมการตัดคำ (Lexto) นำมาตัดคำและวิเคราะห์คำว่าคำใดแสดงทัศนคติต่อคุณลักษณะใดของร้านอาหาร จาก 5 ประเภท คือ การบริการ รสชาติ ราคา สิ่งอำนวยความสะดวก และบรรยากาศ หลังจากนั้น จะระบุว่าข้อความแสดงความคิดเห็นโดยให้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน แท็กคำที่แสดงว่าเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบในแต่ละคุณลักษณะของร้านอาหาร แล้วนำข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับร้านอาหารมาสรุปในเชิงสถิติและแสดงผลในรูปแบบกราฟิก ซึ่งได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบในเรื่องของค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ ร้อยละ 83.11 ค่าความระลึก (Recall) เท่ากับ ร้อยละ 89.87 และค่า F-Measure เท่ากับ ร้อยละ 86.36 จึงสรุปได้ว่าระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหาร โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลความคิดเห็นสามารถใช้งานได้อย่างดี

คำสำคัญ: เหมืองข้อความแสดงความคิดเห็น การวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็น ข้อความแสดงความคิดเห็นภาษาไทย

Abstract

The purpose of this research is to develop a message analysis system from web board restaurant data using opinion mining. This developed system can be used to aid planning and also evaluate customer satisfaction towards products or services. Opinion Mining is a method that applies text mining techniques to human opinions written in a natural language. First, the system receives input which is customer's opinion written in the Thai language through Wongnai.com. The web page separates restaurant names by type and displays comments referring to that restaurant. The program stems the words (Lexto) and analyzes the responses by attitude toward features of 5 categories, service, flavor, price, facilities, and atmosphere. This will reflect the text submitted by a sample tag of 10 showing positive or negative levels for each feature of the restaurant. Finally, the summarized data is then converted into a graphical view. The evaluation of the system's performance revealed that the precision, recall, and F-measure return good values at 83.11 %, 89.87 %, and 86.36 %, respectively.

Keyword: Opinion mining, Sentiment analysis, Thai language

1. บทนำ

ปัจจุบันเว็บไซต์ได้มีเว็บบอร์ดในเรื่องต่าง ๆ ที่มีคนเข้ามาโพสต์ข้อความมากมายและเป็นที่นิยมของคนใช้งานอินเตอร์เน็ตที่จะเข้ามาติดต่อสื่อสารกัน ทั้งนี้ข้อความต่าง ๆ ที่กระทบให้ผู้อ่านเลือกใช้หรือไม่ใช้สินค้าหรือการบริการ [1] ซึ่งเป็นเว็บ 2.0 ที่มีปริมาณข้อมูลได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมายมหาศาล มีอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มาจากบริษัทองค์กร และแหล่งข่าว นอกจากนั้นการใช้ภาษาเขียนได้เปลี่ยนไปจากภาษาที่เป็นทางการ เป็นภาษาในการสนทนา และภาษาแช็ท ดังนั้นการวิเคราะห์และประมวลผลภาษาจะมีความยากและท้าทายเพิ่มขึ้นอย่างมาก งานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติสำหรับเว็บเชิงสังคมได้เริ่มขึ้นในระยะไม่กี่ปีที่ผ่านมา ได้มีเทคนิคต่าง ๆ ซึ่งจะเน้นทำสำหรับภาษาอังกฤษเป็นส่วนมาก สำหรับภาษาไทยนั้นยังมีงานวิจัยในแนวนี้น้อยมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องวิจัยเทคนิคทางด้านนี้สำหรับภาษาไทย เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำการวิเคราะห์และเข้าใจข้อความที่อยู่บนเว็บเชิงสังคมในปริมาณมาก ๆ ได้อย่างอัตโนมัติ [2]

ซึ่งผู้วิจัยได้นำเว็บวงในดอทคอม (wongnai.com) เป็นเว็บไซต์ที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการค้นหาร้านอาหาร ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและรีวิวที่มาจากผู้ไปรับประทานจริง ซึ่งเป็นข้อความที่แสดงความคิดเห็นที่มีทั้งทางด้านบวก ด้านลบ หรือกลาง ๆ และในเว็บไซต์นี้มีชื่อร้านอาหารในกรุงเทพมหานครเป็นจำนวนมาก

ผู้วิจัยจึงได้นำข้อความจำนวนมากที่โพสต์ที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ ซึ่งถ้าหากใช้แบบการประเมินผลการตอบรับการบริการหรือสินค้าต่าง ๆ ที่มีอยู่นั้นอาจได้รับผลลัพธ์ไม่ตรงกับความเป็นจริงได้ เนื่องจากปัจจัยหรือองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความเกรงใจในการตอบแบบสอบถาม หรือความไม่พึงพอใจส่วนบุคคล เป็นต้น แต่เนื่องจากบทสนทนาจากเว็บบอร์ดที่ผู้ใช้งานต่าง ๆ ได้มีการพูดถึงสินค้าหรือบริการที่ได้รับในแง่มุมต่าง ๆ กับเพื่อนสมาชิกย่อมมีความเป็นจริงของความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจในสินค้าหรือการบริการที่ได้รับ ดังนั้นการพิจารณาข้อความเหล่านี้จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลที่ให้เห็นทัศนคติและความคิดเห็นที่แท้จริงของผู้บริโภคที่มีต่อสินค้าหรือการบริการนั้น ๆ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงถูกโพสต์ลงไปนั้นมีความหลากหลายลักษณะมาก เช่น ข้อความแสดงทัศนคติต่าง ๆ ของผู้โพสต์ เป็นต้น ข้อความที่แสดงทัศนคติอันเกี่ยวกับสินค้าหรือการบริการย่อมส่งผล

มีความประสงค์ในการจัดทำพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลความคิดเห็นขึ้นเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ต่อข้อความในเว็บบอร์ดอย่างแท้จริงสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น และไม่ต้องเสียเวลาไปกับการอ่านข้อความแสดงความคิดเห็นจำนวนมาก

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เหมืองข้อมูลความคิดเห็น (Opinion Mining) เป็นการพิจารณาถึงเซตของเอกสารข้อความที่มีความคิดเห็นหรือทัศนคติเกี่ยวกับสิ่งของประกอบ มีจุดประสงค์เพื่อดึงคุณลักษณะ และส่วนประกอบของสิ่งของที่ถูกแสดงความคิดเห็นบนแต่ละเอกสารออกมา เพื่อจะพิจารณาว่าความคิดเห็นนั้นเป็นไปในเชิงบวก เชิงลบ หรือเป็นกลาง การทำเหมืองข้อมูลความคิดเห็นเป็นการแยกออกมาจากการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ และภาษาศาสตร์เชิงคำนวณซึ่งไม่คำนึงว่าหัวข้อของข้อความเกี่ยวกับอะไร แต่คำนึงถึงความคิดเห็นที่แสดงออกมา การทำเหมืองข้อมูลความคิดเห็นนั้นสามารถแบ่งออกเป็นงานย่อยหลายงาน ประกอบด้วย

2.1.1.1 การตัดสินข้อความหรือหัวข้อที่นำมาแสดงความคิดเห็นของข้อความ เป็นการตัดสินว่าข้อความมีลักษณะเป็นความจริง บรรยายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์ โดยปราศจากการแสดงออกถึงความคิดเห็นเชิงบวกหรือเชิงลบในข้อความ หรือแสดงออกถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ เพื่อจะสร้างการแบ่งประเภทข้อความแบบไบนารี่ภายใต้ประเภทของวัตถุหรือหัวข้อที่นำมาแสดงความคิดเห็น

2.1.1.2 การตัดสินขั้วความเป็นบวกหรือลบของข้อความ เป็นการตัดสินว่าข้อความของหัวข้อที่นำมาแสดงความคิดเห็นที่ได้ แสดงออกถึงความคิดเห็นเชิงบวกหรือเชิงลบเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ

2.1.1.3 การตัดสินความแข็งแรงของขั้วบวกขั้วลบของข้อความ ตัวอย่างเช่น ความคิดเห็นเชิงบวกที่ข้อความแสดง

ออกมาเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจนั้นเป็นเชิงบวกอย่างอ่อน เชิงบวกกลาง ๆ หรือเชิงบวกอย่างมาก [1]

2.1.2 ระบบวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็น คือ กระบวนการอัตโนมัติเพื่อใช้ตรวจสอบทัศนคติของผู้พูดหรือผู้เขียนในหัวข้อเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยการสอนคอมพิวเตอร์ให้พิจารณาอารมณ์ความรู้สึกด้วยการประมวลผลด้วยภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1.2.1 ระดับเอกสาร (Document Level) เป็นการวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นในแบบหยาบเนื่องจากเป็นการนำข้อความแสดงความคิดเห็นทั้งหมดจากเอกสาร มาสรุปแยกขั้วความคิดเห็นเป็นขั้วบวก ขั้วลบ หรือเป็นกลาง

2.1.2.2 ระดับประโยค (Sentence Level) เป็นการวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็น โดยแยกข้อความที่เป็นข้อความแสดงความคิดเห็นออกมาจากข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงในระดับที่เป็นประโยค แล้วนำมาแยกขั้วความคิดเห็นเป็นขั้วบวก ขั้วลบ หรือเป็นกลาง

2.1.2.3 ระดับคุณลักษณะ (Feature Level) เป็นการทำวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็น โดยแยกลักษณะที่สนใจของวัตถุหรือหัวข้อที่ถูกแสดงความคิดเห็นออกมาก่อนแล้วจึงนามาแบ่งขั้วความคิดเห็นเป็นขั้วบวก ขั้วลบ หรือเป็นกลาง และนำมาจัดกลุ่มเข้ากับคำที่มีความหมายเหมือนในแต่ละคุณลักษณะซึ่งระบบวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นสำหรับร้านอาหาร จะนำข้อความแสดงความคิดเห็นของลูกค้ามาวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นในระดับคุณลักษณะแล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายขึ้น[3]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากข้อความแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ในเว็บไซต์ ซึ่งถือว่ามีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการเลือกสินค้าหรือบริการ ความรู้สึกนึกคิดของผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ต โดยจะทำให้ผู้ใช้งานได้รับทราบถึงข้อเท็จจริงของสินค้าหรือบริการ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเน้นการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากข้อความที่แสดงความคิดเห็นในเรื่องของร้านอาหารเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล กระบวนการวิเคราะห์ข้อความที่แสดงความคิดเห็น รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลความคิดเห็น เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ จากระบบวิเคราะห์ข้อความจากทวิตเตอร์ (Twitter) โดยเลือกเฉพาะข้อความที่เป็นภาษาอังกฤษ และจำแนกรูปแบบพฤติกรรมการใช้งานบนทวิตเตอร์ (Twitter) ของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสินค้าประเภทสมาร์ตโฟนมาตัดสินว่าเป็นขั้วบวก หรือ ขั้วลบ โดยนำแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เป็นความคิดเห็น (SentiWordNet) มาให้คะแนนของคำศัพท์ทำให้ง่ายต่อการเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากการแบ่งประเภทได้จากโปรแกรม WEKA โดยพิจารณาจากค่าความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มว่ามีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากน้อยเพียงใด หากเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องอยู่ในระดับที่น่าพอใจ จึงจะเอาแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดทดสอบต่อไป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ยังมีความถูกต้องไม่มาก เนื่องจากยังใช้ข้อความในการเรียนรู้น้อย [1] และเรื่องระบบวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นสำหรับโรงแรมจากเว็บอโกด้า (www.agoda.co.th) ซึ่งผู้วิจัยได้นำการนำข้อความการแสดงความคิดเห็นภาษาไทยด้วยภาษาธรรมชาติของผู้ที่เคยพักในโรงแรมต่าง ๆ มาวิเคราะห์ข้อมูลแล้วระบุว่าข้อความแสดงความคิดเห็นนั้น แสดงทัศนคติต่อคุณลักษณะใดของโรงแรมซึ่งได้กำหนดไว้ 6 คุณลักษณะได้แก่ การบริการ อาหาร สภาพของโรงแรม สถานที่ตั้ง ห้องพัก และราคา จากนั้นจะระบุว่าข้อความแสดงความคิดเห็นนั้นมีขั้วความคิดเห็นเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นกลางแต่ความถูกต้องไม่มากนัก [3] ซึ่งมีงานวิจัยที่นำเรื่องข้อความที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับโรงแรมมาพัฒนาโดยการใช้การแท็กคำเพื่อใช้ในการแบ่งขั้วบวกหรือขั้วลบได้ค่าครบถ้วนและค่าความแม่นยำสูงแต่คำบางคำไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบ [2] จากงานวิจัยในบางเรื่องได้หาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการพิจารณาจากโครงสร้างและความหมายของข้อมูลที่เป็นข้อความภาษาอังกฤษโดยใช้ความสัมพันธ์แบบพึ่งพาและความรู้แบบออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งผลที่ได้มีความยืดหยุ่นแต่ความถูกต้องไม่มาก [4] และอีกหนึ่งงานวิจัยที่นำคำคุณศัพท์มาแบ่งเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบซึ่งเป็นข้อความภาษาอังกฤษที่แสดงความคิดเห็นในเรื่องภาพยนตร์ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องไม่มาก [7] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่วิเคราะห์ข้อความที่แสดงความคิดเห็นโดยดูจากบริบทและประโยคของข้อความนั้นๆว่ามี

ความหมายเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบซึ่งใช้กับข้อความที่เป็นภาษาอังกฤษจึงได้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกที่สูง [8] ได้มีการนำสูตรมาคำนวณหาค่าคะแนนให้คำที่แสดงความคิดเห็นเป็นภาษาอังกฤษเพื่อแบ่งเป็นขั้วบอกหรือขั้วลบโดยถ้าคะแนนเท่ากับหนึ่งจะเป็นขั้วบวกและถ้าคะแนนเท่ากับติดลบหนึ่งจะเป็นขั้วลบซึ่งได้นำคุณลักษณะของสินค้ามาใช้เปรียบเทียบกับคำที่แสดงความคิดเห็นได้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกที่พอสมควร [5] และ [6]ได้ทำงานวิจัยที่วิเคราะห์คำที่แสดงความคิดเห็นเป็นภาษาจีน โดยใช้เวกเตอร์สเปซโมเดล (Vector Space Model) มาแทนคุณลักษณะและคำที่อยู่ในข้อความที่แสดงความคิดเห็นผลลัพธ์มีความถูกต้องไม่มาก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น สามารถสรุปได้ว่า การนำคำที่แสดงคุณลักษณะมาใช้ในการแบ่งประเภทของข้อความนั้นๆ ทำให้งานวิจัยมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น เพื่อให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น มีกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 การทำงานของระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็นมี 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1) ดึงข้อมูลหน้าเว็บในแต่ละร้านอาหารจากเว็บมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลทั้งหมด

2) นำหน้าเว็บแต่ละร้านอาหารมาแยกเป็นชื่อร้านอาหาร ประเภทของร้านอาหาร ข้อความที่แสดงความคิดเห็น

3) นำมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลข้อความที่แสดงความคิดเห็น

4) ใช้โปรแกรมการตัดคำ (Lexto) นำมาตัดคำและวิเคราะห์คำว่าคำที่เป็นคำที่แสดงความคิดเห็น

5) ให้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน แท็กคำที่แสดงว่าเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบในแต่ละคุณลักษณะของร้านอาหาร เพื่อเลือกคำที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อความที่แสดงความคิดเห็น

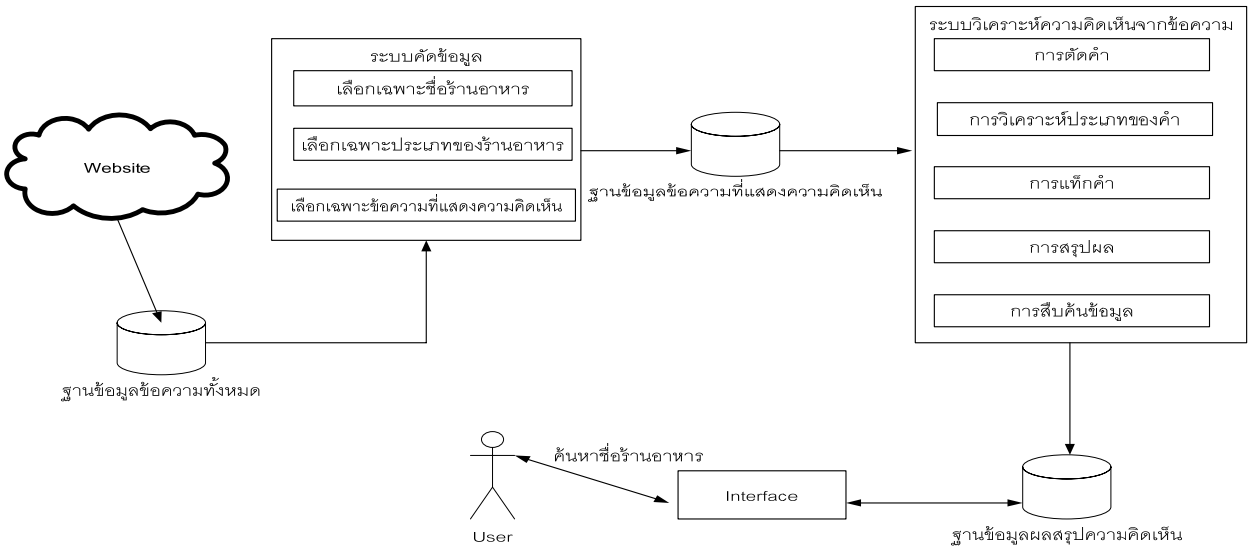
6) นำคำที่ได้มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลผลสรุปความคิดเห็น

7) เมื่อผู้ใช้งานเลือกประเภทร้านอาหารและชื่อร้านอาหารเข้าไปในระบบ

8) ระบบไปสืบค้นที่ฐานข้อมูลผลสรุปความคิดเห็นซึ่งจะแสดงคุณลักษณะทั้ง 5 ประเภทโดยแยกออกมาเป็นขั้วบวกและขั้วลบ

จากขั้นตอนการทำงานของระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

3.1.2 ในการตัดคำได้ใช้โปรแกรมการตัดคำ (LexTo) ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติมาใช้เป็นเครื่องมือในการตัดคำซึ่งเป็นการตัดคำตามพจนานุกรมโดยเลือกคำที่ยาวที่สุด (Longest Matching) และกำหนดคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งประเภทเพิ่มเติมในพจนานุกรมเพื่อให้การตัดคำตรงกับความต้องการมากที่สุด ซึ่งนำมาแยกเป็นคุณลักษณะแต่ละประเภท และ คำที่แสดงว่าเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบ ซึ่งในบางคำที่ไม่มีในดิกชั่นนารี (Lexitron) สามารถเพิ่มใส่



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของระบบวิเคราะห์ ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น

เข้าไปในคลังข้อมูล (Corpus) ดังแสดงในตารางที่ 1 เป็นคำที่แสดงขั้วลบในด้านราคา และแสดงให้เห็นในตารางที่ 2 เป็นคำที่แสดงขั้วบวกในด้านราคา

ตารางที่ 1: คำที่แสดงขั้วลบในด้านราคา

คำที่แสดงขั้วลบในด้านราคา
ไม่คุ้มค่า, แอบเสียดายตังค์,แพงเว่อร์, ราคาแอบสูง, ราคาแพง, ราคาแรง, ราคาค่อนข้างสูง, ราคาสูง, ค่อนข้างแพง,ราคาก็ค่อนข้างแรง, ไม่ประหยัด, ไม่สมราคา, เกือบสมราคา, แพงดี, แพงไป, ราคาไม่ค่อยสมเหตุสมผล, แพงแสบไส้, อายัดทรัพย์, แพงเกิน, ราคาก็แพง, แพงมาก, ราคาเอาเรื่อง

ตารางที่ 2: คำที่แสดงขั้วบวกในด้านราคา

คำที่แสดงขั้วบวกในด้านราคา
ไม่แพง, คุ้มค่า, ค่อนข้างถูก, มะแพง, ราคาสมเหตุผล, ราคาเบา, เกือบไม่คุ้มค่า, ไม่แพงเว่อร์, ราคาถูก, สุดคุ้ม, ย่อมเยาว์, ราคาพอรับได้, สมราคา, ราคาน่าคบ, ราคาใช้ได้, ราคาเป็นกันเอง, ราคาประหยัด, ราคาไม่เกินเอื้อม, ราคาโอเค, ราคาไม่แรง, ราคาไม่สูง

4. ผลการดำเนินงาน

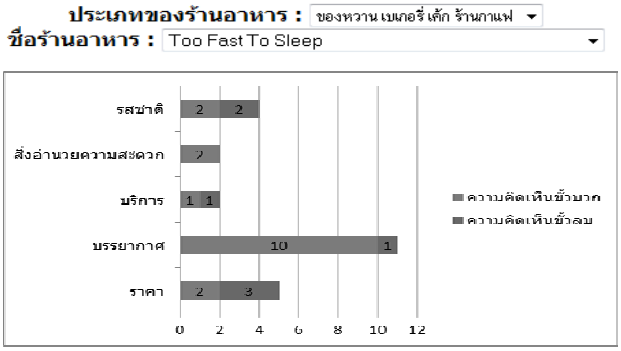
การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยอำนวยในการค้นหาร้านอาหารเพื่อได้เห็นขั้วบวกและขั้วลบของผู้ที่เคยมาใช้บริการในร้านอาหารนั้น ๆ ได้นำทฤษฎีเรื่องเหมืองข้อมูลความคิดเห็นมาประยุกต์ใช้ จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้นำข้อความที่แสดงความคิดเห็นในแต่ละร้านอาหารของเว็บวงในมาวิเคราะห์ว่าแต่ละคุณลักษณะเป็น 5 ประเภท คือ การบริการ รสชาติ ราคา สิ่งอำนวยความสะดวกและบรรยากาศซึ่งแสดงในแกน Y มีขั้วบวกหรือขั้วลบซึ่งแสดงเป็นจำนวนข้อความแสดงความคิดเห็นในแต่ละขั้วซึ่งแสดงในแกน X แสดงให้ผู้ใช้งานได้เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารนั้น ๆ มาสรุปในเชิงสถิติและแสดงผลในรูปแบบกราฟิก ได้ดังภาพที่ 2

4.2 ผลการประเมินระบบ

การทดสอบระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็น ทางผู้วิจัยจะใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ในการ



ภาพที่ 2 : ระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลความคิดเห็นสรุปและแสดงผลในรูปกราฟิก

ทดสอบระบบโดยรวม ซึ่งมีความรวดเร็วมากกว่าการทดสอบแบบอื่น และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทดสอบกับระบบระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารนี้ โดยจะทำการทดสอบระบบด้วยตนเอง (Alpha Testing) งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และ F-Measure [9] ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยชุดข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับร้านอาหาร 500 ข้อความ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: การประเมินประสิทธิภาพการแบ่งประเภท

	ความแม่นยำ (Precision)	ค่าความระลึก (Recall)	ค่า F-Measure
คำระบุคุณลักษณะ	ร้อยละ 83.11	ร้อยละ 89.87	ร้อยละ 86.36

จากการทดสอบพบว่าได้ค่า Precision = ร้อยละ 83.11 ค่า Recall = ร้อยละ 89.87 และค่า F-Measure = ร้อยละ 86.36

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจากเว็บบอร์ดร้านอาหารโดยใช้เหมืองข้อมูลสามารถที่จะวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับร้านอาหารได้ แต่เนื่องจากข้อความแสดงความคิดเห็นภาษาไทย ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนจึงทำให้ยังมีข้อผิดพลาดอยู่ หากมีการปรับปรุงหรือแก้ไขเพิ่มเติมก็จะสามารถทำให้ระบบวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับร้านอาหารสามารถวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับร้านอาหารได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น และสามารถนำไปปรับใช้กับการวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นในหัวข้ออื่นที่น่าสนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพและระบบไม่สามารถวิเคราะห์ข้อความที่แสดงความคิดเห็นแบบ Real Time ได้เนื่องจากข้อมูลหลักจะอยู่ที่เว็บวงในจำเป็นต้องทำการดึงข้อมูลจากเว็บ (Crawling) เป็นระยะ ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] กนกพร โนนศรีชัย, กรทิพย์ แซ่ลิ้ม และกรทิพย์ นาคจำรัสศรี, “การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อความจาก Twitter,” *โครงงานของการศึกษาระดับปริญญาตรี* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[2] Choochart Haruechaiyasak, et al, “Constructing Thai Opinion Mining Resource: A Case Study on Hotel Reviews,” *Proceedings of the 8th Workshop on Asian Language Resources*, 64-71, 2010.

[3] วรัญญา วรรณศรี. “ระบบวิเคราะห์ข้อความแสดงความคิดเห็นสำหรับโรงแรม,” *โครงการการแข่งขันสุดยอดซอฟต์แวร์ประมวลผลภาษาไทย* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2553.

[4] Gamgarn Somprasertsri and Pattarachai Lalitrojwong. “Mining Feature-Opinion in Online Customer Reviews for Opinion Summarization,” *Journal of Universal Computer Science*, vol. 16, no. 6 (2010), 938-955.

[5] Xiaowen Ding and Bing Liu, “The Utility of Linguistic Rules in Opinion Mining,” *30th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 811-812, 2008.

[6] Qi Su, et al “Hidden Sentiment Association in Chinese Web Opinion Mining,” *International World Wide Web Conference Committee (IW3C2)*, 959-968, 2007.

[7] Gérard Dray, et al. “Opinion Mining From Blogs,” *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications (IJCISIM)*, vol. 1, 205-213, 2009.

[8] Xiaowen Ding, et al “A Holistic Lexicon-Based Approach to Opinion Mining,” *WSDM '08 Proceedings of the 2008 International Conference on Web Search and Data Mining*, 231-240, 2008.

[9] ศุภชัย ตั้งวงศ์ศานต์, “ระบบการจัดเก็บและการสืบค้นสารสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์” กรุงเทพฯ . โรงพิมพ์พิทักษ์การพิมพ์, 2551.

การติดตั้งกล้อง Kinect หลายตัวเพื่อประกอบโครงร่างมนุษย์ โดยปราศจากการใช้เครื่องมือวัดตำแหน่งและทิศทางการวางกล้อง

Multiple Kinect Camera Setting for Compositing a Human Skeleton without Using Measuring Instruments

สุทธิพงษ์ แก่นจันทร์ (Suttipong Kaenchan)[1] พรชัย มงคลนาม (Pornchai Mongkolnam)[2]
บัณฑิต วรรธนาภา (Bunthit Watanap)[3] และ ศศิภา เสถียรพงษ์ (Sasipa Sathienpong)[4]
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[1]54441344@st.sit.kmutt.ac.th, [2,3,4]{pornchai|bunthit|sasipa.kal}@sit.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้กล้อง Kinect หลายตัวเพื่อสร้างโครงร่างที่สมบูรณ์จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์นั้น จำเป็นที่จะต้องทราบตำแหน่งการติดตั้งและทิศทางการวางของกล้อง Kinect แต่ละตัวสำหรับการคำนวณเพื่อประกอบโครงร่างมนุษย์ได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการติดตั้งกล้อง Kinect แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปราศจากการใช้เครื่องมือวัดตำแหน่งและทิศทางการวางกล้องเพื่อลดขั้นตอนหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการใช้เครื่องมือวัด โดยผลการทดสอบวิธีการที่นำเสนอปรากฏผลในระดับที่ยอมรับได้ และได้มีการนำผลจากการประกอบโครงร่างไปใช้ทดสอบการตรวจสอบสมดุลในการเดิน เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ เช่น การทำกายภาพบำบัด ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การตรวจจับโครงร่างมนุษย์ การประกอบโครงร่างมนุษย์ กล้อง Kinect หลายตัว สมดุลในการเดิน

Abstract

Skeleton tracking is recorded by multiple Kinect cameras used to create a complete human skeleton. Position and orientation of each camera must be known in order to properly compose many skeletal views into one complete human skeleton. In this paper we propose a semi-automatic setting of multiple Kinect cameras without using any measuring instruments. The technique reduces the burden and human's errors which occur in a manual setting when using measuring instruments. The result of our technique is acceptable relatively to the manual setting. Furthermore, we demonstrate the application based on our technique in detecting human's walking balance, which provides a foundation for other areas of work such as physical therapy.

Keyword: Balanced walking, composing human skeleton, human skeleton tracking, Kinect cameras

1. บทนำ

นอกจากการใช้กล้อง Kinect [1] ในด้านของการสร้างความบันเทิงแล้วยังมีการประยุกต์ใช้งานกล้อง Kinect ในสาขางานวิจัยหรือนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานด้านต่าง ๆ เช่น การบริการและการแพทย์ (Service and Medical) ความปลอดภัยและการเฝ้าระวัง (Security and Surveillance) งานควบคุมเครื่องจักร (Human-Machine Interface) ระบบช่วยอำนวยความสะดวกภายในบ้าน (Smart Homes) เป็นต้น สิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้กล้อง Kinect อย่างแพร่หลายคือ ความสามารถในการให้ภาพความลึก (Depth Image) ซึ่งเมื่อทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์คอมโพเนนท์ต่าง ๆ จะสามารถสร้างกระบวนวิธีในการตรวจจับโครงร่างของมนุษย์ได้ และข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของจุดพิกัด 3 มิติซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก

งานวิจัยของนราวุฒิ พัฒโนทัย, พรชัย มงคลนาม และบัณฑิต วรรธนาภาได้เสนอแนวทางในการนำกล้อง Kinect หลายตัวเพื่อใช้ในการตรวจจับโครงร่างมนุษย์ภายใต้ชื่องานวิจัย "การประกอบรวมโครงร่างมนุษย์จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง Kinect หลายตัว" [2] โดยการจัดวาง

กล้องในหลากหลายมุมมองให้ครอบคลุมการตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อมูลตำแหน่งของข้อต่อโครงร่างหลายชุด จากนั้นกำหนดตำแหน่งพิกัดอ้างอิงเพื่อใช้ในการแปลงพิกัดของโครงร่างที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวและทำการประมวลผลเพื่อรวมตำแหน่งของข้อต่อให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน โดยผลของงานวิจัยก่อให้เกิดกระบวนวิธีที่สำคัญในการแก้ปัญหาการตรวจจับโครงร่างที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดจากการบดบังจากสภาพแวดล้อมในการใช้งานได้

อย่างไรก็ตามกระบวนวิธีการรวมโครงร่างมนุษย์ดังกล่าวจำเป็นต้องทราบระยะที่ตั้งและทิศทางการวางกล้อง โดยการใช้เครื่องมือในการวัดระยะตำแหน่งในแนวพิกัด 3 มิติ รวมถึงการวัดขนาดมุมที่แสดงถึงทิศทางของกล้องเพื่อใช้ในการแปลงระบบพิกัดโครงร่างที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัว ด้วยเหตุนี้ข้อผิดพลาดจากการวัดระยะที่ตั้งและทิศทางของการวางกล้องโดยมนุษย์ หรือแม้กระทั่งข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ จะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการแปลงตำแหน่งพิกัดได้ กล่าวคือการรวมตำแหน่งของข้อต่อที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวมาประกอบเป็นโครงร่างมนุษย์เกิดข้อผิดพลาดไปด้วยเช่นกัน

งานวิจัยนี้ในส่วนแรกจะศึกษาการตรวจจับการเคลื่อนไหวของโครงร่างมนุษย์ด้วยการใช้กล้อง Kinect หลายตัวในการประกอบโครงร่างโดยเลือกตำแหน่งของกล้องใดกล้องหนึ่งเป็นจุดอ้างอิง จากนั้นจะใช้วิธีการ Brute Force ในการหาค่าระยะที่ตั้งและทิศทางสัมพัทธ์ที่เหมาะสมของการวางกล้องแต่ละตัวอ้างอิงกับกล้องตัวอื่น ๆ

ส่วนต่อมาของงานวิจัยคือกรณีศึกษาที่ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ของงานการประกอบโครงร่างจากข้อมูลที่ได้จากกล้องหลายตัว โดยจะทำการออกแบบระบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลำตัวส่วนบนและจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายระหว่างการเดินเพื่อใช้วิเคราะห์ลักษณะการเดิน โดยจะนำเอากระบวนวิธีในการประยุกต์ใช้กล้อง Kinect หลายตัวในงานวิจัยส่วนแรกเข้ามาใช้และนำพิกัดของข้อต่อที่ได้จากการประกอบโครงร่างมาใช้ในการคำนวณมุมที่แสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างลำตัวส่วนบนและจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์และทดสอบการใช้งานกล้อง Kinect หลายตัวในสถาพแวดล้อมจริง

2. งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของนราวุฒิ พัฒโนทัย, พรชัย มงคลนาม และบัณฑิต วรรธนาภา [2] ได้ทำการศึกษาวิจัยการประกอบโครงร่างมนุษย์ที่ได้รับจากการตรวจจับด้วยกล้อง Kinect หลายตัว ทำการทดลองตั้งกล้องแต่ละตัวในตำแหน่งที่แตกต่างกันตรวจจับและประกอบโครงร่างที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวโดยใช้สมการการแปลงระบบพิกัด จึงจำเป็นที่จะต้องทราบระยะที่ตั้งและทิศทางการวางกล้องด้วยการใช้เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ กล่าวคือใช้ไม้บรรทัดเหล็ก ไม้บรรทัดครึ่งวงกลม (อุปกรณ์เครื่องเขียน) และตลับเมตร ในการวัดหาระยะที่ตั้งและวัดหาทิศทางที่ตรวจจับของกล้อง Kinect ซึ่งในทางปฏิบัติจะใช้เวลาค่อนข้างมากและข้อผิดพลาดมีโอกาสเกิดขึ้นจากเครื่องมือวัดที่ไม่ได้มาตรฐานรวมถึงความผิดพลาดจากการใช้เครื่องมือวัดโดยมนุษย์ได้

งานวิจัยของ J. Huang [3] ได้เสนอระบบช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพของร่างกายของผู้ป่วยโดยใช้กล้อง Kinect ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยเพื่อใช้ในการพิจารณาการฟื้นฟูสมรรถภาพของร่างกายอย่างเหมาะสม ซึ่งระบบจะมีการบันทึกท่าทางที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดไว้ล่วงหน้าและใช้ตรวจสอบกับลักษณะการทำกายภาพบำบัดของผู้ป่วยที่ใช้งานระบบ ทำให้ผู้ป่วยสามารถตรวจสอบความถูกต้องในการเคลื่อนไหวของร่างกายระหว่างทำการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของตนได้ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการนำกล้อง Kinect มาประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกเหนือด้านบันเทิง อย่างไรก็ตามการใช้งานกล้องเพียงตัวเดียวจะทำให้พิกัดข้อต่อที่ได้รับซึ่งเกิดจากการตรวจจับโดยมุมกล้องเพียงมุมเดียวถูกบดบังจากวัตถุอื่นและไม่สามารถตรวจจับโครงร่างมนุษย์ได้อย่างสมบูรณ์

สำหรับงานวิจัยนี้ในส่วนของการตรวจสอบลักษณะการเดินโดยตรวจสอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างลำตัวส่วนบนและจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ H. Lee และ L. Chou [4] ที่ศึกษาการเดินโดยใช้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายใช้เป็นองค์ประกอบในการวัดมุมเพื่อศึกษาลักษณะการ

เดินในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมภาวะสมดุลในการเดินของผู้สูงอายุซึ่งมีความเสี่ยงสูงในการล้ม โดยตัวชี้วัดลักษณะการเดินส่วนหนึ่งได้พิจารณาจากมุม (θ) ระหว่างจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (COM) ซึ่งเป็นตำแหน่งเสมือนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักทุกส่วนของร่างกายและตำแหน่งแรงดันของฝ่าเท้าที่ทำกับพื้นผิวในการเดิน (COP) โดยจะตั้งฉากกับระนาบพื้น

2.2 การแปลงระบบพิกัด

การประกอบรวมโครงร่างสามารถทำได้เมื่อพิกัดข้อต่อที่ได้รับจากกล้องทุกตัวอยู่ในระบบพิกัดเดียวกัน การแปลงระบบพิกัด (Coordinate System Transformation) [5] จากพิกัดที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวซึ่งมีระบบพิกัดแตกต่างกัน สามารถทำได้โดยใช้สมการการแปลงระบบพิกัดดังแสดงในสมการที่ 1

$$Q' = M \cdot Q \quad (1)$$

เมื่อ Q คือ พิกัด 3 มิติของจุดใด ๆ ก่อนการแปลงระบบพิกัด

M คือ เมตริกซ์การแปลงระบบพิกัด

Q' คือ พิกัด 3 มิติของจุดใหม่จากการแปลงระบบพิกัดด้วยเมตริกซ์ M ดังแสดงในสมการที่ 2

$$M = T(t_x, t_y, t_z) \cdot R_{xyz}(\theta_x, \theta_y, \theta_z) \quad (2)$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

เมื่อ a_{11} คือ $\cos\theta_z \cos\theta_y$

a_{12} คือ $\cos\theta_z \sin\theta_y \sin\theta_x - \sin\theta_z \cos\theta_x$

a_{13} คือ $\cos\theta_z \sin\theta_y \cos\theta_x + \sin\theta_z \sin\theta_x$

a_{21} คือ $\sin\theta_z \cos\theta_y$

a_{22} คือ $\sin\theta_z \sin\theta_y \sin\theta_x + \cos\theta_z \cos\theta_x$

a_{23} คือ $\sin\theta_z \sin\theta_y \cos\theta_x - \cos\theta_z \sin\theta_x$

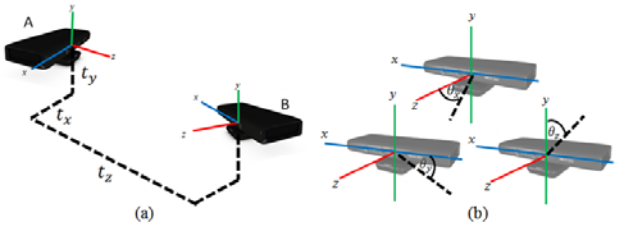
a_{31} คือ $-\sin\theta_y$

a_{32} คือ $\cos\theta_y \sin\theta_x$

a_{33} คือ $\cos\theta_y \cos\theta_x$

T คือ เมตริกซ์การย้ายด้วยระยะในการย้ายในแต่ละแกน

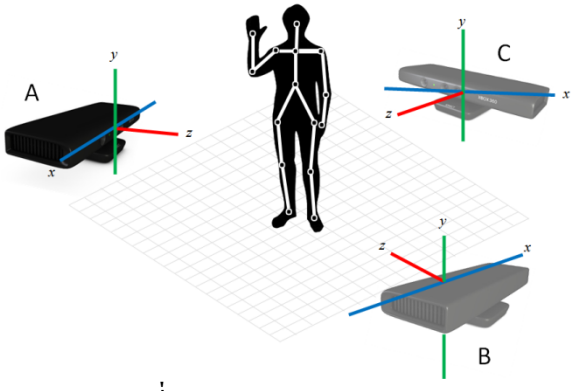
R_{xyz} คือ เมตริกซ์การหมุน Euler Angles [6] ด้วยมุมในการหมุนในแต่ละแกน



ภาพที่ 1: ตำแหน่งและทิศทางการวางกล้อง

โดยระยะในการย้ายในแต่ละแกนในสมการที่ 2 นั้นจะใช้ระยะห่างของตำแหน่งการวางกล้องใด ๆ กับกล้องอ้างอิงดังแสดงในภาพที่ 1 (a) และทิศทางของการวางกล้องใด ๆ สัมพันธ์กับกล้องอ้างอิงดังแสดงในภาพที่ 1 (b)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 2: จำลองสถานการณ์การทดสอบ

การหาระยะที่ตั้งและทิศทางของการวางกล้อง Kinect โดยไม่ใช้เครื่องมือวัดนั้นจะกำหนดให้ที่ตั้งและทิศทางการวางของกล้อง Kinect ตัวใดตัวหนึ่ง (A) เป็นจุดอ้างอิงสำหรับกล้องตัวอื่น ๆ (B และ C) ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยจะนำพิกัดข้อต่อของโครงร่างมนุษย์ที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัว (B และ C) คำนวณโดยใช้สมการการแปลงระบบพิกัดเพื่อให้ได้พิกัดข้อต่อที่อยู่ในระบบพิกัดเดียวกันกับกล้องที่ใช้ในการอ้างอิง โดยใช้วิธีการ Brute Force ในการเปลี่ยนแปลงค่าของระยะที่ตั้งและทิศทางในการคำนวณแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้พิกัดข้อต่อใหม่มีค่าระยะห่างจากพิกัดข้อต่อของกล้องอ้างอิงที่น้อยที่สุด โดยเวลาที่ใช้ในการหาระยะที่ตั้งและทิศทางที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของช่วงที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าและความละเอียดของค่าที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงระยะที่ตั้งและทิศทางในแต่ละรอบ เมื่อทราบค่าระยะที่ตั้งและทิศทางการวางกล้องที่เหมาะสมแล้วจึงทำการประกอบรวมโครงร่างเพื่อนำไปใช้ทดสอบการวัดสมดุลในการเดิน ดังจะกล่าวในขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 การหาระยะที่ตั้งและทิศทางของกล้อง

1) กำหนดกล้องใดกล้องหนึ่งเป็นกล้องอ้างอิงที่ใช้ในตำแหน่งอ้างอิงสำหรับกล้องตัวอื่น ๆ
2) กำหนดช่วงของค่า $t_x, t_y, t_z, \theta_x, \theta_y$ และ θ_z โดย t_x, t_y และ t_z คือค่าระยะห่างของกล้องใด ๆ กับกล้องที่ใช้ในการอ้างอิงไปทาง ซ้าย-ขวา บน-ล่าง และ หน้า-หลัง ตามลำดับ สัมพันธ์กับระยะที่กล้องสามารถตรวจจับได้ [6] ส่วน θ_x, θ_y และ θ_z คือขนาดมุมของกล้องใด ๆ กับกล้องที่ใช้ในการอ้างอิงที่แตกต่างกันด้วยขนาดมุมการเงย ขนาดมุมการหัน และขนาดมุมการเอียง ตามลำดับ มีค่าระหว่าง 0 - 360 องศา
3) แทนค่า $t_x, t_y, t_z, \theta_x, \theta_y$ และ θ_z ที่อยู่ภายในช่วงที่กำหนดลงในเมตริกซ์การแปลงระบบพิกัดและแทนค่าพิกัดข้อต่อที่ได้รับจากกล้องใด ๆ ในสมการการแปลงระบบพิกัด
4) คำนวณค่าระยะห่างระหว่างพิกัดใหม่จากการแปลงระบบพิกัดและพิกัดที่ได้รับจากกล้องอ้างอิง ด้วย Euclidean Distance [7] ดังแสดงในสมการที่ 3

$$d = \sqrt{(x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2} \quad (3)$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างจุดพิกัดใด ๆ ใน 3 มิติ
x', y' และ z' คือ ค่าเฉลี่ยของข้อต่อพิกัดในแต่ละแกน
x, y และ z คือ พิกัดข้อต่อในแต่ละแกน

5) วนซ้ำในขั้นตอนที่ 3-4 และพิจารณาค่า $t_x, t_y, t_z, \theta_x, \theta_y$ และ θ_z ที่ทำให้ได้ค่าผลรวมของระยะห่างแต่ละพิกัดข้อต่อน้อยที่สุด
6) ประกอบรวมโครงร่างโดยคำนวณค่าเฉลี่ยของพิกัดที่ได้รับจากกล้องใด ๆ ภายหลังจากการแปลงระบบพิกัดดังแสดงในสมการที่ 4

$$P_{(x,y,z)} = \left(\frac{1}{n}\sum_i^n x_i, \frac{1}{n}\sum_i^n y_i, \frac{1}{n}\sum_i^n z_i\right) \quad (4)$$

7) คำนวณระยะห่างของพิกัดข้อต่อของกล้องแต่ละตัวใด ๆ หลังการแปลงระบบพิกัดกับระบบพิกัดของโครงร่างเฉลี่ยเพื่อประเมินผลจากการประกอบรวมโครงร่างดังแสดงในสมการที่ 3

3.2 การวัดสมดุลการเดิน

1) คำนวณพิกัดจุดกึ่งกลางสะโพกจากโครงร่างค่าเฉลี่ยดังแสดงในสมการที่ 5

$$CR_{(x,y,z)} = \left(\frac{P_{x_l} + P_{x_r}}{2}, \frac{P_{y_l} + P_{y_r}}{2}, \frac{P_{z_l} + P_{z_r}}{2}\right) \quad (5)$$

เมื่อ $CR_{(x,y,z)}$ คือ พิกัด 3 มิติของตำแหน่งกึ่งกลางสะโพก
P_{x_l}, P_{y_l} และ P_{z_l} คือพิกัดสะโพกด้านซ้ายในแต่ละแกน
P_{x_r}, P_{y_r} และ P_{z_r} คือพิกัดสะโพกด้านขวาในแต่ละแกน

2) คำนวณพิกัดจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจากโครงร่างเฉลี่ยดังแสดงในสมการที่ 6 [8]

$$CG_{(x,y,z)} = CR_{(x,y,z)} + [CH_{(x,y,z)} - CR_{(x,y,z)} \times 0.54] \quad (6)$$

เมื่อ $CH_{(x,y,z)}$ คือ พิกัดกึ่งกลางของหัวไหล่ของโครงร่างค่าเฉลี่ย

3) คำนวณขนาดของมุมการเอียงของลำตัวโดยคำนวณมุมระหว่างระนาบด้านข้างของโครงร่างเฉลี่ย มุมที่เกิดขึ้นแสดงถึงการเอียงลำตัวไปด้านซ้ายหรือขวาในขณะทรงตัว และคำนวณมุมระหว่างระนาบด้านหน้าหรือหลังของโครงร่างเฉลี่ย โดยมุมที่เกิดขึ้นจะแสดงถึงการเอียงลำตัวไปด้านหน้าหรือหลังในขณะทรงตัว ซึ่งในการคำนวณจะใช้กฎของตรีโกณมิติคำนวณขนาดมุมดังแสดงในสมการที่ 7

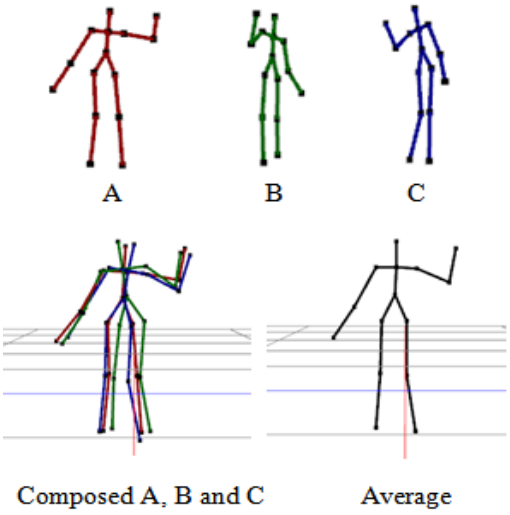
$$\sin\alpha = \frac{d_1}{d_2} \quad (7)$$

เมื่อ α คือ ขนาดของมุมการเอียงลำตัว
d_1 คือ ระยะห่างตรงข้ามมุมการเอียงลำตัว
d_2 คือ ระยะห่างตรงข้ามมุมฉากของการเอียงลำตัว

4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอนั้น งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับทำงานร่วมกับกล้อง Kinect ด้วย OpenNI Framework [9] และกำหนดสถานการณ์ในการทดสอบ โดยใช้กล้อง Kinect จำนวน 3 ตัว (A, B และ C) กล้องแต่ละตัวต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องลูกข่าย กล้องแต่ละตัวตรวจจับโครงร่าง ณ ขณะช่วงเวลาเดียวกัน จำนวน 3,000 เฟรม (30 เฟรมต่อ 1 วินาที) และส่งข้อมูลพิกัดข้อต่อโครงร่างที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่าย เพื่อนำพิกัดข้อต่อโครงร่างที่ได้รับจากกล้องทั้ง 3 ตัวคำนวณหาค่าตำแหน่งและขนาดของมุมที่แสดงถึงทิศทางการวางกล้องเพื่อใช้ในการ

ประกอบรวมโครงร่าง ผลการทดสอบการประกอบรวมโครงร่างโดยใช้ตำแหน่งและทิศทางของกล้อง A อ้างอิงกับกล้อง B และ C ใช้เวลา 37.55 วินาทีและ 41.15 วินาที ตามลำดับ ในการหาตำแหน่งและขนาดของมุมที่เหมาะสม ผลลัพธ์ปรากฏดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: การประกอบรวมโครงร่าง

จากการคำนวณด้วยสมการที่ 3 ระยะห่างระหว่างพิกัดข้อต่อที่ได้รับจากกล้อง B และ C หลังการแปลงระบบพิกัด ที่ได้อ้างอิงกับกล้อง A โดยมีระยะห่างจากค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 กล้อง ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ระยะห่างโครงร่างจากกล้องแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย

ข้อต่อ (Joint)	ระยะห่างจากโครงร่างเฉลี่ย (เซนติเมตร)		
	กล้อง A	กล้อง B	กล้อง C
Head	15.41	11.76	12.06
Neck	8.69	5.88	7.84
Torso	7.39	5.07	5.09
Shoulder L	9.08	6.09	12.33
Elbow L	7.04	10.53	6.12
Hand L	11.16	22.76	8.81
Shoulder R	9.58	9.24	6.33
Elbow R	6.88	9.4	11.28
Hand R	9.55	12.14	13.37
Hip L	8.32	8.67	10.87
Knee L	9.81	9.05	14.1
Foot L	13.32	14.21	21.33
Hip R	7.96	9.58	10.15
Knee R	9.59	11.02	17.17
Foot R	12.12	13.44	21.42

ระยะห่างเฉลี่ยจากการคำนวณ ที่มีค่ามากที่สุดของกล้องแต่ละตัวคือ ตำแหน่ง Head ของกล้อง A มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 15.41 เซนติเมตร ตำแหน่ง Hand L ของกล้อง B มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 22.76 เซนติเมตร และตำแหน่ง Foot R ของกล้อง C มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 21.42 เซนติเมตร ส่วนระยะห่างเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุดของกล้องแต่ละตัวคือ ตำแหน่ง Elbow R ของกล้อง A มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 6.88 เซนติเมตร ตำแหน่ง Torso ของกล้อง B มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.07 เซนติเมตร และตำแหน่ง Torso ของกล้อง C มีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.09 เซนติเมตร

การคำนวณความคลาดเคลื่อนในการประกอบรวมโครงร่างใช้การคำนวณค่า RMSE (Root Mean Square Error) ดังแสดงในสมการที่ 8

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{15}\sum_{i=1}^{15}(P_i - P_{REF_i})^2} \qquad (8)$$

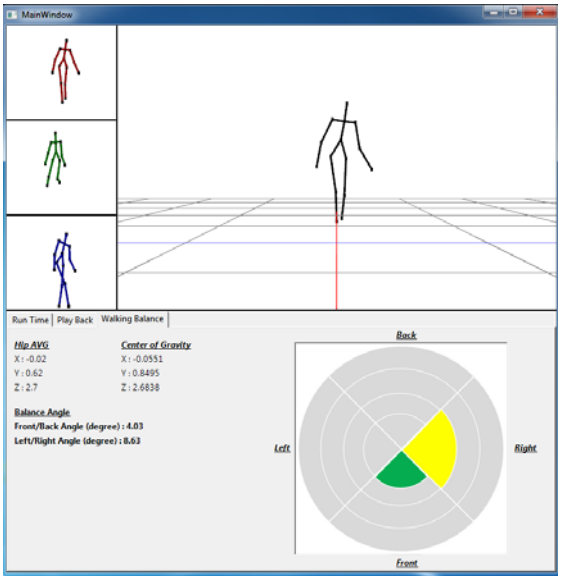
เมื่อ $RMSE$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของกล้องแต่ละตัว

P_{REF_i} คือ ตำแหน่งพิกัด (X, Y, Z) ที่ได้รับจากกล้องที่ใช้ในการอ้างอิง

P_i คือ ตำแหน่งพิกัด (X, Y, Z) หลังการแปลงระบบพิกัดของแต่ละข้อต่อของกล้องแต่ละตัว

จากการคำนวณค่า RMSE ของกล้อง B และ C อ้างอิงตำแหน่งพิกัดกับกล้อง A มีค่าเท่ากับ 0.032 และ 0.048 ตามลำดับ โดยค่า RMSE จะแสดงถึงความแม่นยำในการประกอบรวมโครงร่าง หากมีค่าต่ำ (ต่ำสุดคือ 0) การประกอบรวมโครงร่างจะมีความแม่นยำสูง

งานวิจัยนี้ได้นำผลจากการประกอบรวมโครงร่างใช้ในการตรวจสอบสมดุลการเดิน โดยพัฒนาโปรแกรมเพื่อแสดงสถานะการทรงตัวในการเดินดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: โปรแกรมสำหรับตรวจสอบสถานะการทรงตัว

โดยการทดสอบจะใช้ลักษณะการเอียงลำตัว 4 ลักษณะ ได้แก่

1) การโน้มลำตัวไปด้านหน้าและเอียงลำตัวไปด้านขวา

2) การโน้มลำตัวไปด้านหน้าและเอียงลำตัวไปด้านซ้าย

3) การโน้มลำตัวไปด้านหลังและเอียงลำตัวไปด้านขวา

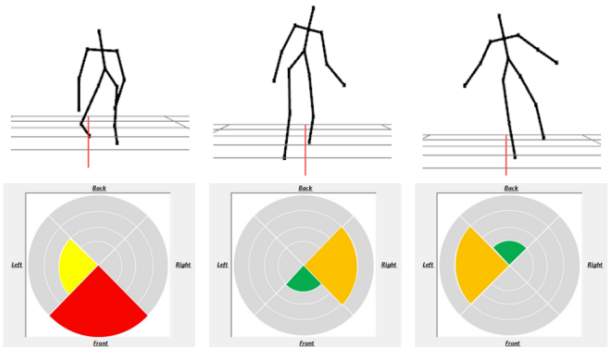
4) การโน้มลำตัวไปด้านหลังและเอียงลำตัวไปด้านซ้าย

ซึ่งแต่ละลักษณะที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ระดับการเอียงลำตัว 4 ระดับ แบ่งออกตามช่วงของขนาดมุมและใช้แถบสีแทนสถานะในการแสดงผลของโปรแกรมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ช่วงของขนาดมุมและแถบสีแสดงสถานะ

ระดับที่	ช่วงของขนาดมุม (องศา)	แถบสี
1	0 - 5	
2	6 - 10	
3	11 - 20	
4	20 ขึ้นไป	

ผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 5 โปรแกรมสามารถแสดงสถานะในทิศการการเอียงลำตัวของแต่ละระดับที่กำหนดได้อย่างถูกต้องทั้งหมดทุกกรณี



ภาพที่ 5: ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจสอบสมดุลการเดิน

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการติดตั้งกล้อง Kinect หลายตัวโดยปราศจากการใช้เครื่องมืออื่นใดในการวัดตำแหน่งและทิศทางการวางกล้อง และการประกอบรวมโครงร่างที่ได้รับจากกล้องแต่ละตัวหลังจากการแปลงระบบพิกัด ตลอดจนการทดลองนำผลจากการประกอบโครงร่างมาใช้ในระบบการตรวจสอบสมดุลการเดิน

จากผลการทดลองที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงวิธีการติดตั้งกล้องหลายตัวโดยปราศจากเครื่องมือวัดที่มีความสะดวกและได้ผลที่ถูกต้อง สามารถนำค่าพิกัดที่ได้จากการประกอบรวมโครงร่างไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น การศึกษาการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ (Fall Detection) การทำกายภาพของผู้ป่วย (Physical Therapy) เป็นต้น

ในขั้นต่อไปจะศึกษาวิธีการหาค่าระยะที่ตั้งและทิศทางสัมพัทธ์ของการวางกล้องที่มีความแม่นยำสามารถนำค่าไปใช้ในการแปลงระบบพิกัดของโครงร่างเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการประกอบรวมโครงร่าง รวมถึงศึกษาวิธีการที่ทำให้กระบวนการติดตั้งกล้องใช้เวลาลดน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

[1] Microsoft, *Xbox 360 + Kinect* [Online], Available: http://www.xbox.com/en-GB/Kinect/Home [2012, August 18]

[2] นราวุฒิ พัฒโนทัย, พรชัย มงคลนาม และบัณฑิต วรรธนาภา, 2555, "การประกอบรวมโครงร่างมนุษย์จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง Kinect หลายตัว" *การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (NCIT), ครั้งที่ 4,* 26-27 เมษายน 2555, อ. ชะอำ, จ. เพชรบุรี, หน้า 369-374.

[3] J. Huang, 2011, "Kinerehab: a kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities", *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and Accessibility* October 24-26, Scotland, UK, pp. 319-320.

[4] H. Lee and L. Chou, **"**Detection of Gait Instability Using the Center of Mass and Center of Pressure Inclination Angles", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 87, April 2006, pp. 569-575.

[5] J. Vince, *Mathematics for Computer Graphics*, 3rd ed. London: Springer, 2010.

[6] Microsoft, Kinect Sensor [Online], Avaliable: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh438998.aspx

[7] Goldstein, H., *The Euler Angles and Euler Angles in Alternate Conventions*, §4-4 and *Appendix B in Classical Mechanics***,** 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley, pp. 143-148 and 606-610, 1980.

[8] Manasrah, Ahmad Adli, "Human Motion Tracking for Assisting Balance Training and Control of a Humanoid Robot" (2012). *Graduate School Theses and Dissertations,* pp. 13 – 22.

[9] OpenNI, *Introducing OpenNI* [Online], Available: http://openni.org [2012, August 18]

ผลขององค์ประกอบแคปท์ช่าเรขาคณิตต่อเวลาและอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน

Effects of Features of Geometric CAPTCHA on Time to Use and Authentication Pass Rates

สุทธิเกียรติ มีลาภ (Suttikeat Meelap)[1] และณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร (Nuttanont Hongwarittorrn)[2]

[1]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[1]toomuchcoffeeman1@gmail.com, [2]chcstu@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบของ แคปท์ช่ารูปภาพที่ไม่ใช้ฐานข้อมูลโดยโปรแกรมสร้างรูปทรงเรขาคณิตแบบสุ่มให้ผู้ใช้พิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงที่สีเหมือนพื้นหลังและมีกลุ่มรูปทรงสุ่มสีเป็นฉากหลังให้รูปทรงนั้นมองเห็นได้ องค์ประกอบของแคปท์ช่านี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจวิเคราะห์การส่งผลต่อประสิทธิภาพของแคปท์ช่าในด้านเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน ซึ่งแบ่งเป็นสีของพื้นหลัง, จำนวนภาพ, จำนวนรูปทรงฉากหลัง, และวิธีการทดสอบของผู้ใช้ ผลการวิเคราะห์พบว่าวิธีการให้ผู้ใช้พิจารณามีผลต่อเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยนำร่องเพื่อนำข้อสรุปจากการศึกษานี้เป็นแนวทางการพัฒนาแคปท์ช่าเรขาคณิตต่อไป

คำสำคัญ: แคปท์ช่า ความปลอดภัยในระบบออนไลน์ การยืนยันตัวตน ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้

Abtract

The current research proposed an image-based CAPTCHA that consisted of geometric shapes generated randomly from a program. There were four factors of geometric features including the background colors, the number of geometric images, and the number of different shapes in order to generate a CAPTCHA, and the method of user CAPTCHA responses. This research examined the effect of these four factors on time of task completion and authentication pass rate. The experiment was conducted for user testing with 205 participants. The results indicated that the method of user CAPTCHA responses significantly affected on the time task completion and authentication pass rate, whereas the other factors did not. Although this research was a pilot investigation, the findings were useful for the short future improvement of geometric CAPTCHAs in order to make them more usable and more robust.

Keywords: CAPTCHA, Online Security, Authentication, Human Interface

1. บทนำ

ทุกวันนี้ระบบออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องมีแคปท์ช่า (Completely Automated Public Turing test to tell Computer and Human Apart) เป็นเครื่องมือให้ผู้ใช้ทำการทดสอบเพื่อจำแนกผู้ใช้ที่เป็นมนุษย์หรือโปรแกรมอัตโนมัติที่เรียกว่าบอท เพื่อป้องกันความเสียหายจากการกระทำของบอทจากผู้ไม่ประสงค์ดีกับระบบ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบแคปท์ช่าสร้างรูปทรงเรขาคณิตมีสีเหมือนพื้นหลังให้ผู้ใช้พิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงโดยมีกลุ่มรูปทรงสุ่มสีเป็นฉากหลังให้รูปทรงนั้นเห็นได้บางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์ การรับรู้ของมนุษย์สามารถเติมรูปทรงให้สมบูรณ์ได้ตามทฤษฎีเกสตัลท์ ในขณะที่บอทมีการรับรู้ทางกายภาพเท่านั้นจะจำแนกรูปทรงไม่ได้ตามการศึกษาของ Liao [1] ในงานวิจัยได้ศึกษาแคปท์ช่านี้เพื่อหาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในด้านความง่ายต่อผู้ใช้ดีที่สุดไปพัฒนาต่อ Shneiderman ได้กล่าวถึงปัจจัยที่บ่งชี้ว่าระบบง่ายกับผู้ใช้หลายวิธี [2] งานวิจัยนี้เลือกสองวิธีคือ เวลาที่ผู้ใช้ทำงานเสร็จสิ้นและ จำนวนความผิดพลาดของผู้ใช้ เนื่องจากทดสอบได้ทันทีและเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่วัดเป็นตัวเลขได้

องค์ประกอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่สนใจศึกษาประการแรกคือ สีของพื้นหลัง งานวิจัยใช้ Law of Figure – Ground ในทฤษฎีเกสตัลท์ที่กล่าวถึงในบทถัดไป ผู้ใช้มองภาพในแคปท์ช่าเป็นพื้นหลังกับรูปทรงสีเดียวกันแยกจากกลุ่มรูปทรงสีสุ่ม งานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบพื้นหลังสีดำที่ตัดกับรูปทรงสีสุ่มกับพื้นหลังสีขาวที่ระบบออนไลน์ใช้สีนี้โดยมากและมีความสว่างคล้ายรูปทรงสีสุ่ม ไม่พิจารณาสีอื่นเพราะมีโอกาสที่รูปทรงฉากหลังสุ่มสีเหมือนพื้นหลังทำให้รูปทรงคำตอบไม่สามารถมองเห็นได้

ถัดมาคือ จำนวนภาพที่ผู้ใช้พิจารณา งานวิจัยที่ผ่านมาของผู้วิจัย [3] ได้ออกแบบแคปท์ช่ามีความน่าจะเป็นที่บอทเดาคำตอบถูก (P) เป็น 1 ใน 512 ในงานวิจัยนี้ถ้าใช้จำนวน 4 ภาพจะมีค่า P เป็น 1 ใน 625 แต่ถ้าใช้ 5 ภาพมีค่า P เป็น 1 ใน 3,125 ผู้ใช้ต้องทำการทดสอบมากขึ้น จึงน่าศึกษาเทียบประสิทธิภาพด้านนี้ระหว่างใช้ 4 ภาพกับใช้ 5 ภาพ

องค์ประกอบสำคัญของแคปท์ช่านี้อีกอย่างคือ จำนวนรูปทรงฉากหลัง ที่ทำให้รูปทรงสีเหมือนพื้นหลังมองเห็นได้ กลุ่มรูปทรงฉากหลังต้องไม่ติดหรือซ้อนกันเพื่อให้รูปทรงนั้นไม่สมบูรณ์ตามทฤษฎีเกสตัลท์ แต่ไม่ได้กล่าวถึงว่าต้องให้ภาพไม่สมบูรณ์จากเดิมเพียงใดมนุษย์ยังรู้ได้คือภาพอะไรและใช้เวลาเท่าไร งานวิจัยจึงนำประเด็นนี้มาศึกษาเปรียบเทียบระหว่างใช้จำนวนรูปทรงฉากหลัง 3 รูปทรง, 4 รูปทรง, และ 5 รูปทรงตามลำดับความสมบูรณ์ของรูปทรง

สุดท้ายคือ วิธีการทดสอบของผู้ใช้ เปรียบเทียบสองวิธีการคือ การพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงที่สีเดียวกับพื้นหลังตามทฤษฎีเกสตัลท์มาเทียบกับ การพิจารณารูปทรงฉากหลังเหมือนกับรูปทรงที่สีเหมือนพื้นหลังกี่รูป เป็นการเปรียบเทียบวัตถุเชิงความหมาย งานวิจัยของ Vikram ได้ศึกษาว่าบอทไม่เข้าใจการเปรียบเทียบวัตถุเชิงความหมายแม้รู้ว่าวัตถุนั้นคืออะไร [4] และมีแนวโน้มแคปท์ช่าในอนาคตจะใช้สิ่งนี้พัฒนาเป็นแคปท์ช่าที่มีประสิทธิภาพดีกว่าปัจจุบัน [5] งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบทดสอบของผู้ใช้ทั้งสองวิธี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มี 4 ข้อคือ (1) เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนระหว่างแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้สีพื้นหลังดำกับพื้นหลังขาว (2) เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนระหว่างแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนภาพสี่ภาพกับห้าภาพ (3) เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนระหว่างแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนรูปทรงฉากหลังสามรูปทรง, สี่รูปทรง, และห้ารูปทรง และ (4) เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนระหว่างแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้พิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงกับพิจารณาความเหมือนของรูปทรง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบของแคปท์ช่าแต่ละชนิด

งานวิจัยของ Panhuber ได้รวบรวม แคปท์ช่าชนิดต่างๆไว้ [6] ตั้งแต่เริ่มต้นในปี 1997 จนถึงปัจจุบัน รูปแบบแรกคือแบบข้อความอักษร (Text-based) สร้างข้อความแบบสุ่มและทำอักษรบิดเบี้ยวเพื่อให้ยากกับบอทตามการศึกษาของ L. von Ahn [7] ข้อดีคือ ไม่ใช้ฐานข้อมูลทำให้นำไปใช้กับระบบออนไลน์ได้ง่าย ข้อเสียคือ ไม่เหมาะกับผู้ใช้ที่มีปัญหาการมองเห็น อีกทั้งความสามารถด้านการจำแนกอักษรได้ถูกพัฒนาไปมากทำให้บอทผ่านการทดสอบรูปแบบนี้ได้ [8] Yan พบว่าการใส่สิ่งรบกวนเพิ่มขึ้นเพื่อให้ยากกับบอททำให้ผู้ใช้อ่านข้อความยากขึ้นตาม [9] ในอนาคตคาดว่า แคปท์ช่าแบบนี้จะไม่ปลอดภัยอีกต่อไปตามรายงานความล้มเหลวการป้องกันบอทของ Chellapilla [10] และรายงานการโจมตีสำเร็จของบอทโดย Lang และ Bursztein [11-12]

รูปแบบเสียง (Sound-based) ถูกสร้างขึ้นมารองรับผู้ใช้ที่มีปัญหาการมองเห็นโดยฟังเสียงเป็นหลักให้ผู้ใช้ฟังการสะกดคำและพิมพ์ตามที่ได้ยิน Shirail-Shahreza ศึกษาองค์ความรู้ด้านการจำแนกเสียงพบว่า การเพิ่มความยากกับบอททำให้ยากกับมนุษย์ด้วย [13] Panhuber พบว่าผู้ใช้ต้องมีความรู้ทางด้านภาษานั้นจึงทดสอบได้และภาษามีข้อจำกัดของคำพ้องเสียงทำให้ผู้ใช้พิมพ์คำผิด [6] Bursztein และ Bigham ศึกษาพบว่าบอททดสอบแคปท์ช่าแบบเสียงสำเร็จมากกว่ามนุษย์และใช้เวลาน้อยกว่าเนื่องจากบอทจำแนกเสียงได้ดีกว่า [14-15]

รูปแบบภาพ (Image-based) บางรูปแบบแสดงภาพให้ผู้ใช้เลือกภาพที่ถูกต้องเป็นคำตอบ เช่น Asirra ของ Microsoft [16] หรือเน้นปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ เช่น วาดภาพตามคำสั่งของ

MotionCAPTCHA [17] เป็นต้น ข้อดีคือ ง่ายกับผู้ใช้และประยุกต์ได้หลากหลาย แต่ข้อเสียสำคัญคือ ใช้ฐานข้อมูลเก็บภาพซึ่งระบบมีฐานข้อมูลจำกัดถ้าใช้ฐานข้อมูลภายนอกต้องให้บริการได้ตลอดเวลาและรองรับผู้ใช้จำนวนมากได้ จึงยากต่อการนำไปใช้จริง

งานวิจัยนี้เลือกแคปท์ช่ารูปภาพที่ไม่มีข้อเสียด้านการจำแนกของบอทและออกแบบหลากหลายองค์ประกอบ แต่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องฐานข้อมูลเนื่องจากสามารถสร้างรูปทรงแบบสุ่มได้จึงง่ายต่อการนำไปใช้จริง

2.2 Gestalt Theory [18]

K. Koffka, M. Wertheimer, และ W. Kohler นักจิตวิทยากลุ่มได้ร่วมกันเสนอแนวคิดการรับรู้สิ่งเร้าของมนุษย์ที่นำไปสู่การเรียนรู้โดยผ่านกระบวนความคิด ได้สรุปเป็นกฎการเรียนรู้หลายประการ [19] สำหรับกฎที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

- Law of Closure หากมนุษย์รับรู้สิ่งที่ขาดหายไปจะสามารถเติมสิ่งนั้นให้สมบูรณ์ได้โดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมา งานวิจัยใช้กฎข้อนี้สร้างรูปทรงพื้นฐานมีสีเดียวกับพื้นหลังโดยมีกลุ่มรูปทรงสุ่มสีเป็นฉากหลังให้รูปทรงนั้นมองเห็นได้โดยเว้นระยะห่างให้รูปทรงนั้นมีบางส่วนกลมกลืนกับพื้นหลังเป็นรูปทรงไม่สมบูรณ์ บอทมองเห็นเป็นรูปทรงเป็นวัตถุเดียวกับพื้นหลัง แต่ผู้ใช้สามารถเติมเต็มส่วนขาดหายไป และคาดเดาได้ว่ารูปทรงอะไร

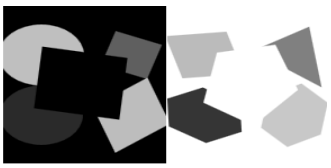
- Law of Figure – Ground มนุษย์สามารถรับรู้ส่วนที่เป็นพื้นหลังและวัตถุแม้เป็นภาพเดียวกันให้แยกจากกันได้ ภาพจากแคปท์ช่ามองได้สองแบบคือ กลุ่มของรูปทรงสุ่มสี และพื้นหลังของภาพ ถ้าผู้ใช้มองกลุ่มของรูปทรงสุ่มสีจะเห็นรูปทรงขาดหายไปเนื่องจากมีรูปทรงสีเดียวกับพื้นหลังบังไว้ ถ้ามองพื้นหลังจะเห็นรูปทรงโดยมีกลุ่มรูปทรงสุ่มสีเป็นฉากหลังโดยไม่มีอะไรบังทำให้สะดุดตามากกว่า กฎข้อนี้ทำให้ผู้ใช้มองรูปทรงสีเดียวกับพื้นหลังชัดเจนกว่า

- Law of Focal Point มนุษย์จะวางสายตาตำแหน่งกึ่งกลางภาพหรือสิ่งที่เป็นจุดสนใจโดดเด่น งานวิจัยใช้กฎข้อนี้นำรูปทรงสีเดียวกับพื้นหลังไว้กลางภาพและขนาดของรูปทรงใหญ่กว่ากลุ่มรูปทรงสุ่มสีเป็นฉากหลังและบังกลุ่มรูปทรงให้สะดุดตาผู้ใช้จึงมองเห็นรูปทรงนี้ง่าย

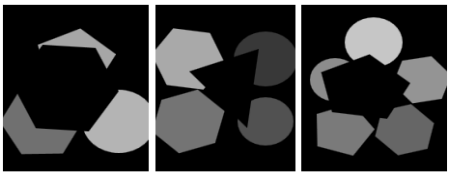
3.ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย

สมมุติฐานที่นำมาทดสอบมีสี่ข้อคือ (1) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้สีพื้นหลังดำจะน้อยกว่าแบบพื้นหลังขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนภาพสี่ภาพน้อยกว่าแบบห้าภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนรูปทรงฉากหลังห้ารูปทรงน้อยกว่าแบบสี่รูปทรงและสามรูปทรงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ (4) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้การพิจารณาความเหมือนของรูปทรงน้อยกว่าแบบพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การกำหนดสมมุติฐานมาจากการทบทวนวรรณกรรม

ตัวแปรอิสระมีสี่ตัวคือ (1) สีพื้นหลังที่ปรากฏในแคปท์ช่ามีสองลักษณะคือ ดำกับขาว (2) จำนวนภาพที่ผู้ใช้พิจารณาในแคปท์ช่ามีสองลักษณะคือสี่ภาพกับห้าภาพ (3) จำนวนรูปทรงฉากหลังที่ปรากฏในแคปท์ช่ามีสามลักษณะคือ สามรูป สี่รูป และห้ารูป และ (4) วิธีการทดสอบของผู้ใช้มีสองลักษณะคือ พิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงโดยถามผู้ใช้ถึงจำนวนเหลี่ยมของรูปทรงกลางภาพ กับ พิจารณาความเหมือนของรูปทรงโดยถามผู้ใช้ถึงจำนวนรูปทรงที่เหมือนกับรูปทรงกลางภาพ



ภาพที่ 1: การเปรียบเทียบสีพื้นหลังในแคปท์ช่าเรขาคณิตสีดำและขาว



ภาพที่ 2: การเปรียบเทียบจำนวนกลุ่มรูปทรงฉากหลัง สามรูป สี่รูป และห้ารูป ตามลำดับ

ตัวแปรตามมีสองตัวคือ (1) เวลาที่ผู้ใช้ทำงานเสร็จสิ้นหน่วยเป็นวินาทีทศนิยมสองตำแหน่ง เริ่มจับเวลาเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม

เริ่มต้นและทำการทดสอบของแคปท์ช่าจนกระทั่งผู้ใช้กดปุ่มส่งคำตอบ (2) จำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบ เมื่อผู้ใช้พิมพ์คำตอบผิดหรือพิมพ์คำตอบไม่ครบและกดปุ่มส่งคำตอบ ระบบจะแจ้งว่าผิดถือเป็นหนึ่งครั้งที่ไม่ผ่าน เพื่อความเข้าใจง่ายจะแปลงเป็นอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน

การเก็บข้อมูลทำในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สุ่มหน่วยทดลองเป็นบุคคลทั่วไปและนักศึกษาสุ่มสถาบัน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน แต่มีกลุ่มเดียวมีหน่วยทดลอง 45 คน รวมทั้งสิ้น 205 คน แต่ละกลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มย่อยสองกลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ยกเว้นกลุ่มที่มีสี่สิบห้าคนแบ่งเป็นสามกลุ่มย่อย กลุ่มละ 15 คน การทดลองเป็นแบบ within มีการทำ counter balancing เพื่อลดผลกระทบจากการทดลองแต่ละครั้ง สำหรับกลุ่มที่มี 45 คนให้ทดสอบแคปท์ช่ามีรูปทรงฉากหลังสามรูป สี่รูป และห้ารูป สลับลำดับการทดสอบทุกกลุ่มย่อย แต่ละหน่วยทดลองต้องผ่านการทดสอบให้ได้สามครั้งจึงเปลี่ยนการทดสอบ ผลด้านเวลาเป็นค่าเฉลี่ยเวลาทั้งหมดที่หน่วยทดลองทดสอบผ่านและไม่ผ่าน

ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการทดสอบให้หน่วยทดลองโดยไม่แจ้งวัตถุประสงค์การทดลอง และให้ทำการทดสอบแคปท์ช่าทีละคนโดยมีผู้วิจัยดูการทดสอบ ทำการฝึกหน่วยทดลองก่อนทดสอบจริงสามครั้ง หน่วยทดลองต้องปิดเครื่องมือสื่อสาร ห้ามส่งเสียงรบกวน และห้ามดูการทดสอบ เมื่อหน่วยทดลองคนใดทดสอบเสร็จต้องออกจากห้องทันที หน่วยทดลองคนต่อไปทำการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ตัวเดียวกัน ทั้งหมดนี้เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือ

หน่วยทดลองทั้ง 205 คนแบ่งเป็น ชาย 88 คน หญิง 117 คน , มี 154 คนที่ทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือต้องใช้คอมพิวเตอร์ทำงาน, ในกลุ่มนี้มีผู้คุ้นเคยกับแคปท์ช่าจำนวน 129 คน, อายุ 17-25 ปีมี 120 คน อายุ 26-40 ปีมี 80 คน และอายุ 41-55 ปีมี 5 คน ผู้วิจัยพยายามกระจายความหลากหลายของหน่วยทดลองให้อยู่ในทุกกลุ่ม

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

การทดลองวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS ใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Paired Simples T test ยกเว้น การทดลองจำแนกตามจำนวนรูปทรงฉากหลัง ใช้การวิเคราะห์แบบ Repeated Measures เนื่องจากตัวแปรอิสระมากกว่าสองระดับ ผลการทดลองแสดงเป็นตารางค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้, จำนวนครั้งผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบ, และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน ดังนี้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าในวงเล็บ

ตารางที่ 1: ผลการทดลองจำแนกตามสีพื้นหลัง

สีพื้นหลัง	ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนครั้งไม่ผ่านการทดสอบ	อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน (%)
ดำ	12.46(4.9)	6	95.24
ขาว	13.01(5)	5	96

ตารางที่ 2: ผลการทดลองจำแนกตามจำนวนภาพ

จำนวนภาพ	ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนครั้งไม่ผ่านการทดสอบ	อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน (%)
สี่ภาพ	14.2 (7.4)	5	96
ห้าภาพ	15.16 (7.9)	4	96.77

ตารางที่ 3: ผลการทดลองจำแนกตามจำนวนรูปทรงฉากหลัง

จำนวนฉากหลัง	ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนครั้งไม่ผ่านการทดสอบ	อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน (%)
สามรูป	12.77 (5.82)	8	94.01
สี่รูป	12.3 (4.95)	5	96.43
ห้ารูป	12.09 (6.85)	2	98.54

ตารางที่ 4: ผลการทดลองจำแนกตามลักษณะวิธีการทดสอบของผู้ใช้

ลักษณะการทดสอบ	ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนครั้งไม่ผ่านการทดสอบ	อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน (%)
ความเหมือนรูปทรง	21.37 (6.89)	53	69.36
เหลี่ยมรูปทรง	11.97 (4.6)	6	95.24

ผลการทดสอบสมมุติฐานเป็นดังนี้ (1) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้สีพื้นหลังดำกับพื้นหลังขาวไม่มีความแตกต่างกัน (p-value = 0.249, 0.599 ตามลำดับ) (2) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนภาพสี่ภาพกับห้าภาพไม่มีความแตกต่างกัน (p-value = 0.098, 0.711 ตามลำดับ) (3) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้จำนวนรูปทรงฉากหลังห้ารูปทรงกับสี่รูปทรงและสามรูปทรงไม่มีความแตกต่างกัน (p-value = 0.677, 0.161 ตามลำดับ) และ (4) เวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้การพิจารณาความเหมือนของรูปทรงกับพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0, 0 ตามลำดับ) โดยเวลาที่ใช้และจำนวนครั้งที่ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบของแคปท์ช่าเรขาคณิตที่ใช้การพิจารณาความเหมือนของรูปทรงมากกว่าการพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรง

5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการทดลองจำแนกตามสีพื้นหลังเป็นไปตามผู้วิจัยคาดหวังไว้ พื้นหลังดำตัดกับกลุ่มรูปทรงสีสุ่มทำให้ผู้ใช้สะดุดตาเห็นรูปทรงคำตอบได้เร็วกว่าพื้นหลังขาวทำให้กลุ่มรูปทรงเด่นกว่ารูปทรงคำตอบ แต่เวลาต่างกันไม่กี่วินาทีโดยเฉลี่ยจึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ รวมทั้งอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน

ด้านจำแนกตามจำนวนภาพ ผลที่ได้เป็นตามความจริง จำนวนสิ่งที่ผู้ใช้ทำมีน้อยกว่าย่อมใช้เวลาน้อยกว่าด้วยแม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติรวมทั้งอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน นอกจากนี้พบว่าถ้าเปลี่ยนจากใช้ 5 ภาพเป็น 4 ภาพ เวลาที่ใช้ลดลงประมาณ 1.068 เท่า ซึ่งน้อยกว่าโอกาสที่บอทเดาคำตอบถูกเพิ่มขึ้น 5 เท่า จึงไม่ควรใช้ 4 ภาพ

ผลที่ได้จากการจำแนกตามจำนวนรูปทรงฉากหลัง เวลาที่ผู้ใช้คาดเดารูปทรงไม่แตกต่างกัน แต่จำนวนครั้งที่ไม่ผ่านต่างกันเป็นเท่าตัวแม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากจำนวนของฉากหลังที่มากขึ้นจะยิ่งเผยให้เห็นบางส่วนของรูปทรงคำตอบให้มากขึ้นตามลำดับ ทำให้ผู้ใช้คาดเดารูปทรงได้ง่ายขึ้นตามไปด้วย

และผลทดลองจำแนกตามลักษณะการพิจารณารูปทรง การพิจารณาความเหมือนรูปทรงเพิ่มสิ่งที่ผู้ใช้ต้องทำมากขึ้น โดยต้องนำกลุ่มรูปทรงแต่ละอันเทียบกับรูปทรงสีเหมือนพื้นหลังจึงใช้เวลามากกว่าการพิจารณาเหลี่ยมรูปทรงเพียงรูปทรงเดียวอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งรูปทรงสีเหมือนพื้นหลังได้บังกลุ่มรูปทรงทำให้ยากต่อการจำแนกเป็นรูปทรงอะไร ทำให้ผู้ใช้ไม่ผ่านการทดสอบจำนวนมาก ผิดกับรูปทรงสีเหมือนพื้นหลังไม่มีอะไรบังจึงจำแนกรูปทรงได้ถูกต้อง เวลาที่ใช้และอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนของการพิจารณาความเหมือนรูปทรงจึงมากกว่าการพิจารณาเหลี่ยมรูปทรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเปรียบเทียบวัตถุเชิงความหมายจึงเหมาะกับรูปภาพที่ชัดเจนเท่านั้น

สิ่งที่ค้นพบในงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดไปพัฒนาแคปท์ช่าเรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไปและเป็นสิ่งยืนยันชัดเจนจากผลการทดลอง นอกจากนี้ผู้พัฒนาแคปท์ช่าที่ออกแบบแคปท์ช่าคล้ายคลึงรูปแบบนี้นำข้อค้นพบจากงานวิจัยเป็นแนวทางการพัฒนาแคปท์ช่าของตนเองได้

การต่อยอดในอนาคตจะพิจารณาด้านความยากต่อบอท โดยศึกษาว่าองค์ประกอบของแคปท์ช่าในงานวิจัยนี้ส่งผลอย่างไรกับการจำแนกรูปทรงของบอท หากมีโอกาสจะศึกษาอิทธิพลร่วมขององค์ประกอบต่างๆ โดยเลือกเฉพาะที่มีผลต่อ

เวลาที่ใช้กับจำนวนไม่ผ่านการทดสอบที่ชัดเจนอย่างสีพื้นหลังและจำนวนรูปทรงฉากหลัง

เอกสารอ้างอิง

[1] W. Liao, "A CAPTCHA Mechanism by Exchanging Image Blocks", *In Pattern Recognition of the 18th International Conference*, Hong Kong, 2006, pp. 1179-1183.

[2] B. Shneiderman, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc: Boston, 1986.

[3] สุทธิเกียรติ มีลาภ, "CAPTCHA รูปแบบเรขาคณิตและการคำนวณ", *การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT2013)*, 24 ม.ค. 2556, หน้า 8-13.

[4] S. Vikram *et al.*, "SEMAGE: A New Image-based Two-factor CAPTCHA", *Proceeding of Annual Computer Security Applications Conference*, Orlando, Florida, USA, 2011, pp. 237-246.

[5] Imperva and SecureSphere, "A CAPTCHA in the Rye", Hacker intelligence initiative monthly trend report, ADC monthly web attacks analysis, California, USA, June 2012, vol. 11.

[6] S. Panhuber and M. Haudum. (2012, Jul 14). *State of the Art in Anti-Automation Technologies in Today's Web* [Online]. Available: http://www.fim.unilinz.ac.at/Lva/SE_Netzwerke_und_Sicherheit_Security_Considerations_in_Intercon_Networks/

[7] L. von Ahn, M. Blum, N. J. Hopper and J. Langford, "CAPTCHA: Using Hard AI Problems for Security", *In proceedings of Eurocrypt*, Warsaw, Poland, 2003.

[8] S. Hocevar.(2012, Oct. 20). *PWNtcha-CAPTCHA Decoder* [Online]. Available: http://caca.zoy.org/wiki/PWNtcha

[9] J. Yan and A. Salah El Ahmad, "Usability of CAPTCHAs or Usability Issues in CAPTCHA Design", *4th Symposium on Usable Privacy and Security (SOUPS)*, Pittsburgh, USA, 2008, pp. 44-52.

[10] K. Chellapilla, K. Larson, P. Y. Simard and M. Czerwinski, "Computers beat Humans at Single Character Recognition in Reading based Human Interaction Proofs (HIPs)", *In Proceedings of the 2nd Conference on Email and Anti-spam*, California, USA, 2005.

[11] S. R. Lang and N. Williams, "Impeding CAPTCHA Breakers with Visual Decryption", *The 8th Australasian Information Security Conference*, Brisbane, Australia, 2010, pp.39-46.

[12] E. Bursztein *et al.*, "Text-based CAPTCHA Strengths and Weaknesses", *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer and Communications Security*, Chicago, Illinois, USA, 2011, pp.125-138.

[13] S. Shirail-Shahreza and M. Hassan Shirail-Shahreza, "Accessibility of CAPTCHA Methods", *Proceeding of the 4th ACM Workshop on Security and Artificial Intelligence*, Chicago, Illinois, USA, 2011, pp.109-110.

[14] E. Bursztein and R. Beauxis, "The Failure of Noise-Based Non-Continuous Audio CAPTCHAs", *Proc. IEEE Symposium on Security and Privacy*, May 2011, pp. 19-31.

[15] J. P. Bigham and A. C. Cavender, "Evaluating existing audio CAPTCHAs and an interface optimized for non-visual use", *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Boston , USA, 2009, pp. 1829-1838.

[16] J. Douceur. (2012, Sep. 10). *Asirra* [Online]. Available: http://research.microsoft.com/asirra

[17] GitHub. (2012, Nov. 7). *MotionCAPTCHA v0.2* [Online]. Available: http://www.josscrowcroft.com/demos/motioncaptcha

[18] M. Soegaard. (2012, Nov. 20). *Gestalt principles of form perception* [Online]. Available: http://www.interaction-design.org/encyclopedia/gestalt_principles_of_form_perception.html

[19] K. Koffka, *Principle of Gestalt Psychology*, Harcourt : London, United Kingdom, 1935.

ระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ
Development of Query Expansion System using Topic Model

สุธิดา หนูมาก (Sutida Numak)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanin)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]nusutida@gmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ เพื่อเพิ่มปริมาณของผลลัพท์จากการค้นคืนเอกสารให้มากขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ทวิตเตอร์ และนำแบบจำลองหัวข้อ (Topic-Model) มาใช้ในการจำแนกหมวดหมู่ของเอกสาร โดยพิจารณาความหมายของคำเป็นหลักและให้ค่าน้ำหนักของคำแต่ละคำในแต่ละหัวข้อ เพื่อใช้ในการขยายคำสำคัญในการสืบค้นที่เกี่ยวข้องมากขึ้นกว่าคำค้นเพียงคำเดียว และเพื่อเพิ่มค่าความระลึก (Recall) ให้มากกว่าวิธีการค้นคืนแบบธรรมดา อีกทั้งยังใช้ WordNet เพื่อช่วยในการค้นคืนคำคล้าย (Synonym) ที่เป็นภาษาอังกฤษ และใช้ Apache Lucene เป็นเครื่องมือในการสร้างดัชนีของข้อมูล (Indexed) ในเอกสารเพื่อใช้ในการค้นคืนอย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลได้ค่าของความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.77 ค่าความระลึก (Recall) เท่ากับ 1 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.87 จึงสรุปได้ว่าระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อใช้งานได้อย่างดี

คำสำคัญ: แบบจำลองหัวข้อ การค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ ลูซีน เวิร์ดเน็ต ดัชนีข้อมูล

Abstract

The aim of this research is to develop a query expansion system using a topic model to increase the accuracy of retrieved results of documents. Data from the website Twitter will be used evaluate the performance.
A topic-model is applied to the system to aid classification of documents by defining the core and the weight of is word in each topic. This technique will increase accuracy as keyword searches only focus on single word. Moreover, this system increases the completeness of a search rather than retrieval of a basic word. WordNet is used to assist in the retrieval of words, and the Apache Lucene is used as a means of indexing the data from document. The evaluation of the system discovered that Precision, Recall, and F-measure return good values at 0.77, 1, and 0.87 respectively.

Keyword: Topic Model, Information Retrieval, Lucene, WordNet, Index

1. บทนำ

ระบบค้นคืนสารสนเทศ มีบทบาทสำคัญมากในโลกในปัจจุบัน เนื่องจาก ความเจริญทางด้านเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้รับความนิยมมากขึ้น ระบบการสืบค้นข้อมูลถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ระบบในการค้นหาเอกสารที่ต้องการ ปัญหาที่พบบ่อยในระบบการสืบค้นข้อมูลก็คือ ข้อสอบถามประกอบด้วยคำที่ไม่อยู่ในดัชนีของระบบ ดังนั้นถึงแม้จะมีเอกสารที่ต้องการอยู่ในระบบ ผู้ใช้ระบบอาจไม่ได้รับเอกสารครบถ้วนตามที่ต้องการ นอกจากนี้ผู้ใช้งานระบบส่วนใหญ่ไม่มีทักษะ ในการเลือกใช้คำค้นหาที่ดีทำให้คำสั่งสอบถามมีลักษณะคลุมเครือ โดยทั่วไประบบค้นคืนสารสนเทศจะใช้เทคนิคการค้นคืนโดยใช้คำสำคัญ (Keyword) หลักการทำงานคือ ผู้ใช้ระบุคำต่าง ๆ ที่ต้องการค้นหา จากนั้นระบบจะนำคำเหล่านี้ไปเปรียบเทียบ กับคำสำคัญในเอกสารเพื่อค้นหาเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วระบบจะค้นคืนผลลัพธ์เป็นรายการเอกสารที่มีคำเหล่านั้นปรากฏอยู่ให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งระบบสืบค้นโดยทั่วไปอาจจะยังไม่ตอบสนองกับผู้ใช้งานเท่าที่ควร เว็บไซต์ทวิตเตอร์ เป็นเว็บไซต์ที่ได้รับความ

นิยมในการเข้ามาร่วมแสดงความคิดเห็น แต่การแสดงความคิดเห็นบนทวิตเตอร์นั้นไม่มีการจำแนกหัวข้อตามประเภทความสนใจ เป็นการแสดงความคิดเห็นทุกเรื่องที่สนใจ หรือแม้แต่การแสดงความคิดเห็นเชิงบ่น ระบายอารมณ์ หรือทักทาย ทำให้ข้อมูลมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และเป็นอุปสรรคสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการค้นคืนข้อมูลตามประเภทที่สนใจ และสามารถค้นคืนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจได้ครบถ้วนและรวดเร็ว

จากปัญหาการดังกล่าวจึงเป็นเหตุจูงใจให้ผู้วิจัย มีแนวคิดในการพัฒนาระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการค้นคืนข้อมูลที่มีปริมาณมากให้มีประสิทธภาพมาที่ดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำวิธีการการแทนเอกสารด้วยแบบจำลองหัวข้อมาใช้ในการจำแนกหมวดหมู่ของเอกสาร โดยพิจารณาความหมายของคำเป็นหลักและให้ค่าน้ำหนักของคำแต่ละคำในแต่ละหัวข้อ เพื่อใช้ในการขยายคำสำคัญในการสืบค้นที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ใช้งานสืบค้นโดยใช้คำสำคัญว่า “การเมือง” จะได้คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “การเมือง” เพิ่มขึ้น เช่น คำว่า “นายกรัฐมนตรี” “รัฐบาล” “ประชามติ” และ“ปฏิวัติ” เป็นต้น และในส่วนที่เป็นภาษาอังกฤษ และได้ใช้เทคนิคการเปรียบเทียบความคล้ายของคำ เพื่อเพิ่มค่าความระลึกให้กับคำสำคัญ

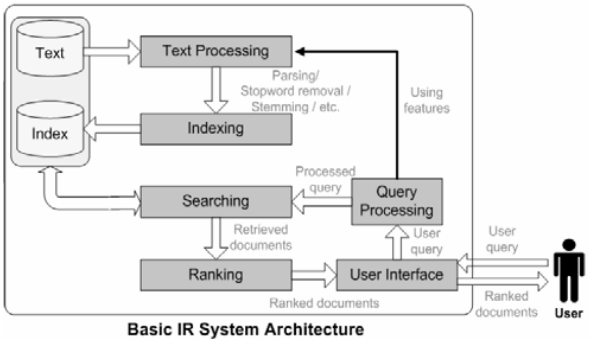
ระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อคำนึงถึงความสะดวกของผู้ใช้งานโดยแบ่งการสืบค้นออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การสืบค้นแบบธรรมดา และการสืบค้นแบบขยายคำค้น โดยการสืบค้นทั้ง 2 รูปแบบนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของความระลึกของผลลัพธ์ในการสืบค้น และความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดรูปแบบการนำเสนอการจัดเก็บ และการเข้าถึงตัวเอกสาร หรือ ข้อมูลในเอกสาร ระบบการค้นคืนสารสนเทศ เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้ที่ต้องการข้อมูลและกลุ่มข้อมูลทั้งนี้ จุดมุ่งหมายของระบบคือ คัดเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการใช้ และกรองเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ต้องการออกไป การทำงานของการค้นคืนสารสนเทศ แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียมฐานข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่มีทั้งหมดมาแปลง (Representation) ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ ได้แก่ การตัดคำที่ไม่จำเป็น (Stop Word) การทำให้อยู่ในรูปของราก (Stem) และการหาคำเหมือน (Normalization) แล้วจึงนำเอาเอกสารที่ได้มาทำดัชนี (Indexing) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การค้นคืนจากฐานดัชนี (Retrieval) [1]

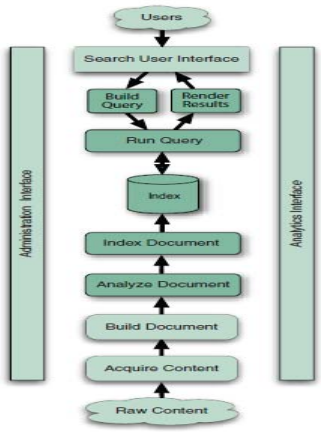
2) ขั้นค้นหาเอกสารที่ผู้ใช้ต้องการ คือ การนำคำที่ผู้ใช้ต้องการหา (Query) ไปแทนให้อยู่ในรูปแบบเดียวกับข้อ 1 จากนั้นไปค้นหาเอกสารที่ต้องการฐานข้อมูลที่ได้ทำไว้ (Searching) แล้วค้นคืนให้กับผู้ใช้ โดยมีการจัดทำลำดับของเอกสาร (Ranking) ตามลำดับความเหมือนของเอกสารกับข้อความที่ต้องการค้นหา โดยสามารถทำการวัดประสิทธิภาพของระบบค้นคืนข้อมูลค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ได้ [9]

2.1.2 แบบจำลองหัวข้อ (Topic-Model) เป็นการสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการจัดกลุ่มของข้อมูล แบบจำลองหัวข้อนี้ เกิดขึ้นจากเอกสารมีการรวมตัวของหลายๆ หัวข้อซึ่งแต่ละหัวข้อก็มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของคำที่เกิดขึ้นด้วย [3]

Topic #11		Topic #32		Topic #34	
Terms	Prob.	Terms	Prob.	Terms	Prob.
storm	0.017	art	0.041	species	0.016
hurricane	0.011	paris	0.026	dna	0.010
tropical	0.010	italy	0.026	cell	0.009
florida	0.010	rome	0.021	plant	0.006
damage	0.010	painting	0.019	organism	0.006
wind	0.008	leonardo	0.018	genetic	0.005
cause	0.007	picasso	0.016	life	0.005
atlantic	0.007	michelangelo	0.015	darwin	0.005
season	0.006	gallery	0.008	protein	0.005
august	0.006	colour	0.006	animal	0.004

ภาพที่ 2: ตัวอย่างหัวข้อที่สร้างจากแบบจำลองหัวข้อ [3]

2.1.3 ลูซีน (Lucene) ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสำหรับใช้เป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ในการค้นคืนสารสนเทศ แต่เดิมลูซีนถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษาจาวา โดย Doug Cutting ซึ่งสนับสนุนโดยมูลนิธิซอฟต์แวร์อาแพชี และเผยแพร่โดยใช้สัญญาอนุญาตซอฟต์แวร์อาแพชี ลูซีนถูกย้ายไปเขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น ๆ นอกจากภาษาจาวาด้วย ได้แก่ ภาษาเพิร์ล ภาษาซีชาร์ป ภาษาซีพลัสพลัส ภาษาไพทอน ภาษารูบี้ และภาษาพีเอชพี ลูซีนเหมาะกับการใช้งานใดที่ต้องการการสร้างดัชนีข้อความอย่างเต็มรูปแบบ (Full-text indexing) และความสามารถในการค้นคืนข้อความแบบเต็มรูปแบบ (Full-text searching) ลูซีนได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการนำไปใช้สร้างเครื่องมือช่วยค้นหาข้อมูลสำหรับอินเทอร์เน็ต หรือ ภายในองค์กร หรือ เฉพาะในเว็บไซต์เดียว



ภาพที่ 3 : กระบวนการทำงานของลูซีน

2.1.4 เวิร์ดเน็ต (WordNet) [4], [3] เป็นฐานข้อมูลคำศัพท์ออนไลน์ภาษาอังกฤษที่ออกแบบตามทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผสมผสานระหว่างพจนานุกรมคำศัพท์ (Dictionary) กับพจนานุกรมอภิธานศัพท์หรือคำ พ้องความหมาย (Thesaurus) เข้าด้วยกัน การเก็บข้อมูลคำศัพท์จะแบ่งตามชนิดของคำ เช่น คำนาม คำกริยา คำคุณศัพท์ คำวิเศษณ์ เป็นต้น และจับกลุ่มคำศัพท์ที่มีลักษณะความหมายคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน เรียกว่า Synset [1] ซึ่งแต่ละกลุ่ม Synset จะแทนค่าของ 1 แนวคิด (Sense) และ Synset จะเชื่อมโยงไปยัง Synset อื่นๆ ด้วยโครงสร้างแบบลำดับชั้น(Hierarchical Structure) โดยมีความสัมพันธ์แบบ Synonym, Antonym, Hypernym, Hyponym, Meronym,Holonym, Troponym, Entailment, Coordinated เป็นต้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบค้นคืนสารสนเทศที่ใช้คำสำคัญไปทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกันกับคำที่ทำการค้นหาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ควบคู่กับระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศขึ้น

แบบจำลองหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีผู้วิจัยทำการศึกษาไว้ ได้แก่ งานวิจัยระบบสำหรับป้องกันและกรองขยะออกจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยประยุกต์ใช้วิธีการกรองสารสนเทศโดยดูจากเนื้อหา และเลือกใช้วิธี Latent semantic indexing (LSI) และ Probabilistic Latent Semantic Analysis (PLSA) มารวมกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้สำหรับกรองขยะออกจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ผลการวิจัยสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสามารถกรองขยะที่แฝงตัวมากับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้ดี แต่มีข้อเสียคือการสร้างแบบจำลองต้องใช้ CPU ในการประมวลผลเป็นเวลานาน [6] หรือการนำวิธี Latent Dirichlet Allocation (LDA) มาใช้ในการแบ่งกลุ่มเว็บที่เป็นขยะ (Web Spam)โดยในขั้นตอนการฝึก (Training) ใช้ LDA สร้างแบบจำลองหัวข้อซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ขยะ (Spam) และไม่ใช่ขยะ (Non-Spam) และในขั้นตอนการทดสอบ (Test) นำแบบจำลองหัวข้อที่สร้างขึ้นโดยวิธี LDA มาทดสอบกับคลังข้อมูลของ UK2007-WEBSPAM เพื่อคัดแยกกลุ่มของเว็บไซต์ที่เป็นสแปม และไม่ใช่สแปม ผลการวิจัยสรุปว่าวิธี LDA ให้ผลลัพธ์ที่ดีในการคัดแยกเว็บไซต์ที่เป็นสแปม และไม่ใช่สแปม [4] หรือการนำ Latent Dirichlet Allocation (LDA) มาใช้ดึงหัวข้อที่แฝงอยู่ในซอร์สโค้ด เพื่อ

ช่วยให้ผู้ใช้สามารถแบ่งประเภทของซอร์สโค้ดได้เร็วขึ้น วิธีนี้ประยุกต์ใช้กับซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส (Open Source) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า LDA มีความสามารถในการจัดหัวข้อได้ดีเป็นที่น่าพึงพอใจ [4] การประยุกต์ใช้ Latent Dirichlet Allocation (LDA) เพื่อนำมาใช้แนะนำบทความบนเว็บ และงานวิจัย ได้นำเสนอวิธีการแทนเอกสารด้วยแบบจำลองหัวข้อเพื่อนำมาใช้ในการจำแนกหมวดหมู่ของเอกสาร ผลการวิจัยพบว่าการแทนเอกสารด้วยแบบจำลองหัวข้อที่นำเสนอนี้ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการแทนเอกสารด้วยวิธี Bag of Word (BOW)

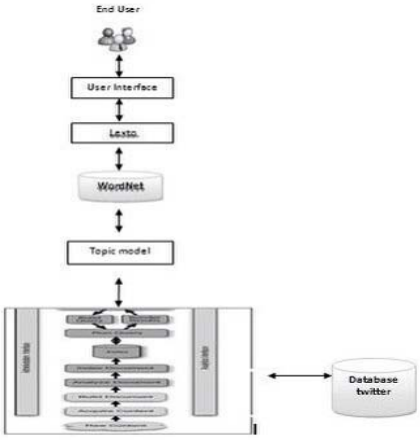
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการอธิบายกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ พร้อมทั้งนำแผนภาพที่ใช้แสดงการทำงานของระบบงาน เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบในขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากทวิตเตอร์ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลการโพสต์ลงบนทวิตเตอร์ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ภาษาไม่เป็นทางการ และในเว็บไซต์ทวิตเตอร์ได้มีการโพสต์ในเรื่องต่าง ๆ ที่มีคนเข้ามาโพสต์ข้อความมากมายและเป็นที่นิยมของคนใช้งานอินเตอร์เน็ตที่จะเข้ามาติดต่อสื่อสารกัน และข้อมูลมักเป็นการตั้งกระทู้ทั้งรูปแบบของคำถามและรูปแบบของประโยคบอกเล่าทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษปะปนกัน ทำให้ยากต่อการแยกแยะเรื่องที่สนใจ ผู้วิจัยจึงได้คิดทำระบบการขยายคำค้นโดยใช้แบบจำลองหัวข้อเพื่อให้ผู้ใช้สะดวกในการค้นหาข้อมูลและได้ข้อมูลที่ตรงความต้องการของผู้ใช้ ศึกษาเครื่องมือการสร้างดัชนีของข้อมูลในเอกสารโดยใช้ Apache Lucene เพื่อใช้สำหรับกระบวนการค้นคืนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพสูงอีกทั้งยังเป็นโอเพ่นซอร์ส Open Source อีกด้วย ศึกษาไลบรารี (Library) สำหรับใช้ในการตัดคำภาษาไทยโดยใช้ Lexto ซึ่งเป็นไลบรารีที่ถูกพัฒนาโดยเนคเทค (Nectec) ซึ่งสามารถตัดคำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.2 ออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากทวิตเตอร์ รายละเอียดในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : กระบวนการทำงานของระบบขยายคำค้นของข้อสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ

1) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล (Pre-Processing) โดยทำการแยกประเภทของเอกสารซึ่งแบ่งออกได้ 9 ประเภท เพื่อเก็บลงฐานข้อมูล 2) ผู้ใช้จะกรอกข้อมูลชุดคำถามเข้ามาระบบจะทำการตัดคำเพื่อตัดคำหยุด (Stop Word) ออกโดยใช้ Lexto 3) คำค้นก็จะถูกกรองคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันเพื่อให้ผลการค้นคืนที่เพิ่มขึ้นแต่จะเป็นเฉพาะภาษาอังกฤษ 4) คำค้นจะถูกส่งต่อไปยังแบบจำลองหัวข้อเพื่อทำการขยายคำค้นให้ได้เพิ่มขึ้น 5) คำค้นทั้งหมดจะส่งไปที่ Apache Lucene ซึ่งมีการการสร้าง Index ไว้เรียบร้อยแล้ว และระบบจะแสดงผลการค้นคืนไปยังผู้ใช้งาน

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผลของการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบการสืบค้นออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

4.1.1 การสืบค้นแบบธรรมดา เป็นการสืบค้นโดยผ่านลูซีนโดยตรง ไม่มีการขยายคำสำคัญ และไม่มีการใช้ Index เหมาะสำหรับการสืบค้นแบบที่ต้องการความรวดเร็ว แต่ไม่ต้องการความแม่นยำ และความครบถ้วนของผลลัพธ์มากนัก

4.1.2 การสืบค้นแบบขยายคำค้น เป็นการสืบค้นโดยมีการผ่านกระบวนการขยายคำสำคัญด้วยแบบจำลองหัวข้อ และมีการ

ใช้ Index เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูลที่ต้องใช้คำสำคัญที่มีปริมาณมาก การสืบค้นรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นที่ต้องการความแม่นยำ และความครบถ้วนที่เพิ่มมากขึ้น ในระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ สามารถแสดงภาพของระบบขยายคำค้นของคำสอบถามโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแล้วได้ ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: แผนภาพของระบบขยายคำค้นโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ

4.2 ผลการประเมินระบบ

การทดสอบระบบนั้นทางผู้วิจัยจะใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ในการทดสอบระบบโดยรวมซึ่งมีความรวดเร็วมากกว่าการทดสอบแบบอื่น และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทดสอบกับระบบสืบค้นข้อมูลในเว็บทวิตเตอร์ โดยจะทำทดสอบระบบด้วยตนเอง (Alpha Testing) งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และ F-Measure [1] ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยเลือกคำสำคัญจำนวน 15 คำ จากทั้งหมด 208 คำ เพื่อใช้สืบค้น 15 ครั้ง โดยทดสอบกับข้อมูลจริงจำนวน 2000 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนแบบธรรมดา และค้นคืนแบบขยายคำค้น

คำสำคัญ	ค้นคืนแบบธรรมดา		ค้นคืนแบบขยายคำค้น	
	Precision	**Recall**	**Precision**	**Recall**
การเมือง	1	0.1	0.89	1
นายก	1	0.1	0.89	1
3G	1	0.1	0.59	1
ฟุตบอล	1	0.7	0.41	1
การศึกษา	1	0.6	0.95	1
ศาสนา	1	0.4	0.55	1
พระราชกรณียกิจ	0.71	0.6	0.82	1
รถยนต์	1	0.02	0.69	1
คอนโด	1	0.2	0.84	1
ดารา	1	0.01	0.75	1
รัฐบาล	1	0.1	0.89	1
ปฏิวัติ	1	0.1	0.89	1
คอนเสิร์ต	1	0.01	0.75	1
บันเทิง	1	0.01	0.75	1
ฝ่ายค้าน	1	0.1	0.89	1
ค่าเฉลี่ย	**0.98**	**0.21**	**0.77**	**1**
ค่า F-measure	**0.62**		**0.87**	

จากการทดสอบผลการค้นคืนแบบธรรมดาพบว่าได้ค่า Precision = 0.98 ค่า Recall = 0.21 และค่า F-Measure = 0.62

จากการทดสอบผลการค้นคืนแบบขยายคำค้นพบว่าได้ค่า Precision = 0.77 ค่า Recall = 1 และค่า F-Measure = 0.87

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบระบบขยายคำค้นโดยใช้แบบจำลองหัวข้อ ได้นำทฤษฎีแบบจำลองหัวข้อมาใช้ในการแบ่งกลุ่มและไปใช้ควบคู่กับการเปรียบเทียบความคล้ายของคำ โดยเปรียบเทียบกันระหว่างคำสำคัญที่ผู้ใช้ใส่เข้าไปในระบบ กับคำสำคัญที่รวบรวม และจัดกลุ่มไว้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของค่าความแม่นยำ กับค่าความระลึกของการสืบค้นข้อมูล โดยมุ่งเน้นไปที่ค่าความครบถ้วน และมีการทำ Index เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความรวดเร็วในการสืบค้น จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในตารางที่1 ได้ค่า Precision = 0.77 ค่า Recall = 1 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.87 แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผลประเมินระดับดี

ในอนาคตระบบสามารถพัฒนาให้รองรับกับการค้นคืนข้อมูลด้วยการประมวลผลภาษาธรรมชาติ และสามารถเรียนรู้ข้อความที่เขียนผิดให้สามารถค้นคืนได้ครอบคลุมมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Hyunjang Kong, Myunggwon Hwang, Pankoo Kim. A New Methodology for Merging the Heterogeneous Domain Ontologies based on the WordNet

[2] Main page of Apache Lucene, http://lucene.apache.org [Access: 22 December 2008]

[3] Main page of Solr, http://lucene.apache.org/solr/ [Access: 2 February 2009]

[4] Maskeri, G., Sarkar, S. and Heafield, K. (2008), Mining business topics in source code using latent Dirichlet allocation, in 'Proceedings of the 1st India Software Engineering Conference', pp. 113–120.

[5] Main page of lexitron,http://lexitron.nectec.or.th/2009_1/presentation/WordNet.pdf [Access: 2 Janaury 2009]

[6] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*, ACM Press, Addison Wesley, 1999.

[7] Ricardo, Yates. Baeza., et al. Modern Information Retrieval, Pearson Education, 1999.

[8] Sudarsun S, Venkatesh Prabhu and Valarmathi B, "Topic Models based Personalized Spam Filter", Proceedings of ISCF 2006, pp. 199-203, 2006

[9] ชูชาติ หฤไชยะศักดิ.โปรแกรมสำหรับพัฒนา ระบบค้นคืนสารสนเทศภาษาไทย. National and Computer Technology Center (NECTEC), 2537. สาระสังเขป สืบค้นวันที่ 20 กรกฎาคม 2555 จาก http://sansarn.com

[3] วงกต ศรีอุไร, พยุง มีสัจ และชูชาติ หฤไชยะศักดิ์. การเตรียมฟีเจอร์บนพื้นฐานแบบจำลองหัวข้อสำหรับการจำแนกหมวดหมู่ของเอกสาร. การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้าน คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5.

ระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับ
An Annotation Based Approach for Video on Demand Retrieval System

สาโรจน์ ภคุโล (Sarojn Pakulo)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Saroin 2@hotmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ (Video On-Demand) ด้วยวิธีกำกับ (Annotation) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้กับการสืบค้นวีดิทัศน์ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยในการสืบค้นวีดิทัศน์ ซึ่งในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้นำวิธีกำกับเข้ามาใช้ในการเพิ่มคำค้นของวีดิทัศน์เพื่อช่วยในการสืบค้นคำที่เกี่ยวข้องกับวีดิทัศน์ถึงจะเป็นช่วงนาที หรือแม้แต่ วินาทีนั้นก็สามารถค้นหาได้ และเป็นการเพิ่มคำในการสืบค้นวีดิทัศน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งใช้กระบวนการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ (Information Retrieval) เข้ามาช่วยในการจัดการกับปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่โดยสร้างเป็นตัวแทนของเอกสาร (Index) และมีการแนะนำชุดคำถามที่ถูกต้องแบบอัตโนมัติ (Auto Suggest) ซึ่งจะช่วยให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นและตรงตามความต้องการของผู้สืบค้นอีกด้วย ซึ่งผลจากการประเมินประสิทธิภาพของการสืบค้นมีค่าความแม่นยำ (Precision) โดยเฉลี่ยร้อยละ 100 ค่าความระลึก (Recall) โดยเฉลี่ยร้อยละ 76 และ F-Measure โดยเฉลี่ยร้อยละ 87 จึงสรุปได้ว่าระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับสามารถใช้งานได้อย่างดี

คำสำคัญ: วิธีกำกับ การสืบค้นสารสนเทศ ตัวแทนของเอกสาร วีดิทัศน์ตามประสงค์

Abstract

The purposes of this research are to develop video on-demand searching system with the Annotation and to enhance the capability of video searching. The developed system facilitate the ease of searching video. The research apply the Annotation process to increase the key word of video which is related to the content in the video, even to the period of minutes or seconds of its content. Information Retrieval helps dealing with large volumes of data by creating index and introducing Auto Suggest which helps you in searching more effectively and meet with requirement of data searcher. The result of the system is efficiency evaluation in average precision is 100%, the average Recall is 77% and average F-measure is 87%. Conclusion, Video On-Demand with Annotation process works excellently.

Keyword: Annotation, Information Retrieval, Index, Video 0n-Demand

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศในด้านต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ได้เข้ามามีบทบาทในด้านการทำงาน เช่น ในการประชุมวุฒิสภาได้มีการบันทึกทั้งภาพและเสียงพร้อมกันหรือที่เรียกว่าวีดิโอหรือวีดิทัศน์ (Video) แล้วได้นำมาเก็บเป็นแผ่นดีวีดี (DVD) ซึ่งในยุคสมัยก่อนมีการถ่ายวีดิทัศน์ไว้ชมในครอบครัว

ต่อมาในยุคปัจจุบันมีการแชร์ (Share) ลงบนอินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นเครือข่ายสื่อสารที่ใหญ่ที่สุดในโลก ให้ผู้ชมทั่วโลกสามารถรับชมวีดิทัศน์ได้อย่างทั่วถึง จึงได้มีการคิดที่จะพัฒนาระบบนี้ขึ้นมาเรียกว่า ระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับ คือเป็นระบบที่สามารถสืบค้นวีดีทัศน์ในการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปของแต่ละครั้งได้แล้วทำการแพร่ภาพและเสียงวีดีทัศน์และจะมีการจัดเก็บวีดิทัศน์ไว้ในเครื่องแม่ข่าย (Video Server) ซึ่งมีความสามารถในรับชมวีดิทัศน์ได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นประโยชน์ให้กับสมาชิวุฒิสภาในการรับชมการประชุมย้อนหลัง และยังสามารถควบคุมได้ตามความต้องการของผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นการย้อนกลับ (Rewind) เลื่อนไปข้างหน้า (Forward) และหยุดชั่วคราว (Pause) ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

จากเทคโนโลยีดังกล่าวทางสำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีการดึงเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงาน และทางสำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านธุรการจึงต้องทำให้เกิดความคล่องตัว เพื่อรองรับและสนับสนุนงานทางด้านนิติบัญญัติของสมาชิกวุฒิสภาให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสมาชิกวุฒิสภาได้มีการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปที่ห้องประชุมรัฐสภาทางสำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาได้มีการมอบหมายให้สำนักประชาสัมพันธ์ได้ทำการบันทึกวีดิทัศน์การประชุมของสมาชิกวุฒิสภาเก็บไว้เป็นแผ่นดีวีดี เพื่อรองรับความต้องการของสมาชิกวุฒิสภาที่ต้องการรับชมการประชุมย้อนหลัง ณ ห้องประชุมรัฐสภาปรากฏว่าปัญหาที่พบคือสมาชิกวุฒิสภาต้องทำการกรอกใบขอข้อมูลวีดิทัศน์การประชุมย้อนหลัง และต้องใช้ระยะเวลานานประมาณหนึ่งสัปดาห์จึงจะได้รับข้อมูลวีดิทัศน์การประชุมย้อนหลัง ทำให้เกิดความล่าช้าในการรอข้อมูลวีดิทัศน์ และส่งผลให้การทำงานของสมาชิกวุฒิสภานั้นขาดประสิทธิภาพ และในปัญหาต่อมาคือในการค้นหาวีดิทัศน์บนอินเตอร์เน็ตในยุคปัจจุบันนี้ จะสามารถทำการค้นหาได้โดยพิมพ์ชื่อของวีดิทัศน์หรือชื่อของเจ้าของวีดิทัศน์นั้นจะยังไม่สามารถค้นหาลงไปในเนื้อหาภายในวีดิทัศน์นั้นได้ จึงทำให้การสืบค้นวีดีทัศน์ได้ไม่ครบถ้วน แม่นยำ และหากสามารถค้นหาวีดีทัศน์นั้นเจอแต่ก็ไม่สามารถทราบได้เลยว่าในช่วงเวลาวินาทีหรือนาทีนั้นจะมีเนื้อหาว่าอย่างไร ทำให้การรับชมวีดิทัศน์นั้นต้องรับชมตั้งแต่ต้นจนจบในวีดีทัศน์นั้น ๆ

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับนี้ขึ้นมา เพื่อให้สมาชิกวุฒิสภาสามารถรับชมวีดิทัศน์การอภิปรายย้อนหลังได้ โดยผู้วิจัยใช้วิธีกำกับ มาเป็นตัวช่วยในการดึงเนื้อหาหรือบทความวีดิทัศน์การอภิปรายย้อนหลัง เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวแทนเอกสาร ในการเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นวีดิทัศน์ย้อนหลังทำให้มีความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้นในการสืบค้นวีดิทัศน์ ทำให้สมาชิกวุฒิสภาที่ต้องการรับชมวีดิทัศน์การอภิปรายย้อนหลังสามารถรับชมได้ทั้งในและนอกสถานที่ที่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องเสียเวลาในการรอรับข้อมูลวีดิทัศน์การอภิปรายย้อนหลัง

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 วิดีโอออนดีมานด์หรือวีดิทัศน์ตามประสงค์เป็นระบบวีดิโอดิจิตอล (Video Digital) ที่กำลังได้รับความนิยมนำมาใช้ในหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา โดยอาศัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ความเร็วสูงทำให้ผู้ชมตามบ้านเรือนต่าง ๆ สามารถเลือกรายการวีดิทัศน์ที่ตนเองต้องการชมได้โดยเลือกตามรายการและเลือกชมได้ตลอดเวลา วีดีโอออนดีมานด์เป็นระบบที่มีศูนย์กลางการเก็บข้อมูลวีดิทัศน์ไว้จำนวนมาก โดยจัดเก็บในรูปแบบแหล่งข้อมูลของเครื่องแม่ข่าย เมื่อผู้ใช้ต้องการเลือกชมรายการใดสามารถเลือกได้จากฐานข้อมูลที่ต้องการ ระบบวีดีโอออนดีมานด์จึงเป็นระบบที่จะนำมาใช้ในเรื่องการเรียนการสอนทางไกลได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนหรือสนใจได้ [1]

2.1.2 การค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) คือ การกระทำใด ๆ ที่คัดเลือกสารสนเทศจากแหล่งเก็บข้อมูลอาจเป็นข้อมูลหรือ รายการเอกสารซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ต้องการและเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หลักการสำคัญของการค้นคืนสารสนเทศ คือ การค้นหาและนำสารสนเทศส่งกลับมายังผู้ใช้งานอย่างรวดเร็ว เป็นการออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นสิ่งพิมพ์ ตัวอย่างเช่น บัตรรายการ

สิ่งพิมพ์ดรรชนี เป็นต้น กระบวนการในการค้นคืนสารสนเทศมีกระบวนการตั้งแต่การจัดเก็บข้อมูล การเข้าถึงข้อมูลและรูปแบบการแทนข้อมูล [2],[6]

2.1.3 วิธีกำกับ เป็นการจดถ้อยคำอย่างละเอียดทุกคำพูด ซึ่งงานบางอย่างต้องการความรวดเร็ว การที่จะถอดข้อความได้ในทันที ไม่ว่าจะเป็นงานส่วนตัว งานลับเฉพาะ ต้องใช้ผู้จดเป็นบุคคลซึ่งไว้วางใจได้ มีความรวดเร็วซึ่งมักใช้ในการประชุมที่มีความสำคัญมาก ๆ เช่น การประชุมวุฒิสภา การประชุมสภาผู้แทนราษฎร เป็นต้น [3]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากรูปแบบการจัดเก็บวีดิทัศน์และขั้นตอนการขอไฟล์วีดิทัศน์ ทำให้เกิดการล่าช้าในกระบวนการทำงาน ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการจัดเก็บไฟล์วีดิทัศน์และขั้นตอนการนำไปใช้งานได้ทุกเวลาไม่ต้องมารอไฟล์วีดิทัศน์ เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคและสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมี 2 ประเภท ดังนี้

2.2.1 วีดิโอออนดีมานด์หรือวีดิทัศน์ตามประสงค์ มีงานวิจัยที่มีการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับวีดิโอออนดีมานด์เพื่อรองรับการศึกษาผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตของหน่วยงานได้เท่านั้นโดยที่ระบบวีดิโอออนดีมานด์นี้มีความสามารถในการเพิ่มข้อมูล ลบข้อมูลและแก้ไขข้อมูลของวีดิโอออนดีมานด์ได้ ซึ่งวีดิโอจะทำการแยกเป็นหมวดหมู่เพื่อเป็นการที่จะง่ายในการค้นหาเพื่อใช้ในการรับชมต่อไป [1] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พัฒนาต่อขึ้นมาโดยการให้ระบบวีดิโอออนดีมานด์นี้มีความสามารถรองรับการศึกษาผ่านทางไกลผ่านเว็บไซต์โดยการรับชมบนอินเตอร์เตอร์และผ่านทางโทรทัศน์วงจรปิดของมหาวิทยาลัยแล้วมีการเพิ่มรายการและหมวดหมู่ของวีดิโอให้มากขึ้นด้วยเพื่อให้รองรับกับการศึกษาผ่านทางเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัย [4]

2.2.2 การค้นคืนสารสนเทศ มีงานวิจัยที่ทำระบบการค้นคืนข้อมูลเอกสารโดยใช้โครงสร้างแฟ้มผกผัน (Invert Index) การจัดทำดรรชนีโดยใช้โปรแกรมตัดคำ Smart Word Analysis For Thai (SWATH) อัลกอริธึมเป็นแบบเหมือนมากที่สุด (Maximal Matching Algorithm) [2]ทั้งนี้มีงานวิจัยที่มีการสร้างดัชนีเพื่อช่วยในการค้นคืนออนไลน์ อธิบายคุณลักษณะโมเดลวัตถุสามมิติที่จะสืบค้น ผลที่ได้จะเป็นโมเดลวัตถุสามมิติที่ค้นคืนมาได้ [5] และการค้นหาเอกสารเอ็กเอ็มแอลในการเก็บดัชนีไว้ในฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพสร้างความสัมพันธ์โครงสร้างกับคำศัพท์ได้ ผลลัพธ์ของการค้นหาจึงมีความแม่นยำยิ่งขึ้น [8]

จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้นทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงคุณค่าในการทำงานวิจัยระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ และได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังซึ่งไม่มีการทำเทคนิควิธีกำกับ ผู้วิจัยจึงได้นำมาปรับปรุงและใช้งานให้เหมาะกับที่จะนำไปใช้ในอนาคต

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาเครื่องมือและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ศึกษาระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์และวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้แก่ ในการค้นหาวีดิทัศน์ตามประสงค์ยังไม่มีการค้นหาในเนื้อหาวีดิทัศน์ในการแก้ไขปัญหาของผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการกำกับ มาเป็นตัวช่วยกำกับวิดิทัศน์ในช่วงวินาทีหรือนาทีนั้น และได้ศึกษากระบวนการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศในการเพิ่มประสิทธิภาพในสืบค้นวีดิทัศน์การอภิปรายย้อนหลังให้มีความถูกต้อง และแม่นยำมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยเนื่องจากมีข้อมูลวีดิทัศน์การอภิปรายเป็นจำนวน จึงมีการศึกษาวิธีการทำตัวแทนของเอกสาร เข้ามาช่วยในการจัดการกับปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้งานด้วยกัน พบว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการอธิบายกระบวนการทำงานในขั้นตอน พร้อมทั้งนำกรอบแนวคิดที่ใช้แสดงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 การทำงานของระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับมี 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1) ดีวีดี คือ ใช้ในการบันทึกจัดเก็บวีดีทัศน์การประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปในแต่ละครั้ง โดยมีจำนวนวีดิทัศน์ในการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปหนึ่งสมัยการประชุม หรือ จำนวน 120 วัน

2) วิธีกำกับ คือ เมื่อได้วีดิทัศน์มาแล้วก็ทำการกำกับให้ตรงกับคำพูดของสมาชิกวุฒิสภาซึ่งเป็นวินาทีต่อวินาที

ของการประชุมออกมาเป็นเนื้อหาหรือบทความเพื่อนำมาใช้ในการกำกับวีดิทัศน์ในการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปแต่ละครั้ง ซึ่งระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์นี้ได้ทำวิธีกำกับเป็นเวลา 10 นาทีของเวลาทั้งหมดในการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไป

3) ตัวแทนเอกสาร คือ การเอาเนื้อหาหรือบทความมาทำการตัดคำแบบพจนานุกรมภาษาไทย ซึ่งจะช่วยให้มีประสิทธิภาพในการสร้างตัวแทนของเอกสารเพื่อช่วยในการสืบค้นได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

4) ผู้ใช้ คือ ผู้ใช้งานใส่คำค้นที่ต้องการสืบค้นเข้าไปในระบบ

5) เว็บไซต์ คือ เป็นหน้ารองรับในใส่คำค้นเข้าไป

6) ชุดคำถามอัตโนมัติ คือ การใส่คำค้นที่ผู้ใช้งานคีย์ลงไปแล้วตรวจเช็คว่าตรงกับชุดคำถามหรือไม่ ถ้าตรงกับชุดคำถามอัตโนมัติก็จะแสดงออกมาเป็นประโยคทันทีเพื่อช่วยในการสืบค้นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

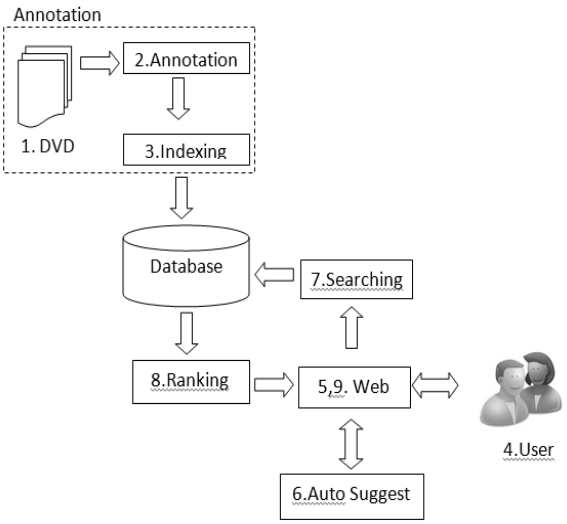
7) การค้นหา ได้จากการป้อนคำค้นเข้าไปสืบค้นในตัวแทนของเอกสาร ตัวแทนเอกสารก็จะชี้เข้าหาวีดิทัศน์การประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไปและเนื้อหาหรือบทความที่ผู้ใช้งานต้องการสืบค้น

8) เรียงลำดับ คือการนำวีดีทัศน์และเนื้อหาหรือบทความที่ค้นมาได้จัดเรียงลำดับจากวันที่ประชุมครั้งแรกถึงการประชุมครั้งสุดท้าย

9) เว็บไซต์ คือ การแสดงผลของการสืบค้นซึ่งประกอบด้วยวีดิทัศน์พร้อมกับเนื้อหาหรือบทความที่ต้องการ

จากกรอบแนวคิดการทำงานของระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับจึงได้แสดงดังภาพที่ 1

3.2.2 ตัวแทนเอกสารได้มาจากการตัดคำแบบพจนานุกรมภาษาไทยและได้ทำการตัดคำที่ไม่มีความหมายในตัวเอง (Stop word) ออกจากตัวแทนเอกสาร ซึ่งตัวแทนเอกสารนี้จะเป็นตัวชี้ไปยังวีดิทัศน์และเนื้อหาหรือบทความที่ได้จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล จึงได้แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการทำงานของระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับ

4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกและความรวดเร็วให้กับสมาชิกวุฒิสภาในรับชมวีดิทัศน์โดยนำทฤษฎีเรื่องของการสืบค้นและเรื่องของการสร้างตัวแทนเอกสาร ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผลของการดำเนินงานโดยสรุปผลได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้นำเทคนิควิธีกำกับมาสร้างตัวแทนเอกสารเพื่อเพิ่มความรวดเร็ว แม่นยำ และความครบถ้วนของข้อมูลที่แท้จริงเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ทำให้สามารถสืบค้นวีดิทัศน์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ID_Video	Index
1	กราบเรียน ท่าน ประธาน วุฒิสภา ที่ เคารพ กระผม นาย ...
2	กราบเรียน ท่าน ประธาน สมาชิกวุฒิสภา ครับ กระผม ขอ ...
3	กราบเรียน ท่าน ประธาน วุฒิสภา ที่ เคารพ พลเอก สุรส...
4	ครับ ท่าน ประธาน วุฒิสภา ที่ เคารพ กระผม นาย ประสง...
5	ท่าน ประธาน ที่ เคารพ ครับ กฤช อาทิตย์ แก้ว สมาชิก...
6	กราบเรียน ท่าน ประธาน ที่ เคารพ ครับ กระผม นาย อนุ...
7	ขอบคุณครับ ท่าน ประธาน ผมนาย แพทย์ อนันต์ อริยะ ชั...
8	ท่าน สมาชิก ดะ ดิฉัน กี ดาเนิน ตาม ข้อบังคับ ของ ...
9	กราบเรียน ท่าน ประธาน ที่ เคารพ ครับ กระผม นาย จิด...
10	กราบเรียน ท่าน ประธาน ที่ เคารพ เพื่อน สมาชิก ผู้ท...

ภาพที่ 2: Index ของฐานข้อมูลวีดิทัศน์ตามประสงค์

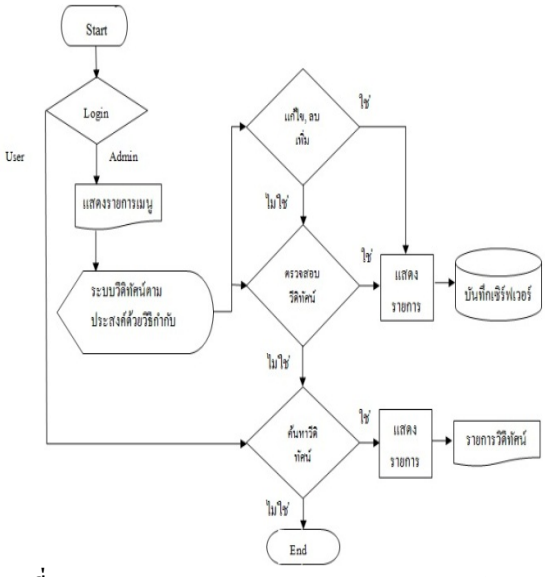
มากที่สุด ซึ่งสามารถสืบค้นคำที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาภายในวีดิทัศน์อาจเป็นช่วงนาที หรือแม้จะเป็นช่วงวินาทีนั้นก็สามารถสืบค้นได้ และเป็นการเพิ่มคำในการสืบค้นวีดิทัศน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำชุดคำถามแบบอัตโนมัติที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นและตรงตามความต้องการของผู้สืบค้นอีกด้วย

ในระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับมีความสามารถในการบริหารจัดการ คือสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขฐานข้อมูลการกำกับวีดิทัศน์และวีดิทัศน์ได้ ดังที่ได้แสดงดังภาพที่ 3

4.2 ผลการประเมินระบบ

การทดสอบระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับนั้นทางผู้วิจัยจะใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ดังแสดงในภาพที่ 5 ในการทดสอบระบบโดยรวม และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทดสอบกับระบบโดยจะทำการทดสอบด้วยตนเอง (Alpha Testing) และได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และ F-Measure ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูลการสืบค้น ผู้วิจัยได้เลือกคำสำคัญที่สมาชิกวุฒิสภาได้กล่าวเป็นประจำและเป็นภาษาการเมืองของการประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไป เป็นจำนวน 15 คำ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ภาพที่ 3: เว็บไซต์ของระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์



ภาพที่ 5: แผนภาพแสดงการทดสอบของระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์

ตารางที่ 2: ตารางการประเมินประสิทธิภาพคำสำคัญ

Keyword	Precision (ร้อยละ)	Recall (ร้อยละ)
พระราชบัญญัติ	100	76
วาระ	100	73
องค์ประชุม	100	81
ญัตติ	100	83
รัฐบาล	100	71
อภิปราย	100	73
เสียงข้างมาก	100	78
ข้าราชการฝ่ายรัฐสภา	100	69

Keyword	Precision (ร้อยละ)	Recall (ร้อยละ)
จดรายงานการประชุม	100	73
ขอถอน	100	81
ประท้วง	100	74
คณะกรรมาธิการ	100	71
ประชุมลับ	100	72
สมาชิกวุฒิสภา	100	83
ค่าเฉลี่ยรวม	100	76

จากผลการวัดประสิทธิภาพของระบบ สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของการค้นหาวีดิทัศน์มีค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 100 และค่าความระลึกร้อยละ 77 มีและ F-Measure ร้อยละ 87 ประสิทธิภาพของระบบในการค้นหาจึงมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับ โดยมีการนำเทคนิควิธีกำกับมาทำตัวแทนเอกสารโดยที่ตัวแทนเอกสารใช้วิธีการตัดคำแบบพจนานุกรมภาษาไทยและยังสามารถแก้ไข ลบและเพิ่มเข้าไปในฐานข้อมูลได้ เพื่อที่จะทำให้ตัวแทนเอกสารมีสมบูรณ์ครบถ้วนในการสืบค้นวีดิทัศน์และเนื้อหาหรือบทความ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นวีดิทัศน์ให้ถูกต้องครบถ้วน แม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบในเรื่องของความแม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 100 ค่าความระลึกโดยเฉลี่ยร้อยละ76 และ F-Measure โดยเฉลี่ยร้อยละ 87 จึงสรุปได้ว่าระบบสืบค้นวีดิทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับสามารถใช้งานได้อย่างดี

งานวิจัยนี้เป็นวีดิทัศน์ส่วนหนึ่งของการประชุมในห้องประชุมรัฐสภาของสมาชิกวุฒิสภา เช่น การประชุมวุฒิสภาสมัยสามัญทั่วไป การประชุมวุฒิสภาสมัยนิติบัญญัติทั่วไป เป็นต้น

ในอนาคตระบบสืบค้นวีดีทัศน์ตามประสงค์ด้วยวิธีกำกับควรจะมีการพัฒนาให้สามารถสืบค้นวีดิทัศน์ได้ครบทุกการประชุมและครบตามเวลาการประชุม

เอกสารอ้างอิง

[1] ชัชวาล ขันติคเชนชาติ นันทยุทธ์ ละม้ายจีนและสุริยะ มูลสิน, "รายงานการวิจัย การพัฒนารูปแบบการใช้ วีดีโอ ออน ดีมานด์ เพื่อการรับชมรายการตามประสงค์ และรองรับการศึกษาทางไกลผ่านเว็บไซต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี" *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต* สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2551.

[2] ศิโรรัตน์ กุลวงศ์, "ระบบการค้นคืนเอกสาร: กรณีศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์" *การศึกษาอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต* สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,2553.

[3] คณะทำงานจัดการความรู้, "ต้นแบบชวเลขจากพี่สู่น้อง" สำนักรายงานการประชุมและชวเลข, 2555 จาก http://www.senate.go.th

[4] ประภาพร กิติศรีวราพันธุ์, "การพัฒนาระบบวีดีโอ ออน ดีมานด์เพื่อรองรับการศึกษาผ่านเครือข่าย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี" *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต* สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และ เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2551.

[5] สุรเชฏฐ์ จุลคณานุศาสตร์, "การค้นคืนโมเดลสามมิติโดยใช้วิธีอีเลเวชั่นเดสคริปเตอร์ร่วมกับระนาบบิตเกรย์โค้ด" *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต* สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2554.

[6] ศุภชัย ตั้งวงศ์ศานต์, "ระบบการจัดเก็บและการสืบค้นสารสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์" กรุงเทพฯ . โรงพิมพ์พิทักษ์การพิมพ์, 2551.

[7] ธนกร หวังพิพัฒน์วงศ์ อานนท์ ไกรเสวกวิสัย และสราวุธิ ราษฎร์นิยม. "ระบบค้นหารูปภาพโดยใช้หลักการเว็บเชิงความหมาย" สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2553.

[8] วุฒิชัย ปิยะพันธวงศ์, "การสืบค้นข้อมูลอิงแบบจำลองออปเจคสำหรับการทำดัชนีเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล" *ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมาหาบัณฑิต* สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

การเรียนรู้การประเมินความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญด้วยข่ายงานประสาทเพื่ออนุมานคุณค่าความต้องการ

Learning Requirement Assessment from Experts by Neural Network to Inference Requirement Value

พีรภัทร ศิลปบรรเลง (Peerapatara Silpabanlaeng)[1] และสุกรี สินธุภิญโญ (Sukree Sinthupinyo)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]nokkaped@hotmail.com, [2]sukree@cp.eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

การเลือกความต้องการซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่การประเมินคุณค่าความต้องการโดยมนุษย์มักเกิดข้อผิดพลาด ขาดความเที่ยงตรง และต้องใช้ความเชี่ยวชาญอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเรียนรู้การประเมินคุณค่าความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญและใช้อนุมานคุณค่าความต้องการได้เสมือนผู้เชี่ยวชาญ จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถอนุมานคุณค่าความต้องการได้ใกล้เคียงกับค่าซึ่งประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้เรียนรู้มา อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะปริมาณข้อมูลตัวอย่างไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้

คำสำคัญ: การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ โครงข่ายประสาทเทียม การอนุมานคุณค่าความต้องการ

Abstract

Selecting the best software requirements to be developed is essential for project's success. The requirement assessment by human usually lacks of precision and requires expertise. This paper employs Neural Network to learn requirement assessment from experts to inference requirement value like one got from experts. The research result showed that the proposed method can infer requirement value which is very close to the value assessed by experts. However, there is still some discrepancy due to an insufficient of test data for learn.

Keyword: Requirements Prioritization, Artificial Neural Network, Requirement Value Inference

1. บทนำ

เป้าหมายสูงสุดของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ คือการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขของโครงการ เช่น ทรัพยากร งบประมาณ และเวลาที่กำหนด เป็นต้น

การเลือกความต้องการซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนสำคัญ ที่มีผลต่อความความสำเร็จหรือล้มเหลวของโครงการเป็นอย่างมาก มีงานวิจัยจำนวนมากที่เห็นความสำคัญของการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยความต้องการที่เหมาะสม โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ (Requirements Prioritization) [3], [7], [9], [11], [13] กับการเลือกความต้องการที่จะพัฒนาในระยะถัดไป (Next Release Problem : NRP) [1], [4], [8] งานวิจัยเหล่านี้จะใช้ค่าหนึ่งซึ่งแสดงถึงคุณค่า หรือคุณประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยความต้องการนั้น สำหรับใช้จัดลำดับความสำคัญของความต้องการที่เหมาะสม โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะได้ค่าดังกล่าวมาจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องกับระบบ แต่การประเมินด้วยมนุษย์นั้นมักจะขาดทั้งความเที่ยงตรง แม่นยำ และความเป็นมาตรฐานเดียวกันไป ในระบบขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยความต้องการที่มีความซับซ้อนจำนวนมาก ทำให้ยากต่อการวิเคราะห์และประเมินด้วยมนุษย์ ทั้งยังต้องใช้ความรู้

และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งบางองค์กรยังขาดผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่จะประเมินความต้องการเหล่านั้นได้

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ การนำเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้ในขั้นตอนการประเมินคุณค่าความต้องการ เพื่อลดปัญหาและข้อผิดพลาดจากการประเมินของมนุษย์ ด้วยการเรียนรู้องค์ความรู้ของการประเมินคุณค่าความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องกับระบบ เพื่อนำองค์ความรู้ที่เรียนรู้ได้ไปใช้อนุมานคุณค่าความต้องการ ได้เสมือนอย่างการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ เพื่อเลือกความต้องการที่มีความเหมาะสมกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไปได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการประเมินคุณค่า ความสำคัญของความต้องการ ซึ่งจะทำให้เข้าใจว่าความต้องการใดมีความสำคัญมากกว่ากัน และสามารถจัดลำดับความสำคัญของความต้องการที่ควรพัฒนาได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการมักจะกล่าวถึงส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือค่าที่ใช้จัดลำดับ เงื่อนไขของการจัดลำดับ และวิธีการจัดลำดับ

งานวิจัยส่วนใหญ่ ใช้ค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณเป็นเงื่อนไขของการจัดลำดับ [1], [4], [5] นั้นคือจะต้องเลือกความต้องการที่เหมาะสมในการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้งบประมาณที่จำกัด

วิธีการจัดลำดับสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) [12] วิธีหาค่าดีที่สุดด้วยระบบอาณาจักรมด (Ant Colony Optimization) [4], [8] ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) [1] เป็นต้น ถึงแม้ว่าแต่ละวิธีการจะมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่ทุกวิธีการต่างก็จำเป็นที่จะต้องมีการใช้ค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงคุณค่าหรือความสำคัญของความต้องการนั้น เพื่อใช้ในการจัดลำดับว่าความต้องการใดมีคุณค่าหรือความสำคัญมากกว่ากัน โดยแต่ละงานวิจัยมีการใช้ค่าสำหรับจัดลำดับแตกต่างกัน เช่น คุณค่าของความต้องการ [2], [7] ความสำคัญ [5] ความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ [1], [4] เป็นต้น

จากที่ทุกวิธีการจัดลำดับต้องมีการใช้ค่าที่ใช้จัดลำดับ ค่าที่ใช้จัดลำดับจึงเป็นหัวใจสำคัญของการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดลำดับยังขึ้นอยู่กับความถูกต้องแม่นยำของค่านี้อีกด้วย โดยแต่ละงานวิจัยจะมีวิธีการได้มาของค่านี้แตกต่างกัน เช่น

งานวิจัยของ M. Ramzan [11] เสนอให้ประเมินคุณค่าความต้องการจาก Requirement Classification Factors (RCF) ซึ่งประกอบด้วย 10 ปัจจัย เช่น ความเป็นไปได้ ความเร่งด่วน ความครบถ้วนสมบูรณ์ ความไม่ซ้ำซ้อน เป็นต้น โดยแต่ละปัจจัยจะมีค่าคะแนนตั้งแต่ 0-5 สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน ซึ่งค่าคุณค่าความต้องการของแต่ละความต้องการจะคำนวณจากผลรวมของคะแนนของแต่ละปัจจัย

งานวิจัยของ J. Azar [7] เสนอให้ประเมินคุณค่าในมุมมองของธุรกิจเป็นหลัก เช่น การขาย ความพึงพอใจของลูกค้า การตลาด ความเสี่ยง เป็นต้น โดยการให้คะแนนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของผู้บริหารองค์กรทำการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญให้กับแต่ละปัจจัย กับส่วนของผู้เกี่ยวข้องกับระบบทำการให้คะแนนแต่ละปัจจัยของแต่ละความต้องการ การคำนวณคะแนนรวมของแต่ละความต้องการ จะคำนวณได้จากผลรวมของคะแนนของแต่ละปัจจัยที่ได้ถ่วงค่าน้ำหนักด้วยค่าความสำคัญของปัจจัยนั้นแล้ว

เมื่อเปรียบเทียบการได้มาของค่าที่ใช้จัดลำดับจาก 2 งานวิจัยนี้ พบว่าทั้ง 2 งานวิจัยมีความแตกต่างทั้งกลุ่มของปัจจัยที่ใช้พิจารณาและวิธีการคำนวณคะแนน โดยวิธีการคำนวณคะแนนของ J. Azar ดีกว่าของ M. Ramzan ตรงที่มีการให้ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันในแต่ละปัจจัย แต่ทั้ง 2 งานวิจัยต่างก็ให้ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเป็นผู้ประเมินค่าในแต่ละปัจจัยของความต้องการ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยส่วนใหญ่ ซึ่งการประเมินค่าโดยมนุษย์จะทำให้ความถูกต้อง แม่นยำของค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการวิเคราะห์ของมนุษย์ที่มักเกิดความผิดพลาด เอนเอียง และขาดความเที่ยงตรง รวมถึงหากองค์กรขาดผู้มีความรู้และความเชี่ยวชาญในเรื่องที่จะประเมิน ก็จะทำให้ค่าที่ประเมินได้นั้นขาดความถูกต้องและแม่นยำ และเมื่อนำค่านี้ไปใช้จัดลำดับก็จะส่งผลให้ได้ผลลัพธ์ที่ขาดความถูกต้องและแม่นยำไปด้วย

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงแนวทาง และความเป็นไปได้ของการนำเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้

ในการเรียนรู้การประเมินคุณค่าความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญ โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

3.1 เลือกปัจจัยสำหรับประเมินคุณค่าความต้องการ

ปัจจัยที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะของความต้องการซึ่งคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมมาจากงานวิจัยก่อนหน้า กับกลุ่มปัจจัยด้านคุณภาพซอฟต์แวร์ ซึ่งหมายถึงคุณภาพซอฟต์แวร์ที่เกิดขึ้นเมื่อได้พัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการข้อนั้น โดยได้นำมาจากมาตรฐาน ISO/IEC 9126 [6] รวม 2 กลุ่มมี 15 ปัจจัยแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ปัจจัยสำหรับใช้ประเมินคุณค่าความต้อง

ที่	ปัจจัย	ความหมาย
กลุ่มปัจจัยด้านคุณลักษณะเฉพาะของความต้องการ		
1	ค่าใช้จ่าย (Cost)	ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
2	เวลาที่ใช้ (Time)	เวลาที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
3	มูลค่าทางธุรกิจ (Business value)	มูลค่าทางธุรกิจที่ได้เมื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
4	ความสำคัญ (Importance)	ความสำคัญของความต้องการ
5	ความเร่งด่วน (Urgency)	ความเร่งด่วนของความต้องการ
6	ความพึงปรารถนา (Desirability)	ความพึงปรารถนาต่อความต้องการ
7	ความยาก (Difficulty)	ความยากในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
8	ความเป็นไปได้ (Feasibility)	ความเป็นไปได้ด้านต่างๆในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
9	ความเสี่ยง (Risk)	ความเสี่ยงด้านต่างๆที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
กลุ่มปัจจัยด้านคุณภาพซอฟต์แวร์		
10	ความสามารถในการทำงาน (Functionality)	ความสามารถในการทำงานที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
11	ความเชื่อถือได้ (Reliability)	ความเชื่อถือได้ที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
12	ความสามารถในการใช้งาน (Usability)	ความสามารถในการใช้งานที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
13	ประสิทธิภาพ (Efficiency)	ประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
14	ความสามารถในการดูแลรักษา (Maintainability)	ความสามารถในการดูแลรักษาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ
15	ความสามารถใช้ได้ในหลายระบบ (Portability)	ความสามารถใช้ได้ในหลายระบบเกิดขึ้นจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามความต้องการ

3.2 เลือกความต้องการตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้รวบรวมความต้องการตัวอย่าง มาจากโครงการซอฟต์แวร์ 3 โครงการซึ่งมีธุรกิจเดียวกันคือระบบการเรียกเก็บเงินตามเช็ค (Cheque Clearing System) ประกอบด้วย

1) ระบบการหักบัญชีเช็คด้วยภาพเช็คและระบบการจัดเก็บภาพเช็ค (ICAS)

2) ระบบการหักบัญชีเช็คระหว่างธนาคารด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (ECS)

3) ระบบการเรียกเก็บเงินตามเช็คข้ามเขตสำนักหักบัญชี (B/C)

โดยเลือกความต้องการมา 100 ความต้องการต่อโครงการ ซึ่งจะต้องผ่านการตรวจสอบ เพื่อให้ได้ความต้องการที่มีความเหมาะสม ครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่ซ้ำซ้อน มีขอบเขตพอเหมาะและเป็นความต้องการที่มีความสำคัญกับโครงการ

3.3 ให้คะแนนกับแต่ละปัจจัยของความต้องการตัวอย่าง

ความต้องการตัวอย่างจะถูกนำมาประเมิน และให้คะแนนทั้ง 15 ปัจจัยตามตารางที่ 1 โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องกับระบบในช่วงคะแนน -10 ถึง 10 โดยคะแนนที่มากหมายถึงปัจจัยนั้นมีความสามารถที่จะทำให้มีคุณค่าความต้องการมาก

3.4 จัดทำแบบสอบถามเพื่อใช้รวมรวบข้อมูลตัวอย่าง

งานวิจัยนี้จะรวบรวมข้อมูลตัวอย่างด้วยแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของความต้องการตัวอย่างที่เลือกมาจาก 3 โครงการรวม 300 ความต้องการ ซึ่งแต่ละความต้องการได้ให้คะแนนทั้ง 15 ปัจจัยครบถ้วนแล้วเพื่อให้ผู้ทำแบบสอบถามใช้เป็นข้อมูลสำหรับประเมินคุณค่าความต้องการ ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการได้รับจากแบบสอบถามนี้ให้กับแต่ละความต้องการตัวอย่างด้วยค่าจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 10 โดย 0 หมายถึงความต้องการนั้นมีคุณค่าน้อยที่สุด และ 10 หมายถึงมีคุณค่าสูงที่สุด นอกจากนั้นจะให้ผู้ทำแบบสอบถามระบุปัจจัยสำคัญที่สุด ที่ได้ใช้ในการประเมินด้วย ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างแบบสอบถาม

ลำดับความต้องการ	Cost	Time	Urgency	Risk	Usability	RV
ความต้องการที่ 1	5	5	2	0	5	
ความต้องการที่ 2	6	7	1	3		
ความต้องการที่ 3	7	7	3	1	4	

ผู้ทำแบบสอบถามแบ่งเป็น 4 กลุ่ม จำนวน 12 คน แบ่งเป็น

1) กลุ่มผู้ใช้ของระบบ จำนวน 3 คน

2) กลุ่มผู้บริหารโครงการ จำนวน 3 คน

3) กลุ่มวิศวกรซอฟต์แวร์ จำนวน 3 คน

4) กลุ่มนักพัฒนาระบบ จำนวน 3 คน

3.5 ทำการเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่าง

ข้อมูลตัวอย่างจะนำมาทดสอบเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Weka [10] โดยใช้ 2 วิธีการเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการเรียนรู้ วิธีแรกคือโครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดค่าในการเรียนรู้ดังนี้

HiddenLayers : 8

LearningRate : 0.01

Momentum : 0.8

TrainingTime : 1000 epochs

Test options : Cross-validation 10 folds

วิธีที่สองคือต้นไม้ตัดสินใจ โดยกำหนดค่าในการเรียนรู้ดังนี้

MinVarianceProp : 0.001

NumFolds : 3 folds

Test options : Cross-validation 10 folds

3.6 เลือกตัววัดประสิทธิภาพของวิธีการ

การวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอจะวัดใน 2 ด้านด้วยกัน คือความสามารถในการเรียนรู้ซึ่งจะใช้ตัววัด 2 ตัว ได้แก่ Mean Absolute Error (MAE) กับ Relative Absolute Error (RAE) ซึ่งได้จากการคำนวณของ Weka ด้านที่ 2 คือความสามารถในการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัย ได้ตรงกับที่ผู้ประเมินใช้ ซึ่งจะใช้ตัววัดใหม่คือ Top Three Hit Rate (THR) เป็นอัตราส่วนของจำนวนปัจจัยที่เครื่องเรียนรู้ได้ว่า เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด 3 อันดับแรกซึ่งตรงกับที่ผู้เชียวชาญใช้ เช่น ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินคุณค่าความต้องการมากที่สุด 3 อันดับของผู้เชี่ยวชาญคือ ค่าใช้จ่าย เวลา และความเสี่ยง แต่จากการเรียนรู้ของเครื่องได้ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินมากที่สุด 3 อันดับคือ ค่าใช้จ่าย เวลา และความยาก THR จะได้ 2/3 = 0.67

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการด้วยวิธีการเรียนรู้ทั้งสองแบบแสดงในตารางที่ 3-5 และผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการเฉลี่ยทั้ง 3 โครงการแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 3: ผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการของโครงการ ICAS

Person	Group	ICAS					
		ANNs			Tree		
		MAE	RAE	THR	MAE	RAE	THR
1	1	0.50	33.61	1.00	0.99	66.35	0.67
2	1	0.56	37.22	1.00	0.90	59.87	0.67
3	1	0.52	31.11	1.00	0.90	57.35	0.67
4	2	0.42	28.46	1.00	0.81	54.70	0.67
5	2	0.29	27.26	1.00	0.56	51.96	0.67
6	2	0.27	25.41	1.00	0.52	26.83	0.67
7	3	0.35	17.96	0.67	0.53	27.49	1.00
8	3	1.39	45.54	0.67	2.73	89.19	0.00
9	3	0.41	43.93	0.33	0.61	66.13	0.00
10	4	0.53	28.79	0.33	1.80	98.23	0.33
11	4	0.32	30.54	0.67	0.73	68.94	0.67
12	4	0.38	27.66	0.67	0.81	70.06	0.33
AVG		0.50	31.46	0.78	0.99	61.43	0.53

ตารางที่ 4: ผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการของโครงการ ECS

Person	Group	ECS					
		ANNs			Tree		
		MAE	RAE	THR	MAE	RAE	THR
1	1	0.46	31.98	0.67	1.88	71.80	0.33
2	1	0.33	22.84	0.67	0.55	37.82	0.33
3	1	0.32	24.91	1.00	1.23	56.41	0.67
4	2	0.37	40.88	1.00	0.49	53.56	0.33
5	2	0.28	29.20	1.00	0.45	46.13	0.67
6	2	0.26	28.38	1.00	0.44	45.56	0.67
7	3	0.26	13.25	0.67	0.33	16.78	1.00
8	3	1.55	59.26	0.67	1.88	71.80	0.00
9	3	0.31	39.78	0.67	0.61	77.11	0.67
10	4	0.26	31.12	0.67	0.77	92.33	0.00
11	4	0.32	31.97	0.67	0.46	45.89	0.00
12	4	0.28	31.46	0.67	0.58	51.22	0.33
AVG		0.42	32.09	0.78	0.81	55.54	0.42

ตารางที่ 5: ผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการของโครงการ B/C

Person	Group	B/C					
		ANNs			Tree		
		MAE	RAE	THR	MAE	RAE	THR
1	1	0.58	35.98	0.67	0.65	40.13	0.33
2	1	0.48	38.56	0.67	0.62	49.54	0.33
3	1	0.51	38.88	0.67	0.63	48.77	0.67
4	2	0.35	26.38	0.67	0.55	40.79	0.33
5	2	0.31	32.51	0.67	0.39	40.82	0.67
6	2	0.33	34.89	0.67	0.40	42.66	0.33
7	3	0.32	20.36	0.67	0.44	28.13	1.00
8	3	1.70	65.13	0.67	2.27	87.01	0.33
9	3	0.38	47.70	0.33	0.46	58.00	0.67
10	4	0.58	76.41	0.67	0.76	99.22	0.00
11	4	0.29	30.93	1.00	0.50	53.78	0.67
12	4	0.31	33.13	1.00	0.51	55.57	0.33
AVG		0.51	40.07	0.69	0.68	53.70	0.47

ตารางที่ 6: ผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการเฉลี่ยทั้ง 3 โครงการ

Person	Group	Average					
		ANNs			Tree		
		MAE	RAE	THR	MAE	RAE	THR
1	1	0.51	33.86	0.78	1.17	59.43	0.44
2	1	0.46	32.87	0.78	0.69	49.08	0.44
3	1	0.45	31.63	0.89	0.92	54.18	0.67
4	2	0.38	31.91	0.89	0.61	49.68	0.44
5	2	0.30	29.66	0.89	0.46	46.31	0.67
6	2	0.29	29.56	0.89	0.45	38.35	0.56
7	3	0.31	17.19	0.67	0.44	24.13	1.00
8	3	1.55	56.64	0.67	2.29	82.67	0.11
9	3	0.37	43.80	0.44	0.56	67.08	0.44
10	4	0.46	45.44	0.56	1.11	96.59	0.11
11	4	0.31	31.15	0.78	0.56	56.20	0.44
12	4	0.32	30.75	0.78	0.63	58.95	0.33
AVG		0.47	34.54	0.75	0.83	56.89	0.47

ปัจจัยที่ผู้ประเมินให้ความสำคัญมากที่สุด 3 อันดับแรก แสดงในตารางที่ 7 ส่วนปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด 3 อันดับแรกที่ได้จากเรียนรู้แสดงในตารางที่ 8-10 โดยชื่อปัจจัยจะแสดงแทนด้วยตัวอักษร 3 ตัวแรก และปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดซึ่งเรียนรู้ได้ตรงกับที่ผู้ประเมินให้ความสำคัญแสดงด้วยพื้นสีเทา

ตารางที่ 7: ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ผู้ทำแบบสอบถามใช้ประเมิน

Person	Group	อันดับปัจจัยที่ให้ความสำคัญ		
		1	2	3
1	1	Cos	Usa	Imp
2	1	Bus	Rel	Fun
3	1	Usa	Imp	Fun
4	2	Eff	Cos	Tim
5	2	Bus	Cos	Dif
6	2	Bus	Cos	Tim
7	3	Urg	Imp	Bus
8	3	Rel	Mai	Fun
9	3	Bus	Ris	Cos
10	4	Eff	Usa	Fun
11	4	Imp	Dif	Fea
12	4	Eff	Fun	Usa

ตารางที่ 8: ผลการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัยของโครงการ ICAS

Person	Group	ICAS Rank					
		ANNs			Tree		
		1	2	3	1	2	3
1	1	Usa	Imp	Cos	Cos	Imp	Ris
2	1	Rel	Fun	Bus	Bus	Des	Fun
3	1	Usa	Fun	Imp	Des	Usa	Imp
4	2	Eff	Tim	Cos	Dif	Tim	-
Person	Group	ICAS Rank					
		ANNs			Tree		
		1	2	3	1	2	3
5	2	Bus	Cos	Dif	Bus	Cos	Tim
6	2	Cos	Tim	Bus	Tim	Bus	Urg
7	3	Urg	Imp	Cos	Urg	Imp	Bus
8	3	Rel	Mai	Cos	Imp	Dif	-
9	3	Bus	Des	Rel	Urg	Tim	Dif
10	4	Eff	Bus	Ris	Eff	Bus	Ris
11	4	Imp	Dif	Usa	Ris	Imp	Dif
12	4	Fun	Eff	Usa	Eff	Urg	Fea

ตารางที่ 9: ผลการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัยของโครงการ ECS

Person	Group	ECS Rank					
		ANNs			Tree		
		1	2	3	1	2	3
1	1	Usa	Cos	Dif	Cos	Fea	Des
2	1	Usa	Fun	Bus	Bus	Imp	Urg
3	1	Fun	Imp	Usa	Usa	Des	Fun
4	2	Eff	Cos	Tim	Tim	Cos	Urg
5	2	Cos	Dif	Bus	Bus	Cos	Urg
6	2	Cos	Tim	Bus	Tim	Fea	Bus
7	3	Urg	Imp	Dif	Urg	Imp	Bus
8	3	Fun	Usa	Rel	Cos	Fea	Des
9	3	Usa	Bus	Cos	Urg	Bus	Ris
10	4	Fun	Usa	Urg	Urg	Tim	-
11	4	Imp	Usa	Fea	Urg	Tim	Cos
12	4	Usa	Imp	Eff	Urg	Fun	Fea

ตารางที่ 10: ผลการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัยของโครงการ B/C

Person	Group	B/C Rank					
		ANNs			Tree		
		1	2	3	1	2	3
1	1	Fea	Cos	Usa	Cos	Tim	Ris
2	1	Bus	Rel	Imp	Des	Imp	Fun
3	1	Fun	Usa	Fea	Des	Fun	Imp
4	2	Eff	Tim	Fun	Tim	Eff	Cos
5	2	Bus	Dif	Fun	Bus	Cos	Imp
6	2	Tim	Bus	Urg	Urg	Tim	Usa
7	3	Urg	Imp	Fea	Urg	Imp	Bus
8	3	Rel	Mai	Usa	Fun	Dif	Fea
9	3	Usa	Bus	Urg	Urg	Bus	Cos
10	4	Fun	Imp	Eff	Des	Fea	Ris
11	4	Imp	Dif	Fea	Imp	Dif	Fun
12	4	Fun	Eff	Imp	Eff	Cos	Tim

จากผลการทดลองพบว่าทั้ง 3 โครงการมีค่าเฉลี่ยของแต่ละตัววัดใกล้เคียงกันและได้ข้อสรุปไปในทางเดียวกัน คือวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม ได้ผลลัพธ์การเรียนรู้คลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธีการเรียนรู้แบบต้นไม้ตัดสินใจ

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้การประเมินความต้องการเฉลี่ยจากทั้ง 3 โครงการในตารางที่ 6 ได้ข้อสรุปว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการอนุมาน จากการเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าเท่ากับ 0.47 และความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 34.54 ส่วนความแม่นยำเฉลี่ยของการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัยได้ตรงกับผู้ประเมินเท่ากับ 0.75 ซึ่งจากการเรียนรู้ความสำคัญของปัจจัยในตารางที่ 8-10 สามารถสรุปปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มให้ความสำคัญได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11: สรุปอันดับปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญ

กลุ่ม	อันดับปัจจัยที่ให้ความสำคัญ			
	1	2	3	15
1 : ผู้ใช้ระบบ	Usa	Fun	Imp	Por
2 : ผู้บริหารโครงการ	Tim	Cos	Bus	Por
3 : วิศวกรซอฟต์แวร์	Urg	Bus	Imp	Por
4 : นักพัฒนาระบบ	Eff	Imp	Fun	Por
รวมทุกกลุ่ม	Bus	Imp	Cos	Por

5. สรุป

จากปัญหาการประเมินคุณค่าความต้องการโดยมนุษย์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นแก้ปัญหาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อเรียนรู้และอนุมานคุณค่าความต้องการแทนมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่าสามารถใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเรียนรู้การประเมินคุณค่าความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญได้ และคุณค่าความต้องการที่อนุมานได้ มีค่าใกล้เคียงกับการประเมินคุณค่าความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้เรียนรู้มา ซึ่งสามารถนำไปใช้จัดลำดับความต้องการได้ โดยสามารถลดต้นทุนและข้อผิดพลาดจากมนุษย์ได้

อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะข้อมูลตัวอย่างในการเรียนรู้ไม่เพียงพอหรืออาจขาดคุณภาพจากการประเมินที่คลาดเคลื่อนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นเพื่อให้การเรียนรู้มีความแม่นยำขึ้น จะต้องมีการเตรียมข้อมูลตัวอย่างที่มีทั้งปริมาณ และคุณภาพให้มากยิ่งขึ้น โดยอาจนำเทคนิคต่างๆ มาปรับข้อมูลตัวอย่างให้มีคุณภาพมากขึ้น เหมาะแก่การเรียนรู้ รวมถึงใช้วิธีเรียนรู้แบบอื่น ซึ่งอาจได้ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีความแม่นยำมากกว่าวิธีที่นำเสนอ หรือใช้ปัจจัยอื่นในการประเมินคุณค่าความต้องการ เช่น ค่าบำรุงรักษาระบบ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] A.Charan Kumari ,K. Srinivas and M.P. Gupta. “Software Requirements Selection using Quantuminspired Elitist Multi-objective Evolutionary Algorithm”. *IEEE-International Conference On Advances In Engineering, Science And Management (ICAESM -2012)*, 2012.

[2] A. Perini. “A Machine Learning Approach to Software Requirements Prioritization”. *IEEE*, 2012.

[3] C. E. Otero, E. Dell, A. Qureshi and L. D. Otero. “A Quality-Based Requirement Prioritization Framework Using Binary Inputs”. *Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation*, 2010.

[4] H. Jiang, J. Zhang, J. Xuan, Z. Ren and Y. Hu. “A Hybrid ACO Algorithm for the Next Release Problem”.

[5] H.Won Jung. “Optimizing Value and Cost in Requirements Analysis”. *IEEE*, 1998.

[6] ISO, IEC, IEEE Computer Society. ISO/IEC 9126 Software engineering — Product quality. USA, 2001

[7] J. Azar, R. K. Smith and D. Cordes. “Value-Oriented Requirements Prioritization in a Small Development Organization”. *IEEE Computer Society*, 2007

[8] J. D. Sagrado, I. M. D. Águila and F. J. Orellana. “Ant Colony Optimization for the Next Release Problem”. *2nd*

International Symposium on Search Based Software Engineering, 2010.

[9] P. Avesani, C. Bazzanella, A. Perini and A. Susi. “Facing Scalability Issues in Requirements Prioritization with Machine Learning Techniques”. *13th IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 2005.

[10] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, I. H. Witten and P. Reutemann. “The WEKA Data Mining Software: An Update”. *SIGKDD Explorations* Volume 11, Issue 1, 2009.

[11] M. Ramzan, M. A. Jaffar and A. A. Shahid. “Value Based Intelligent Requirement Prioritization (VIRP): Expert Driven Fuzzy Logic Based Prioritization Technique”. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* Volume 7, Number 3, 2011.

[12] M. Sadiq. “An Approach for Eliciting Software Requirements and its Prioritization using Analytic Hierarchy Process”. *International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computin*g, 2009.

[13] S. A. Marjaie and V. Kulkarni. “Recognition of Hidden Factors In Requirements Prioritization Using Factor Analysis”. *IEEE*, 2010.

ระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ ด้วยขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

Ecotourism and Culture Tourism Route Management using Artificial Bee Colony algorithms

กาญจนา รัตนธีรวิเชียร (Kanjana Ruttanateerawichien)[1] ฐานันดร์ โต๊ะถม (Thanan Toathom)[2]
และศักดิ์ชัย ศรีมากรณ์ (Sakchai Srimakorn)[3]
[1,2]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
[1]delphijava@hotmail.com, [2]toathom@hotmail.com, [3]sakchaisr@gmail.com

บทคัดย่อ

การสืบค้นข้อมูลการท่องเที่ยวบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวเป็นอย่างมากเพราะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว บทความนี้จึงเสนอระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ โดยอาศัยข้อมูลตำแหน่งพิกัดสถานที่และรายละเอียดข้อมูลของสถานที่แสดงผลด้วยกูเกิลเอพีไอ โดยระบบสามารถเลือกเส้นทางการเดินทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด งานวิจัยนี้อาศัยขั้นตอนวิธีการอาณานิคมผึ้งเทียมมาใช้ในการแก้ปัญหาการวางแผนการเดินทาง สำหรับผลลัพธ์การทดลองพบว่าเทคนิคการเลือกเส้นทางพิจารณาจากเวลาการตอบสนองการแสดงผลแผนที่ที่ได้ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเส้นทางการท่องเที่ยว กูเกิลเอพีไอ ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

Abstract

The tourism information web surfing is the most popular among the tourists because of its case comfort ability and good response time. This paper presents the Cultural Tourism and Ecotourism Route Management System which displays the place coordination and detailed information on the Google API. The system is able to choose the shortest path. The research applies the Artificial Bee Colony Algorithm to solve the travel routings problem. The result shows that the path selection technique is determined by the optimal average response time form the Google API.

Keyword: Travel Routing Problem, Google API Artificial Bee Colony Algorithm

1. บทนำ

ปัจจุบันนักท่องเที่ยวสามารถใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการสืบค้นค้นหาข้อมูลด้านการท่องเที่ยว ตำแหน่งของสถานที่ ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางตลอดถึงการจองโรงแรมที่พักหรือการใช้บริการอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น จากแนวโน้มของผลการศึกษาขององค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวโลกพบว่าแนวโน้มการท่องเที่ยวจะมากขึ้นเมื่อมีระบบที่ให้ข้อมูลการท่องเที่ยวที่ทันสมัย ให้รายละเอียดตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยว ทำให้ได้รับทราบข้อมูลก่อนการเดินทาง [4] ดังนั้นนักท่องเที่ยวจึงหันมาสนใจในการเดินทางมากขึ้น

เนื่องจากปัจจุบันมีเว็บไซต์ที่นำเสนอข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวอยู่มากมายให้กับนักท่องเที่ยว แต่โดยส่วนใหญ่แล้วเว็บไซต์จะมีการนำเสนอข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวและบริการที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ นักท่องเที่ยวส่วนมากนอกจากจะต้องการทราบข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญแล้ว ยังต้องการข้อมูลการเดินทางและแผนที่แสดงเส้นทางการเดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางที่สนใจ รวมถึงสถานที่ที่น่าสนใจที่อยู่ระหว่างเส้นทางการเดินทางนั้น เพื่อวางแผนการเดินทางให้ตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยวอย่างแท้จริง ระบบที่ให้บริการ

เว็บพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสืบค้นด้านแหล่งท่องเที่ยว โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส [1] ทำให้ระบบงานที่ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมประยุกต์และฐานข้อมูลที่แตกต่างกันสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ อาทิเช่น ระบบที่ให้บริการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ข้อมูลที่พัก/โรงแรม ข้อมูลร้านอาหาร ข้อมูลแผนที่การเดินทาง เป็นต้น โดยนำแผนที่ที่มีอยู่แล้ว [2] มาพัฒนาให้เชื่อมโยงฐานข้อมูล จากการเปิดบริการแผนที่กูเกิลสำหรับประเทศไทย ได้มีนักพัฒนาซอฟต์แวร์หันมาใช้งานแผนที่กูเกิลอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีระบบแผนที่และภาพถ่ายจากดาวเทียมคุณภาพดี ที่สามารถนำมาพัฒนาระบบแผนที่เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่มี ซึ่งให้บริการรายละเอียดต่างๆ ได้แก่ข้อมูลที่ตั้งของสถานที่ ข้อมูลการติดต่อด้านธุรกิจ และเส้นทางการเดินทาง ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ง่าย ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลการค้นหาที่ต้องการหรือตำแหน่งเส้นทางที่เดินทางไปยังปลายทางที่กำหนด ระบบสามารถคำนวณเส้นทาง ระยะทางการเดินทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ทำให้สะดวกกับผู้ใช้งานมาก แม้ว่าแผนที่ออนไลน์กูเกิลจะระบุเส้นทางการเดินทางจากจุดแรกไปยังจุดสุดท้ายตามที่ผู้ใช้ป้อนในระบบ และผลลัพธ์ที่ได้จะเรียงลำดับเส้นทางที่เดินทางไป ซึ่งค่าเมตริกซ์ระยะทางที่ได้เป็นพื้นฐานในการจัดเส้นทางการเดินทางของผู้ใช้ ซึ่งบทความนี้ได้นำขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมมาใช้ในการพัฒนาระบบโดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการสืบค้นด้านแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ มาใช้ในการเลือกเส้นทางเดินทางที่ช่วยคาดคะเนระยะทางการเดินทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนที่กูเกิลและเอพีไอของแผนที่กูเกิล

แผนที่กูเกิลได้เริ่มโดยบริษัทกูเกิล (Google Inc.) ให้ Lars and Rasmussen J. เป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์และแอพพลิเคชันโดยแผนที่กูเกิลได้พัฒนาโครงสร้างของระบบด้วยภาษาจาวาสคริปต์และเอ็กซ์เอ็มแอลเป็นหลัก และทำงานบนเว็บได้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2005 บริการผู้ใช้งานแบบไม่คิดค่าใช้จ่าย โดยเปิดให้ใช้บริการแผนที่เพื่อหาตำแหน่ง หรือเส้นทางการเดินทาง โดยอาศัยการปักหมุด การป้อนค่าละติจูดและลองจิจูดหรือป้อนตำแหน่งของสถานที่ลงบนแผนที่ สามารถเลือกเส้นทางในการเดินทางได้ ทั้งรูปแบบ การเดินทางด้วยรถ หรือทางเท้า โดยระบบแผนที่กูเกิลจะแสดงเส้นทาง พร้อมระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง สามารถเลือกแสดงตำแหน่งของละติจูดและลองจิจูดของสถานที่ที่ต้องการ แสดงภาพถ่ายดาวเทียมแบบเสมือนจริง หรือมุมมองการใช้งานแบบขยายเข้าหรือขยายออก การเคลื่อนย้ายตำแหน่งบนแผนที่ และแสดงอัตราส่วนในแผนที่เพื่อการประยุกต์ใช้งานกับฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลจริงในอัตราส่วนที่นำมาคำนวณได้

นอกจากนี้เอพีไอของแผนที่กูเกิล [5] ยังสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสืบค้นด้านแหล่งท่องเที่ยวในการเชื่อมต่อแอพพลิเคชันที่พัฒนากับแอพพลิเคชันแผนที่กูเกิล เอพีไอของแผนที่กูเกิลปัจจุบันได้ปรับปรุงเป็นเวอร์ชัน 3 [8] ซึ่งเอพีไอเวอร์ชันใหม่นี้มีชุดคำสั่งและฟังก์ชันที่นำมาประยุกต์ใช้งานในการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพิ่มมากขึ้น อาทิการปักหมุดแสดงลักษณะของระบบแผนที่แบบเส้นแบบพื้นที่หรือแบบภาพ

2.2 เว็บเซอร์วิสและเอ็กซ์เอ็มแอล

เว็บเซอร์วิส [1] เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ข้อมูลในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศ ระหว่างระบบงานที่แตกต่างกัน โดยไม่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการ

เอ็กซ์เอ็มแอล XML (Extensible Markup Language) [3] เป็นภาษามาตรฐานที่ถูกใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างระบบงานต่างๆ เนื่องจากเอ็กซ์เอ็มแอลมีโครงสร้างที่เป็นมาตรฐานที่มีแท็ก (tag) ที่ใช้ในการอธิบายข้อมูลแต่ละตัว และส่วนของการควบคุมโครงสร้างข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของสคีมา (XML schema) อีกทั้งยังเป็นเอกสารที่ถูกออกแบบให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบงานบนเว็บได้

2.3 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม [6-7] ถูกนำเสนอโดย Pham และคณะ เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากค่าหรือวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ เช่นค่าน้อยที่สุด หรือมากที่สุดของปัญหาที่ต้องการแก้ ขั้นตอนอาณานิคมผึ้งเทียมได้เลียนแบบพฤติกรรมการออกหาอาหารของอาณานิคมผึ้งโดยลักษณะเด่น

ของกระบวนการหาคำตอบในกลุ่มนี้จะใช้หลักการในการสุ่มค่าตัวแปรด้วยจำนวนประชากรจำนวนหนึ่งเข้าไป แล้วนำผลลัพธ์มาทำการคำนวณ การคัดเลือกและการปรับค่า แล้วทำการคำนวณวนรอบซ้ำจนกระทั่งได้คำตอบที่เหมาะสมในที่สุด ประชากรของอาณานิคมผึ้งเทียมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน จำนวนเท่าๆ กัน คือ ผึ้งมีงานทำ (Employed bees) และผึ้งเฝ้าดู (Onlooker bees) โดยผึ้งมีงานทำจะออกหาอาหารแล้วกลับมาให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาหารที่พบให้กับผึ้งเฝ้าดูที่รออยู่ในรัง ผึ้งเฝ้าดูจะเลือกผึ้งมีงานทำเพื่อตามออกไปเก็บอาหารขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับจากผึ้งมีงานทำ ถ้าอาหารแหล่งใดถูกเก็บจนหมด ผึ้งมีงานทำที่เป็นเจ้าของแหล่งอาหารนั้นจะกลายไปเป็นผึ้งสำรวจ(Scout bees) เพื่อสุ่มสำรวจหาแหล่งอาหารใหม่

กระบวนการหาคำตอบจะประกอบไปด้วยกลุ่มของพารามิเตอร์ที่จะต้องมีการกำหนดระดับที่เหมาะสมซึ่งประกอบไปด้วย จำนวนของผึ้งสังเกตการณ์ (Number of Scout Bees, n) จำนวนพื้นที่ๆ เลือกจาก n พื้นที่ ที่ผึ้งสำรวจ (Number of Sites Selected out of n Visited Sites, m) จำนวนพื้นที่ ที่ดีที่สุดจาก m พื้นที่ ที่เลือก (Number of Best Sites out of m Selected Sites, e) จำนวนผึ้งที่ส่งไปที่พื้นที่ e พื้นที่ซึ่งดีที่สุด (Number of Bees Recruited for Best e Sites, nep) จำนวนผึ้งที่ส่งไปที่พื้นที่ m-e ที่เหลือจากกลุ่มที่ดีที่สุด (Number of Bees Recruited for the other m-e Selected Sites, nsp) ขนาดตั้งต้นของแหล่งอาหารซึ่งประกอบด้วยแหล่งอาหารและพื้นที่ใกล้เคียง (Initial Size of Patches, ngh) เกณฑ์ในการหยุดโดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผึ้งสังเกตการณ์ทุกตัวเข้าไปสุ่มหาค่าในพื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดโดยเริ่มต้นสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ให้กับผึ้งมีงานทำ

ขั้นตอนที่ 2: การประเมินความเหมาะสมของผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากผึ้งสังเกตการณ์ โดยผึ้งมีงานทำสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์เดิมแล้วเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากกว่า

ขั้นตอนที่ 3: ถ้าผลลัพธ์เป็นที่พอใจแล้วก็ให้หยุดทำการสำรวจ ถ้ายังต้องการค่าที่ดีกว่าให้ดำเนินการต่อไป

ขั้นตอนที่ 4: กำหนดให้กลุ่มของผึ้งที่มีผลลัพธ์ในช่วงสูงสุดเป็น “ผึ้งที่ถูกเลือก” และพื้นที่ ที่ผึ้งเหล่านี้ไปพบจะถูกเลือกให้สำรวจพื้นที่ใกล้เคียง

ขั้นตอนที่ 5 และ 6: กระบวนการหาคำตอบจะทำการสำรวจพื้นที่ใกล้เคียงของกลุ่มผึ้งที่ถูกเลือก โดยใช้ผึ้งจำนวนมากกว่าลงไปสำรวจในพื้นที่ ที่ดีกว่า และจำนวนน้อยกว่าลงในพื้นที่ที่เหลือ และเลือกค่าที่ดีที่สุดในการสำรวจนี้เป็นตัวแทนของผึ้งในพื้นที่นี้

รูปแบบขั้นตอนวิธีมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เวกเตอร์พารามิเตอร์เริ่มต้น $\bar{x}_i = (x_{ij})$ ประกอบด้วยสมาชิก เมื่อ $i = 1,2,...,Sn;$ Sn คือ จำนวนผึ้งมีงานทำทั้งหมด และ $j = 1,2,...,D;$ D คือจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ต้องการหาค่าที่เหมาะสม โดย x_{ij} สร้างโดย (1) และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์และค่าความเหมาะสมโดย (2)

$$x_{ij} = l_j + random(0,1) \times (u_j - l_j) \quad (1)$$

เมื่อ l_j และ u_j คือ ค่าต่ำสุดและสูงสุดพารามิเตอร์ x_{ij} ตามลำดับ

$$fit_{ij}(\bar{x}_i) = \begin{cases} \dfrac{1}{1+f_i(\bar{x}_i)} & If\ \ f_i(\bar{x}_i) \geq 0 \\ 1+|f_i(\bar{x}_i)| & If\ \ f_i(\bar{x}_i) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

เมื่อ $f_i(\bar{x}_i)$ คือ ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของเวกเตอร์ $\bar{x}_i$ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 ผึ้งมีงานสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่คือ $\bar{v}_i$ จาก $\bar{x}_i$ โดย (3) และนำมาคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์และค่าความเหมาะสมเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

$$v_{ij} = x_{ij} + \varphi \times x_{ij} - x_{rj} \quad (3)$$

เมื่อ $\bar{x}_r$ คือเวกเตอร์เวกเตอร์พารามิเตอร์ที่สุ่มจาก $\bar{x}$ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์พารามิเตอร์เดียวกันกับ $\bar{x}_i$; i คือจำนวนเต็มสุ่มที่มีค่าระหว่าง 1 ถึง D และ φ_{ij} เป็นตัวเลขสุ่มที่มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ผึ้งมีงานทำจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ระหว่าง $\bar{x}_i$ และ $\bar{v}_i$ ที่ให้ค่าความเหมาะสมที่มากกว่า

ขั้นตอนที่ 3 ผึ้งเฝ้าดูเลือกผึ้งมีงานทำโดยพิจารณาค่าความน่าจะเป็น P_i ของค่า $fit_i(\bar{x}_i)$ ที่หาโดย (4)

$$p_i = \frac{fit_i(\bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^{sn} fit_i(\bar{x}_i)} \quad (4)$$

กระบวนการเลือกผึ้งมีงานทำของผึ้งเฝ้าดู จะเริ่มจากผึ้งเฝ้าดูแต่ละตัวสุ่มค่าระหว่าง 0 ถึง 1 มาหนึ่งค่า จากนั้นเทียบกับค่า p_i ว่าถ้าค่าสุ่มนั้นมีค่าน้อยกว่าผึ้งเฝ้าดูก็จะเลือกผึ้งมีงานทำตัวนั้น โดยผึ้งเฝ้าดูจะสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์ของผึ้งมีงานทำที่เลือก พร้อมทั้งคำนวณค่าฟังก์ชัน

วัตถุประสงค์และค่าความเหมาะสม แล้วผึ้งมีงานทำจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมที่มากกว่าเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนที่ 5 ผึ้งมีงานทำตัวใดที่ไม่ถูกปรับค่าเวกเตอร์พารามิเตอร์ติดต่อกันจนถึงจำนวนที่กำหนดไว้ ก็จะถูกกำหนดให้เป็นผึ้งสำรวจแล้วกำหนดเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่ด้วย (1)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Y. Chang และ L. Chen [9] ได้เสนอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการหาเส้นทางการเดินรถ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างกันไม่มากนักในเชิงคุณภาพ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาที่แก้ ขนาดของปัญหา และวิธีที่ใช้

สุภกิจ นุตยะสกุล [10] ได้เสนอการคำนวณเชิงวิวัฒนาการระหว่าง เจเนติกอัลกอริทึม กับพาติคอลสวอมออปติมัยเซชัน พบว่า GA สามารถแก้ปัญหาและค้นหาผลลัพธ์ได้ดี แต่ยังขาดในด้านการแบ่งข้อมูลระหว่างประชากรจึงทำให้ GA ค้นหาผลลัพธ์ค่อนข้างช้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ PSO มีคุณสมบัติที่เหนือกว่า GA โดย PSO สามารถนำตำแหน่งที่ได้ผลลัพธ์ดีสุดในรุ่นและตำแหน่งที่ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดจากอดีตถึงปัจจุบันซึ่งแตกต่างจาก GA ที่มีการแบ่งข้อมูลของตำแหน่งระหว่างประชากรในขอบเขตที่จำกัด การทดสอบการทำงานสะท้อนให้เห็นว่าวิธีการทั้งสองสามารถลู่เข้าสู่จุดที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีได้

สมจิน เปียโคกสูง และคณะ [11] ได้เสนอระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวอัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงาน โดยคำนึงถึงเส้นทางที่มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำที่สุด แทนที่การคำนึงถึงเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด พัฒนาระบบแสดงผลโดยใช้แผนที่กูเกิล ผลการทดลองพบว่าการใช้งานนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถประหยัดพลังงานในการเดินทางได้มากถึง 5.55% เมื่อเทียบกับการวางแผนโดยคำนึงถึงเส้นทางที่ใช้เวลาสั้นที่สุด และ 12.53% เมื่อเทียบกับระยะทางที่สั้นที่สุด

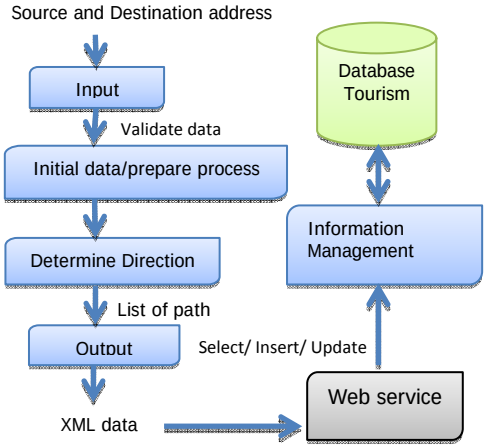
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการจัดเส้นทางการท่องเที่ยว ระบบสารสนเทศเพื่อการสืบค้นด้านแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ โดยความต้องการในการใช้บริการ การสำรวจข้อมูลนักท่องเที่ยวและผู้ให้บริการในพื้นที่จังหวัดลำปาง เพื่อการจัดทำฐานข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย โดยเน้น 6 แหล่งข้อมูลของผู้ให้บริการ ได้แก่ ผู้ให้บริการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก/โรงแรม สปา/ศูนย์สุขภาพ ร้านจำหน่ายของที่ระลึก ร้านอาหารและสถานบันเทิง

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศที่พัฒนาขึ้นนักท่องเที่ยวสามารถระบุสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการและเลือกเส้นทางการเดินทางจากพิกัดตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่เก็บลักษณะข้อมูลเป็นพิกัด ละติจูด และลองจิจูต เพื่อทำการประเมินเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมได้ตามวิธีการข้างต้น



ภาพที่ 1: การทำงานของระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยว

จากภาพที่ 1 ส่วนของการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวที่แบ่งกระบวนการทำงานได้ดังนี้ ส่วนของ Input เป็นส่วนเริ่มต้นการรับค่าเริ่มต้นจากผู้ใช้ คือ สถานที่ตำแหน่งต้นทางและปลายทาง ซึ่งจะได้พิกัดของต้นทางและพิกัดปลายทางที่ต้องการคำนวณจัดเก็บเป็นค่าเวกเตอร์เริ่มต้นเพื่อใช้ในการคำนวณ เมื่อได้ค่าเริ่มต้นที่ต้องการแล้วระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้ให้มา เพื่อยืนยันว่าตำแหน่งทั้งสองอยู่ในขอบเขตที่สามารถประเมินเส้นทางได้หรือไม่

ส่วน Initial data/prepare process เป็นส่วนที่เกิดขึ้นหลังจากได้ค่าเริ่มต้นจากผู้ใช้แล้ว ระบบจะทำการค้นหาว่าพิกัดต้นทางและปลายทางอยู่ใกล้กับเส้นทางเส้นไหนและจะทำการสร้างเวกเตอร์เพื่อการคำนวณ

ส่วน Information management เป็นส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล หากข้อมูลของเส้นทางที่เรียกขอมาไม่มีในฐานข้อมูลนั้น ในส่วนย่อยนี้จะทำการประมาณข้อมูลโดยใช้สถิติของเส้นทางดังกล่าวที่มีก่อนหน้าในการตัดสินใจจำลองข้อมูล และทำการเก็บข้อมูลที่สร้างขึ้นมาลงในฐานข้อมูล

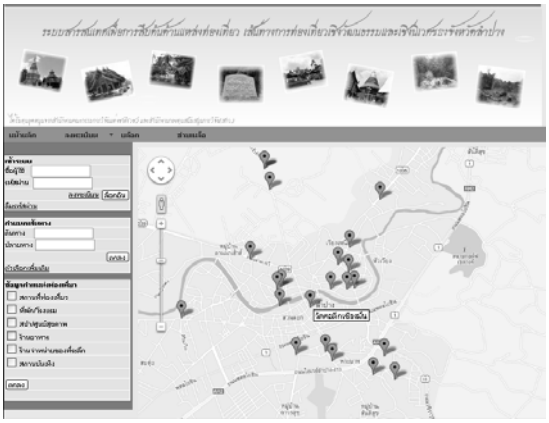
ส่วน Database tourism เป็นส่วนของฐานข้อมูลที่จัดเก็บรายละเอียดของระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยววัฒนธรรมและเชิงนิเวศ โดยประกอบด้วยข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก/โรงแรม สปา/ศูนย์สุขภาพ ร้านจำหน่ายของที่ระลึก ข้อมูลร้านอาหารและสถานบันเทิง

ส่วน Web Service เป็นส่วนเชื่อมโยงติดต่อผ่านหน้าจอผู้ใช้ (User Inteface) สำหรับรับคำค้นข้อมูลของผู้ใช้งาน และทำการเรียกเว็บเซอร์วิสจากผู้ให้บริการแผนที่กูเกิล ผ่านทางเอพีไอกูเกิล และส่งผลลัพธ์กลับมาแสดงที่หน้าจอของผู้ใช้ต่อไป ดังภาพที่ 3

ส่วน Output เป็นผลลัพธ์ของการคำนวณจะจัดแสดงในรูปแบบของ XML เพื่อให้ฝั่งเครื่องรับบริการ (Client) นำไปใช้ได้สะดวก โดยรูปแบบที่ได้ดังภาพที่ 2

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?><markers>
        <root>
         <Point>
          <Path id="1">
           <route id="1">
            <info>
                <node_id>0</node_id>
                <name>เขาส่องกระจกคอยนก้า</name>
                <location_adress>18.096174,99.341240</location_address>
                <distance>355</distance>
                <fee>0</fee>
            </info>
            <listnodelayer1>
                <node id="1">
                <nodelayer1>-2</nodelayer1>
                <pointname>source node</pointname>
                <location>18.231729,99.348069</location>
                </node>
                <node id="2">
                <nodelayer1>0</nodelayer1>
                <pointname>vir source node</pointname>
                <location>18.231729,99.348069</location>
                </node>
            </listnodelayer1>
           </route>
           <route id="2">
            <info>
                <node_id>26</node_id>
                <name>บ่อน้ำร้อนบ้านโป่งร้อน</name>
                <location_adress>18.231729,99.348069</location_address>
                <distance>672</distance>
                <fee>0</fee>
            </info>
```

ภาพที่ 2: ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาเส้นทางอยู่ในรูป XML



ภาพที่ 3: หน้าจอติดต่อผู้ใช้ในส่วนของ Web Service

ส่วน Determine direction เป็นส่วนที่เริ่มต้นทำการจำลองการค้นหาเส้นทาง สำหรับวิธีการใช้ค่าน้ำหนักในการตัดสินใจของขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะเลือกตามลักษณะการคำนวณที่ผู้ใช้ได้เลือกเข้ามา ในขั้นตอนนี้จะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการท่องเที่ยว โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่สนใจ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: พารามิเตอร์ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

พารามิเตอร์	พารามิเตอร์ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม
จำนวนยานพาหนะ	- จำนวนผึ้ง
ข้อมูลนำเข้ายานพาหนะ	- ข้อมูลตำแหน่งบนแผนที่
เวลาที่เดินทางสูงสุด	- เวลาที่ใช้ไป
จำนวนสถานที่	- จำนวนแหล่งอาหาร
ชนิดความต้องการ	- ไม่มีแบบแผนชัดเจน
กิจกรรมของยานพาหนะ	- ผึ้งมีงานทำ, ผึ้งเฝ้าดู และ ผึ้งสำรวจ
ข้อกำหนดการเดินทาง	- กำหนดจุดเริ่มต้นจากการสุ่ม - ผึ้งเดินทางไปยังแหล่งอาหาร (ตัวต่อแหล่ง) - เริ่มต้นเส้นทางและสิ้นสุด เส้นทางที่แหล่งเดียวกัน

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบประสิทธิภาพในการประมวลผล และความถูกต้องในการค้นหาเส้นทางได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งพิกัดจากฐานข้อมูล ในการประเมินเส้นทางโดยคำนวณระยะทางที่ใช้ในการเดินทางและเวลาตอบกลับในการแสดงผลบนแผนที่ โดยระบบพัฒนาด้วยภาษาจาวา (Java)

ติดต่อฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySql) เชื่อมโยงเอพีไอกูเกิลในการแสดงแผนที่

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบตามการจัดเส้นทางการเดินทางตามระยะทางที่สั้นที่สุด โดยกำหนดเวลาที่เริ่มต้นเดินทาง

Source		Destination		Respond Time (ms)	Distance
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude		
18.782504	99.523811	18.741995	99.543243	321	11.8 km
18.294594	99.509167	18.197904	99.375067	458	20.2 km
18.287657	99.390285	17.856023	99.367952	698	58.9 km
18.096174	99.341240	18.231729	99.348069	526	23.0 km
18.720300	99.561864	18.309910	99.495361	628	55.3 km
19.053644	99.631642	18.389764	99.595165	841	92.1 km

ตารางที่ 3: ผลการทดสอบตามการจัดเส้นทางการเดินทางตามเวลาเดินทางที่น้อยที่สุด โดยกำหนดเวลาที่เริ่มต้นเดินทาง

Source		Destination		Respond Time (ms)	Distance
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude		
18.782504	99.523811	18.741995	99.543243	305	11.8 km
18.294594	99.509167	18.197904	99.375067	421	20.2 km
18.287657	99.390285	17.856023	99.367952	648	58.9 km
18.096174	99.341240	18.231729	99.348069	508	23.0 km
18.720300	99.561864	18.309910	99.495361	588	55.3 km
19.053644	99.631642	18.389764	99.595165	758	92.1 km

ตารางที่ 4: กำหนดรูปแบบพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

รูปแบบเส้นทาง	จำนวนสถานที่	ระยะทางที่ดีที่สุดก่อนใช้ ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม (km)	ระยะทางที่ดีที่สุดหลังจากใช้ ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม (km)
เชิงวัฒนธรรม	24	236	195
เชิงนิเวศ	16	125	89

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการทดสอบเมื่อพิจารณาเวลาตอบกลับการแสดงผลพบว่ามีค่าเวลาเฉลี่ยประเมินที่ 244 มิลลิวินาที ซึ่งน้อยกว่าเดิมจากตารางที่ 2 ทำให้ได้ผลลัพธ์การแสดงผลที่เร็วกว่าในการกำหนดเวลาการเดินทางที่น้อยที่สุด และเมื่อทดสอบระยะทางที่ดีที่สุดจากรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 4 พบว่ารูปแบบเส้นทางเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศได้ระยะทางการเดินทางลดลงหลังจากใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

5. สรุป

งานวิจัยและพัฒนานี้ได้นำเสนอระบบจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ จากแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายซึ่งประกอบไปด้วยเว็บเซอร์วิสที่ให้บริการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก/โรงแรม สปา/ศูนย์สุขภาพ ร้านจำหน่ายของที่ระลึก ข้อมูลร้านอาหารและสถานบันเทิง ซึ่งได้คำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่น้อยที่สุดในการจัดเส้นทาง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าการเลือกเส้นทางพิจารณาได้จากเวลาการตอบสนองการแสดงผลบนแผนที่ที่ได้ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] W3C. 2004, “World Wide Web Consortium Web Services Architecture”. Retrieved August 15, 2010, from: http://www.w3.org/Tr/ws-arch/.

[2] Peterson, M.P, “*Maps and the internet*” *Burlington*, MA: Elsevier.

[3] W3C. 2005, “World Wide Web Consortium, Extensible Markup Language (XML) version 1.0 (Second Edition)” Retrieved January 15, 2010, from: http://www.w3.org/XML/.

[4] World Tourism Organization, “Yearbook of Tourism Statistics” *WTO Pubns*, 59th Edition., 2007.

[5] “Google Maps API,” Retrieved June 16, 2012, from: http://www.google.com/apis/maps/documentation/index.html

[6] D.T. Pham, A. Ghanbarzadeh, E. Koc, S. Otri, S. Rahim and M. Zaidi, “The Bees Algorithm. Technical Note” Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, UK, 2005.

[7] D.T. Pham, A. Ghanbarzadeh, E. Koc, S. Otri, S. Rahim, andM. Zaidi, “The Bees Algorithm - A Novel Tool for Complex Optimisation Problems”,*Proceedings of IPROMS 2006 Conference*, pp. 454-461, 2006.

[8] “Google Maps API V3,” Retrieved July 20, 2012, from: https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/

[9] Y. Chang and L. Chen, “Solve the Vehicle Routing Problem with Time Windows via a Genetic Algorithm” *Discrete and Continuous Dynamical Systems Supplement*, pp. 240-249, 2007.

[10] สุภกิจ นุตยะสกุล, “การคำนวณเชิงวิวัฒนาการระหว่าง เจเนติกอัลกอริทึมกับพาติคอลสวอมออปติมัยเซชัน” *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, Vol. 2, pp. 13-22, 2011.

[11] สมจิน เปียโคกสูง และคณะ, “ระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวอัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงาน” *ECTI-CARD 2009*, pp. 67-72, 2009.

การกระจายภาระงานด้วยหลักโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด
Task allocation with Optimal Coalition Structure concept

พาณิชย์ สุดโคต (Panich Sudkhot)[1] เบญจวรรณ อินทระ (Benjawan Intara)[2] และ
ฉัตรตระกูล สมบัติธีระ (Chattrakul Sombattheera)[3]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]pon.ict@gmail.com, [2]panglum_pp@hotmail.com, [3]chattrakul.s@msu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาของการจัดสรรภาระงานเข้าสู่กระบวนการทำงานนั้นนับว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ฯลฯ และยังเป็นปัญหาที่ได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องในด้านการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ซึ่งบทความนี้ผู้วิจัยได้ทำศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมโดยใช้หลักการ Optimal Coalition Structure (OCS) เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดลำดับแถวคอย (Queue) โดยการหาค่าระยะเวลาในการทำงานของกลุ่มภาระงานที่มีผลรวมของเวลาในการทำงานน้อยที่สุด โดยมีหลักในการจัดกลุ่มภาระงานซึ่งก่อเกิดกระบวนทำงานที่มีการประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ กระทั่งส่งเสริมประสิทธิภาพขององค์กร

คำสำคัญ: โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ การจำลองกระบวนการ การจัดสรรภาระงาน

Abstract

Optimizing queues in dynamic environment has always been an important issue in real world processes. This research applies a concept of Optimal Coalition Structure in multi-agent system to solve such as problem. As a result, the average time for waiting in the queue is shorter, and then reduces the cast of the organization.

Keyword: Optimal Coalition Structure, Optimization Process, Simulating Process, Task Allocation

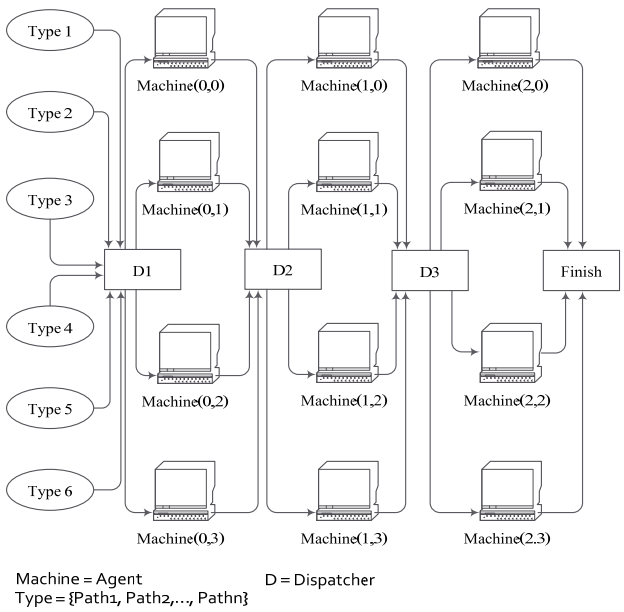
1. บทนำ

ในมุมมองของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด *(Optimization)* ระบบจัดการกระบวนการทำงาน *(Process)* และกระบวนการจัดสรรภาระงาน *(Task allocation)* ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตของภาคโรงอุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งกระบวนการทางด้านการขนส่ง *(Logistics)* มีสิ่งที่เรียกว่าขั้นตอนทำงาน ซึ่งในแต่ละองค์กรอาจมีความแตกต่างกันไปในรูปแบบต่างๆ แต่จะมีสิ่งที่เหมือนกันนั่นก็คือการไหลของภาระงาน *(Workflow)* เช่น โรงงานอุตสาหกรรมมีกระบวนการวางแผนการผลิตและกระบวนการผลิตเป็นของตน ซึ่งในบางอุตสาหกรรมอาจยังไม่มีการจัดการกระบวนการทำงานที่ดี ส่งผลให้กระบวนการผลิตภายในล่าช้าและผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ อาจส่งผลกระทบในหลายๆด้านทั้งกับตัวโรงงานเองและประเทศอาจสูญเสียรายได้ในส่วนนี้ไป

ซึ่งในบทความนี้เน้นในเรื่องของการศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมโดยใช้หลักการ OCS เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เก็บบันทึกข้อมูลทางการผลิตและติดตามกระบวนการทำงานของภาระงานในแต่ละแผนก ซึ่งจะช่วยในเรื่องการวางแผนการวางตำแหน่งของภาระงานที่เหมาะสม และยังสามารถประยุกต์ใช้กับการจำลองการไหลของภาระงานต่างๆได้

2. ตัวแบบปัญหา

ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการไหลของภาระงานซึ่งประกอบด้วย ชนิดของงาน (Type of Task) ภาระงาน (Task) ตัวกระจาย (Dispatcher) คนควบคุม(Agent) และ เครื่องจักร (Machine) ซึ่งจะเห็นการไหลของงานอย่างชัดเจนซึ่งแสดงการไหลของภาระงานตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมการไหลของงานในระบบโดยรวม

จากภาพที่ 1 เริ่มต้นกระบวนการจากมีภาระงานชนิดต่างๆ ที่กระจายกันอยู่ เมื่อนำภาระงานเข้าสู่ตัวกระจาย จะมีคนควบคุมที่คอยกระจายภาระงานเข้าสู่แต่ละแผนก ภาระงานจะถูกนำเข้าสู่เครื่องจักรที่กำหนดไว้เพื่อผ่านขั้นตอนต่างๆ ซึ่งในเครื่องจักรจะมีสิ่งที่เรียกว่า “ความสามารถของเครื่องจักรที่สามารถทำงานร่วมกับงานชนิดต่างๆ” ซึ่งเครื่องจักรแต่ละเครื่องความสามารถในการทำงานร่วมกับภาระงานชนิดต่างๆ ไม่เท่ากันมองในแง่ของเวลาที่ทำงานร่วมกัน และจะมีคิวของภาระงานที่รอการเข้าทำงานในเครื่องจักร เมื่อภาระงานทำงานในเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้วภาระงานจะเข้าสู่สถานะรอจ่ายงาน

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เอเจนท์ (Agent) ในความหมายทางด้านคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ (Computer Artificial Intelligence) เอเจนท์ (Agent) หรือแปลไทยคำว่าตัวแทน [1-3] คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการกระทำบางสิ่งบางอย่างได้อย่างอิสระได้ด้วยตัวเอง ในนามของเจ้าของหรือผู้ใช้ ซึ่งเอเจนท์สามารถคิดวางแผนในการกระทำของตนได้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ได้รับมอบหมาย เอเจนท์นั้นจะไม่มีเป้าหมายเป็นของตน แต่เป้าหมายนั้นจะถูกถ่ายทอดมาและรับเอาเป้าหมายจากผู้ใช้หรือเจ้าของ แล้วดำเนินการตามเป้าหมายที่ได้รับมอบหมายมา ด้วยความที่เอเจนท์ผูกติดอยู่กับสภาพแวดล้อม และต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม [6] ซึ่งเอเจนท์จะมีความแตกต่างในแต่ละสภาพแวดล้อม

ซอฟต์แวร์เอเจนท์ (Software Agent) [4, 5] คือ ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าอย่างต่อเนื่องและเป็นอิสระจากกันในสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่

ระบบมัลติเอเจนท์ (Multi-agents System) [2, 3, 6, 7] หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยเอเจนท์จำนวนหนึ่งที่มีการปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และสามารถทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมอบหมายเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือตอบโจทย์ของผู้ใช้งาน การปฏิสัมพันธ์การคุยกันระหว่างเอเจนท์ จะมีระบบการทำงานเป็นแบบการกระจายของระบบ (Distributed System) ซึ่งเป็นการกระจายการดำเนินการงาน และมีจุดเด่นในการดำเนินงานที่เรียกว่า Autonomous เพื่อทำงานให้ผู้ใช้ ลักษณะของเอเจนท์มีอยู่ 3 ลักษณะดังนี้ Cooperate คือ การทำงานร่วมกันระหว่างเอเจนท์ Coordinate คือ การทำงานประสานกัน Negotiate คือ การต่อรองกัน

Cooperative Game [8] หมายถึง เกมส์ที่ผู้เล่นมีการเจรจาตกลงกับคู่แข่งขันในการกำหนดกลยุทธ์ร่วมกันเพื่อแสวงหาผลประโยชน์สูงสุดร่วมกัน

Optimal Coalition Structure (OCS) [8] คือ โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด โดยเขียนในรูปแบบดังต่อไปนี้อันดับแรกมีจำนวนของผู้เล่น (Agents) ซึ่งเขียนในรูปแบบของเซตได้ดังนี้ ตัวอย่างเช่น $N = \{1, 2, 3, 4\}$ หลังจากนั้นทำการหาโครงสร้างกลุ่มโดยใช้หลักของการแบ่งเซตเช่น $S = \{\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4\}, \{2, 1\}, \{3, 1\}, \{3, 2\}, \{4, 1\}, \{4, 2\}, \{4, 3\}, \{3, 2, 1\}, \{4, 2, 1\}, \{4, 3, 1\}, \{4, 3, 2\}, \{4, 3, 2, 1\}\}$ จำนวนการเกิดกลุ่มคำนวนได้โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ 2^n-1 ซึ่งในแต่ละโครงสร้างกลุ่มจะมีมูลค่าของกลุ่มโดยกำหนด $V(S)$ จากนั้นหาโครงสร้างการรวมกลุ่ม (Coalition Structure) โดย $CS = \{S_1, S_2, S_3, \ldots, S_m\}$ ซึ่งโครงสร้างของการรวมกลุ่มกำหนดให้ CS คือเซตของกลุ่ม S และการหาโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดหาได้ดังนี้

$$V(CS) = \sum S \in CS\, V(S) \qquad (1)$$
$$CS^* = argmin CS \in L\, V(CS)$$

ค่าของกลุ่มที่ดีที่สุดหาได้จากผลรวมของกลุ่มที่มีค่าน้อยที่สุดตามอกรูเมนต์ที่กำหนดขึ้นมา

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sen et. al. [10] ได้เสนออัลกอริทึมในการค้นหาโดยอยู่บนพื้นฐานของเจนเนอร์ติคอัลกอริทึม (Oder-Based Genetic Algorithm (OBGA)) และยังได้ประยุคต์เอาหลักโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดที่อยู่ในลักษณะของฟังก์ชันเกมส์ (Optimal Coalition Structure in Characteristic Function Games(CFGs)) [9, 11] มาใช้ในการค้นหาและได้จำลองภาระงานขึ้นมาโดยจำลองให้เห็นถึงการจัดสรรภาระงาน โดยใช้หลักทฤษฎีคิว

Sombattheera et. al. [12] ได้เสนออัลกอริทึมที่ตั้งอยู่บนทฤษฎี α-core โดยการค้นหาโครงสร้างการรวมกลุ่มภายใน Linear Production Domain โดยเอเจนท์แต่ละเอเจนท์มีทรัพยากรที่จะนำมาผลิตสินค้าเพื่อจำหน่าย เอเจนท์จะรวมกันเพื่อเพิ่มผลผลิตและยอดขาย แต่จะมีต้นทุนในการรวมกลุ่มกันซึ่งจะทำให้ผลกำไรของกลุ่มและส่วนแบ่งของเอเจนท์ลดลง โดยแต่ละเอเจนท์จะคัดเลือกเอเจนท์ที่เมื่อรวมกลุ่มแล้วมีแนวโน้มจะช่วยเพิ่มกำไรให้กลุ่ม

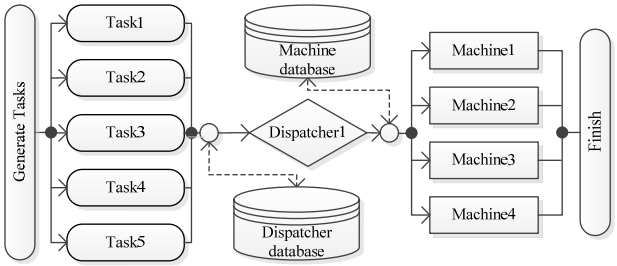
Michalak et. al. [11] ได้เสนอโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดและการแบ่งโครงสร้างกลุ่มด้วยวิธีหลักพาร์ติชันฟังก์ชันเกมส์ (Partition Function Game) โดยการแบ่งกลุ่มนั้นเป็นในลักษณะการเกิดกลุ่ม และได้ทดสอบ 4 ชั้นใน Super-additive^{+}, Super-additive^{-}, Sub-additive^{+}, Sub-additive^{-} เพื่อหาโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดที่เกิดในแต่ละชั้น

Sandholm et. al. [9] ได้เสนอถึงการเจนเนอร์เรทโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด โดยได้เน้นในเรื่องของการค้นหาโครงสร้างของกลุ่มที่ดีที่สุดในกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ ได้ค้นหาโครงสร้างที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว โดยได้วางการทำงานไว้ 3 ขั้นตอน ลำดับที่ 1 ทำการหาขนาดของโครงสร้างของกลุ่มที่เกิดขึ้น ลำดับที่ 2 ทำการหาค่าของโครงสร้างกลุ่มที่ดีที่สุดในแต่ละโครงสร้าง และลำดับที่ 3 หารค่าของกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาในการเจนเนอร์เรทกลุ่มในหมู่เอเจนท์ ได้บอกถึงการค้นหาโครงสร้างกลุ่มกรณีที่แย่ที่สุดในการค้นหากลุ่มทั้งขอบบนและขอบล่างของการค้นหา

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาหลักโครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุดมาพัฒนาอัลกอริทึมในการจัดสรรภาระงานในกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นเพื่อแก้ไขการกระจายภาระงานให้เหมาะสมที่สุดในการที่จะนำเอาภาระงานเข้าไปทำงานในกระบวนการเพื่อที่จะทำให้ใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่าที่สุด ทำให้เกิดการจัดสรรภาระงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดและตัวอย่างการไหลของภาระงานในโรงงานอุตสาหกรรมในส่วนที่ 4 รายละเอียดการพัฒนา

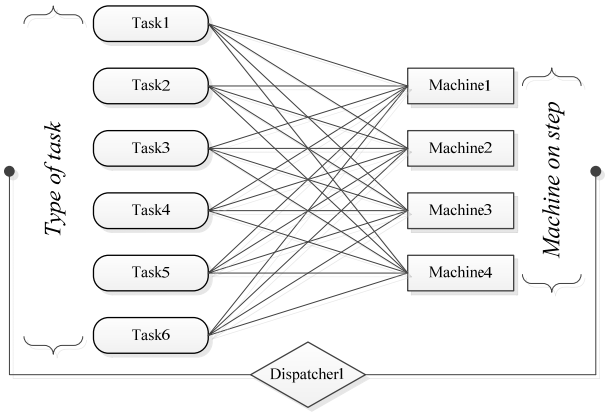
4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 สถาปัตยกรรมของอัลกอริทึม



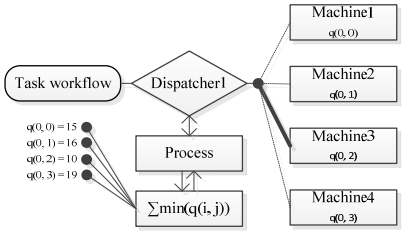
ภาพที่ 2: ภาพแสดงกระบวนการทำงาน

จากภาพที่ 2 เป็นการออกแบบโครงสร้างของกระบวนการทำงาน ผู้วิจัยได้ทำการเจนเนอร์เรทชนิดของภาระงานขึ้นมาโดยข้อมูลจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับฟังก์ชันเวลา ซึ่งภาระงานแต่ละชนิดนั้นมีการกำหนดเวลาให้ทำงานในเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน เมื่อภาระงานไหลเข้าสู่ตัวกระจายภาระงานจะมีการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลและสามารถดูได้ว่าภาระงานชนิดใดเข้าสู่ตัวกระจาย จากนั้นเมื่องานเข้าสู่ตัวกระจายภาระงานแล้ว ตัวกระจายจะทำการตัดสินใจว่าจะนำภาระงานที่เข้ามาใหม่กระจายสู่เครื่องจักรใดและเมื่อนำภาระงานเข้าสู่เครื่องจักรจะมีการเก็บบันทึกข้อมูลด้วยเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นเครื่องจักรจะทำงานกับงานชนิดนั้นๆโดยมีการประมวลผลตามฟังก์ชันของเวลาที่กำหนดไว้จนเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานของภาระงานนั้นๆ



ภาพที่ 3: ความสัมพันธ์ของภาระงานต่อเครื่องจักร

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงจำนวนการกระจายที่สามารถเกิดขึ้นได้โดยผ่านตัวกระจายภาระงาน ซึ่งแต่ละชนิดนั้นจะกระจายได้เป็นจำนวน *M!* (ตามจำนวนเครื่อง)



ภาพที่ 4: กระบวนการหาค่าเวลาที่น้อยที่สุดของตัวกระจาย

จากภาพที่ 4 แสดงถึงการหาค่า OCS ของโครงสร้างกลุ่มโดยการหาค่าระยะเวลาในการทำงานของกลุ่มภาระงานที่มีผลรวมของเวลาในการทำงานน้อยที่สุด โดยใช้หลักการ OCS จากภาพจะเห็นว่าเมื่อภาระงานถูกนำเข้าสู่ตัวกระจายตัว จะทำหน้าที่หาคิวที่มีเวลาทำงานน้อยที่สุดและทำการตัดสินใจ และภาพจะเห็นว่าตัวกระจายตัดสินใจกระจายภาระงานเข้าสู่เครื่องจักรที่ 3

4.2 โมเดลปัญหาและการพัฒนาอัลกอริทึม

ตารางที่ 1: ตารางอธิบายตัวแปร

ตัวแปร	คำอธิบาย
$\|T\|$	*เซตชนิดของภาระงานที่จะนำเข้ามาทำงาน โดยที่* $t_{1,\dots,o}; 1 \le k \le o$
D	*เซตของตัวกระจายภาระงานเข้าสู่เครื่องจักรต่างๆซึ่งมีประจำอยู่แต่ละแผนก*
M	*เซตของขั้นตอน (Step) คือ จำนวนแผนกทั้งหมด โดยที่* $1, \dots, m; i$
N	*เซตของเครื่องจักรทั้งหมดที่อยู่ในแผนกนั้นๆ โดยที่* $1, \dots, n; j$
(M, T)	*ฟังก์ชันที่ทำหน้าที่บอกเวลาเฉลี่ยของเครื่องจักรสามารถทำงานกับงานชนิดต่างๆ*
$\|D\|$	*จำนวนของตัวกระจายที่อยู่ในแต่ละแผนก*
$\|M\|$	*จำนวนของแผนก*
$\|N\|$	*จำนวนของเครื่องจักรที่ประจำอยู่ในแต่แผนก*
P	*ภาระงานที่รอเข้าทำงานในเครื่องจักร*
$\|a_{i,j}\|$	*เอเจนท์ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรรับส่งภาระงาน*
$\|q_{i,j}\|$	*คิวของงานที่อยู่เครื่องจักร* i, j
$\tau(q_{i,j})$	*ฟังก์ชันหาค่าเวลาจากคิวของเครื่องจักร*
CS	*โครงสร้างการรวมกลุ่ม โดยแบ่งตามชนิดของงาน*
$V(CS)$	*ค่าของโครงสร้างกลุ่ม*
CS^*	*โครงสร้างการรวมกลุ่มที่ดีที่สุด*
$argmin$	*กำหนดค่าผลรวมที่ได้จาก CS* คือค่าน้อยที่สุด*

จากตารางที่ 1 เขียนในรูปแบบเซตดังต่อไปนี้ $T = \{ t_1, t_2,\dots,t_o \}$ แทนเซตชนิดของงานที่เข้ามาทำงานในกระบวนการต่างๆที่อยู่ในระบบ $D = \{ d_1, d_2,\dots,d_m \}$ แทนเซตของตัวกระจายซึ่งตัวกระจายมีหน้าที่นำงานที่ถูกนำเข้ามาในตัวกระจายต่างๆที่อยู่ในแต่ละแผนกมีหน้าที่ตัดสินใจว่าจะนำงานเข้าไปที่คิวใด $M = \{ m_1, m_2,\dots,m_i \}$ แทนเซตของแผนกและ $N = \{ n_1, n_2,\dots,n_j \}$ แทนเซตของเครื่องจักรที่ประจำอยู่แต่ละแผนก ซึ่งในภาพรวมของระบบงานนั้นเขียนได้ในรูปแบบดังต่อไปนี้

$$\begin{matrix} a_{1,1} + & a_{1,2} + \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} + & a_{2,2} + \cdots & a_{2,n} \\ & \vdots & \vdots, \\ a_{m,1} + & a_{m,2} + \cdots & a_{m,n} \end{matrix} \qquad \text{(Model.1)}$$

โดยที่

$$a_{i,j}; \begin{cases} 1 \le i \le m \\ 1 \le j \le n \end{cases}$$

โมเดลที่ 1: โมเดลของเอเจนท์

จากโมเดลที่ 1 โมเดลของเอเจนท์ต่างๆข้างต้นนั้นเขียนในรูปแบบตัวแปร $a_{i,j}$ จะแทนเอเจนท์ในแผนกต่างๆ เช่น $a_{1,1}$ นั้นก็คือเอเจนท์ที่ 1 ของแผนกที่ 1, $a_{2,2}$ นั้นก็คือเอเจนท์ที่ 2 ของแผนกที่ 2 เป็นต้น เป็นคนที่ทำหน้าที่นำภาระงานเข้ามาทำในเครื่องจักรเป็นคนคอยควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและรับภาระงานเข้าหรือส่งออกภาระงานต่างๆ

$$\begin{matrix} q_{1,1} + & q_{1,2} + \cdots & q_{1,n} \\ q_{2,1} + & q_{2,2} + \cdots & q_{2,n} \\ & \vdots & \vdots, \\ q_{m,1} + & q_{m,2} + \cdots & q_{m,n} \end{matrix} \qquad \text{(Model.2)}$$

โดยที่

$$q_{i,j}; \begin{cases} 1 \le i \le m \\ 1 \le j \le n \end{cases}$$

โมเดลที่ 2: โมเดลคิวของภาระงาน

จากโมเดลที่ 2 คิวของภาระงาน (Path queue) ในเครื่องจักรในคิว $q_{i,j}$ นั้นจะมีภาระงานที่รอการเข้าทำงานในเครื่องจักรอยู่และใน $q_{i,j}$ จะมีภาระงานที่อยู่ในคิวต่างๆ ซึ่งกำหนดไว้เป็น p แสดงส่วนประกอบดังโมเดลที่ 3 คิวของเครื่องจักร

$$|q_{i,j}| = |p_{t_k,id}|; \in m_{i,j} \qquad \text{(Model.3)}$$

โมเดลที่ 3: โมเดลคิวของเครื่องจักร

จากโมเดลที่ 3 แจะเห็นว่า $q_{i,j}$ จะประกอบด้วยเซตของ P และ id ดังตัวอย่างโมเดลที่ 4

$$|q_{2,1}| = |(p_{t_4,2}), (p_{t_1,5}), \dots, (p_{t_k,x})|; \in m_{2,1} \qquad \text{(Model.4)}$$

โมเดลที่ 4: ตัวอย่างการแทนค่าคิวของเครื่องจักร

จากโมเดลที่ 4 แสดงภาระงานที่อยู่ใน $q_{2,1}$ ซึ่งจะประกอบด้วยภาระงานต่างๆ มีชนิดและไอดีเป็นตัวกำหนดระยะเวลาเฉลี่ยในการเข้าทำงานในเครื่องจักร โดยจะสัมพันธ์กับฟังก์ชัน $\mathcal{Z}(M,T)$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ทำหน้าที่บอกเวลาเฉลี่ยของเครื่องจักรสามารถทำงานกับงานชนิดต่างๆ

$$d_1 + d_2 + \dots d_m \qquad \text{(Model.5)}$$

โมเดลที่ 5: โมเดลของตัวกระจายภาระงาน

จากโมเดลที่ 5 ตัวกระจายภาระงานจะประจำอยู่ในแต่แผนก ในแต่ละแผนกนั้นจะมีจำนวน 1 เครื่องเท่านั้น ซึ่งมีหน้าที่รับภาระงานเข้ามาและตรวจสอบหาค่าผลรวมของเวลาในคิวต่างๆของเครื่องจักรที่อยู่ในแผนกนั้นๆ เพื่อนำภาระงานที่เข้ามาใหม่กระจายไปสู่คิวที่มีค่าผลรวมเวลาในกระทำงานน้อยที่สุดตามค่า *CS*argmin*

ในภาพรวมของโมเดลข้างต้นมีค่าของเวลาที่ใช้ในการทำงานร่วมกันกับเครื่องจักรที่อยู่ในแต่ละแผนกซึ่งเมื่อมีงานที่ถูกนำเข้ามาสู่ตัวกระจายแล้ว ตัวกระจายจะทำการตัดสินใจควรนำเอาภาระงานเข้าไปที่เครื่องจักรตัวใด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีฟังก์ชันที่ทำการคำนวนค่าเวลาของคิวที่อยู่ในแต่ละแผนกสามารถเขียนในรูปแบบของการรวมกลุ่มซึ่งนำค่าของเวลาที่ใช้ในการทำงานร่วมกับเครื่องจักรโดยกำหนดให้ $V(\tau(q_{i,j}))$ ซึ่งเป็นค่าของเวลาที่อยู่ในคิว $q_{i,j}$ จะได้ค่าตามที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น คือ *CS*argmin* คือค่าของกลุ่มที่ใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุด สามารถคำนวนได้จากสมการที่ 2 และ สมการที่ 3

$$\tau(q_{i,j}) = \sum_{p_{t_k,id} \in q_{i,j}} p_{t_k,id} \qquad (2)$$

$$CS = q_{i,j} \qquad (3)$$
$$V_{cs} = \tau(q_{i,j}) = \sum_{p_{t_k,id} \in q_{i,j}} p_{t_k,id}$$
$$CS^* = argmin\, \tau(q_{i,j})$$

5. ทดสอบตัวต้นแบบ

5.1 สภาพแวดล้อมของการทดสอบ

ในการทดลองผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลของแผนก (m) จำนวน 5 แผนก เครื่องจักร (n) ที่อยู่ในแต่ละแผนกจำนวน 7 เครื่อง จำนวนชนิดงาน 15 ชนิด ภาระงานกว่า 1193 จำนวนของกระบวนการกว่า 5965 กระบวนการ ทดลองอัลกอริทึมด้วยคอมพิวเตอร์ Intel® Core™ i5 3.30GHz 8.00GB of Ram ฟังก์ชันตั้งค่าเวลาของตัวกระจายงานกำหนดค่าเป็น (*avgtime6000millisec* ± *range1000millisec*) ครั้งละ 20 ภาระงาน ฟังก์ชันเวลาการทำงานของเครื่องจักรกำหนด (*avgtime6000millisec* ± *range5000millisec*) ฟังก์ชันเวลาของภาระงานที่มีผลโดยตรงกับเวลาทำงานของเครื่องจักร (*avgtime2000millisec* ± *range1000millisec*) การทดสอบนั้นจะเปรียบเทียบระหว่างการจัดสรรงานโดยวิธี *Task Allocation Coalition Structure search* (*TACSs*) ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นและ *Oder-Based Genetic Algorithm* (*OBGA*) [10] โดยใช้สภาพแวดล้อมเดียวกันเพื่อหาผลต่างของเวลาที่เกิดขึ้น

5.2 ผลทดสอบ

การทดสอบตัวต้นแบบนั้นภาระงานถูกป้อนงานโดยตัวกระจายภาระงานโดยในตารางที่ 5 ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของภาระงานแต่ละชิ้นที่ทำงานในแต่แผนกจนสิ้นสุดกระบวนการ จากข้อมูลการทดลองนี้จำนวนแผนกทั้งหมดมี 5 แผนก ตัวอย่างเช่น งานชนิดที่ 1 งานทั้งหมด 20 งาน ผ่านการทำงานในเครื่องจักรเท่ากับ 20 x 5 = 100 งาน การทำงานของภาระงาน : ต่อชิ้นผ่านเครื่องจักรในแต่ละแผนกใช้เวลาโดยเฉลี่ย 4.04 และ 6.671 วินาที

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาของงานแต่ละชนิด

Type	*Task*	*Sum Task*	*TACS(sec)*	*OBGA(sec)*
1	20	100	4.04	6.671
2	25	125	4.048	6.58
3	15	75	3.9733	5.212
4	35	175	3.88	4.91
5	61	305	3.918	5.124
6	55	275	3.9273	5.3156
7	150	750	3.8973	5.152
8	200	1000	3.979	4.941
9	31	155	4.2065	5.5321
10	99	495	3.8586	5.388
11	56	280	3.8571	5.313
12	99	495	3.8828	5.173
13	96	480	3.8729	5.04
14	50	250	3.868	5.424
15	201	1005	3.9373	5.521
AVG			**3.943073333**	**5.41978**

** Type = ชนิดของภาระงาน, Task = จำนวนของงาน, Sum Task = จำนวนของภาระงาน x จำนวนแผนก, TACS = ค่าเฉลี่ยเวลาของภาระงานแต่ละชนิด: ชิ้นโดยใช้ TACS, OBGA = ค่าเฉลี่ยเวลาของภาระงานแต่ละชนิด: ชิ้นโดยใช้ OBGA;*

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบของ TACSs และ OBGA พบว่าค่าเฉลี่ยของภาระงานทั้ง 15 ชนิด TACSs ใช้เวลาในการทำงานในแผนกต่างๆได้ดีกว่า OBGA โดยหาค่าเฉลี่ยรวมจากค่าของภาระงานทุกชนิด อัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นทำงานได้ดีกว่าเฉลี่ย 1.476706667 วินาที

ตารางที่ 3: ผลรวมเวลาเฉลี่ยของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในแต่ละแผนก

Step	*M1*	*M2*	*M3*	*M4*	*M5*	*M6*	*M7*
1	3.76	3.59	3.31	3.30	3.48	3.78	3.59
2	4.59	4.75	4.41	4.50	4.57	4.70	4.49
3	3.06	3.05	3.09	3.32	2.95	2.96	2.79
4	4.17	3.87	4.16	4.00	3.99	4.27	3.74
5	3.21	3.50	6.43	5.94	5.77	3.03	5.21
Sum	***18.79***	***18.76***	***21.4***	***21.06***	***20.76***	***18.74***	***19.82***

** Step = แผนก, M = เครื่องจักร;*

ตารางที่ 3 บอกถึงเวลาเฉลี่ยของเครื่องจักรที่ทำงานอยู่ในแต่ละแผนก ซึ่งภาระงานแต่ละชิ้นจะไหลผ่านเครื่องจักรเหล่านี้ และใช้เวลาเฉลี่ยต่อชิ้น เช่น แผนกที่ 1 เครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรตัวนี้ใช้เวลาในการประมวลผลต่อชิ้นเวลาเฉลี่ย 3.76 วินาที

จากผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่าเครื่อง *M3* มีผลรวมของเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 21.4 วินาที และเครื่อง *M6* มีผลรวมของเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 18.74 วินาที พิจารณาระหว่าง *M3* และ *M6* พบว่า *M6* ใช้เวลาน้อยที่สุดในการประมวลผลภาระงาน ดังนั้น *M6* เป็นเครื่องจักรที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการกระจายภาระงานมากที่สุด และ *M3* เป็นเครื่องจักรที่มีสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการกระจายภาระงานน้อยที่สุด ทั้งนี้ ในตางรางที่ 3 เป็นการหาโซลูชั่นที่ดีที่สุดไปจนถึงโซลูชั่นที่แย่ที่สุดของสภาพแวดล้อมในการกระจายภาระงานเข้าสู่เครื่องจักรต่างๆ

6. สรุปผลการทดสอบ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึม TACS โดยยึดเอาหลัก OCS มาใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดสรรภาระงานเข้าสู่กระบวนการทำงานโดยเปรียบเทียบกับ OBGA ผลการทดลองในแง่ของเวลาพบว่า TACS ทำงานได้ดีกว่า OBGA และยังได้มีการหาโซลูชั่นที่ดีที่สุดจนถึงโซลูชั่นแย่ที่สุดที่เกิดขึ้นในการกระจายภาระงาน เพื่อที่จะทำให้ใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่าที่สุด ทำให้เกิดการจัดสรรภาระงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการดำเนินกระบวนการ

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ส่วนการพัฒนาต่อนั้นผู้วิจัยจะทำการเพิ่มส่วนติดต่อกับผู้ใช้และพัฒนาตัวต้นแบบต่อยอด เพื่อจำลองเหตุการณ์จริงจนสามารถนำไปใช้กับสภาพแวดล้อมการทำงานจริงได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยและผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] M. D'Inverno, and M. Luck, *Understanding Agent Systems*, 1 ed.: Springer-Verlag, 2001.

[2] M. Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, 2 ed.: Wiley, 2009.

[3] G. Weiss, *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*: The MIT Press, 2000

[4] J. M. Bradshaw, *Software Agents*: AAAI Press, 1997.

[5] F. L. Bellifemine, G. Caire, and D. Greenwood, *Developing Multi-Agent Systems with JADE*, 1 ed.: Wiley, 2007.

[6] Y. Shoham, and K. Leyton-Brown, *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations - Chapter* 2 *INTELLIGENT AGENTS*: Cambridge University Press, 2008.

[7] R. H. Bordini, J. F. Hübner, and M. Wooldridge, *Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason*, 1 ed.: Wiley-Interscience, 2007.

[8] P. D. Straffin, *Game Theory and Strategy*: The Mathematical Association of America, 1993.

[9] T. Sandholm, K. Larson, M. Andersson *et al.*, "Coalition structure generation with worst case guarantees," *Artif. Intell.,* vol. 111, no. 1-2, pp. 209-238, 1999.

[10] S. Sen, and P. S. Dutta, "Searching for optimal coalition structures." pp. 287-292, 2000.

[11] T. Michalak, A. Dowell, P. McBurney *et al.*, "Optimal Coalition Structure Generation In Partition Function Games," in Proceedings of the 2008 conference on ECAI 2008: 18th European Conference on Artificial Intelligence, 2008, pp. 388-392.

[12] C. Sombattheera, and A. Ghose, "A pruning-based algorithm for computing optimal coalition structures in linear production domains," in Proceedings of the 19th international conference on Advances in Artificial Intelligence: Canadian Society for Computational Studies of Intelligence, Québec City, Québec, Canada, 2006, pp. 13-24.

Click2Enforce: โปรแกรมส่วนขยายของเบราว์เซอร์ เพื่อป้องกันการโจมตีจากการเปลือยเอสเอสแอล
Click2Enforce: a Browser Extension to Protect against SSL Stripping Attacks

อภิรักษ์ ทูลธรรม (Apirak Toolthamm)[1] และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ (Somnuk Puangpronpitag)[2]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]apirak@isan.msu.ac.th, [2]somnuk.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การโจมตี HTTPS (SSL on HTTP) ด้วยเทคนิคการเปลือยเอสเอสแอลถูกนำเสนอตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 จนถึงเวลานี้ เทคนิคดังกล่าวยังคงเป็นภัยคุกคามร้ายแรงต่อการใช้งานโปรแกรมประยุกต์เว็บ เช่น อี-คอมเมิร์ซ ธนาคารออนไลน์ เว็บเมล์ และเว็บไซต์อื่น ๆ อยู่ ซึ่งมีการศึกษาหลายครั้งก่อนหน้านี้ได้ทำการประเมินและแก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามแนวทางการแก้ไขปัญหาเกือบทั้งหมดยังคงขาดประสิทธิภาพ บางวิธีก็มีความซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้ใช้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหารูปแบบใหม่ คือ Click2Enforce ซึ่งเป็นโปรแกรมส่วนขยายที่ทำงานบนเบราว์เซอร์ จากการทดลองพบว่า Click2Enforce สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ในการแก้ปัญหาการโจมตี

คำสำคัญ: การโจมตีโปรแกรมประยุกต์เว็บ การเปลือยเอสเอสแอล การโจมตีแบบแทรกกลางการสื่อสาร เอชทีทีพี เอสเอสแอล

Abstract

The SSL stripping technique has been proposed since 2009 to attack HTTPS (SSL on HTTP). Till now, this technique is still a serious threat to web applications (such as e-commerce, online banking, webmail and so on). Several previous studies have done to evaluate and fix the problems. However, almost all previous solutions are ineffective; some are too complex for users to collaborate. Hence, this paper proposes a new solution as a browser extension program (named Click2Enforce). From the experiments, Click2Enforce can be effective and very user friendly in tackling the problem.

Keyword: Web Application Attack, SSL Stripping, Man in the Middle Attack, HTTPS, SSL

1. บทนำ

การโจมตีโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web Application) ด้วยเทคนิคการเปลือยเอสเอสแอล (SSL Stripping Attack) เป็นภัยคุกคามที่มีความน่าสะพรึงกลัว เนื่องมาจากการโจมตีไม่ได้ถูกจำกัดบนแค่แพลตฟอร์มที่เป็น PC Desktop หรือ Notebook เท่านั้น แต่สามารถกระทำการโจมตีไปยังอุปกรณ์อื่น อย่างเช่น Tablet และ Smartphone ได้

SSL Stripping Attack เป็นปัญหาที่เกิดคดีความและความเสียหายขึ้นจริงบนระบบ Online Banking ทั่วโลก ซึ่งพบว่าแม้ผู้ให้บริการจะนำเอาระบบยืนยันตัวตนแบบสองปัจจัย (Two-factor Authentications) อย่าง SMS One-time Password มาใช้ร่วมกับรหัสผ่านหลักเพื่อป้องกันการโจมตี แต่ก็ยังพบว่ามีการนำเทคนิคที่อาศัย Trojan Horse ชื่อ Zeus หรือ Zbot [1] มาใช้ร่วมกับ SSL Stripping Attack ในการจู่โจมระบบจนประสบความสำเร็จ โดยมีกรณีที่แฮ็กเกอร์ทำการโจมตีระบบ Online Banking ของธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่งในประเทศไทยด้วยเทคนิคดังกล่าวมาแล้ว

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งทำการศึกษาและประเมินถึงปัญหาการถูกจู่โจมด้วย SSL Stripping Attack นั้น ได้เผยให้เห็นถึงความจริงที่น่ากลัวว่า การโจมตีด้วยเทคนิควิธีดังกล่าวนี้ แม้ว่าโปรแกรมประยุกต์เว็บเหล่านั้นจะได้รับการปกป้องด้วย SSL และใช้เทคนิคการป้องกันรูปแบบอื่นอย่างเช่นการเข้ารหัสข้อมูล (Message Encryption) เข้าร่วมก็ยังอาจเกิดปัญหาการโจมตีขึ้นได้ หรือแม้แต่รูปแบบของการใช้งาน SSL ในลักษณะต่างๆ เช่น การใช้ SSL ตลอดขบวนการรับส่งข้อมูล การใช้

SSL เฉพาะช่วงเวลา Login เข้าสู่ระบบ หรือการใช้ SSL เพื่อรับส่งข้อมูลอยู่เบื้องหลัง รวมถึงความแตกต่างทางด้านแพลตฟอร์มของฮาร์ดแวร์ เว็บเบราว์เซอร์ และแม้กระทั่งระบบปฏิบัติการ ก็ไม่อาจสกัดกั้นพลังจู่โจมของเทคนิคการโจมตีรูปแบบนี้ได้ อีกทั้งปัญหาการโจมตีด้วย SSL Stripping Attack ที่เว็บเบราว์เซอร์ไม่สามารถตรวจสอบและแจ้งเตือนการถูกโจมตีได้ ซึ่งปัจจุบัน (มีนาคม ปี ค.ศ. 2013) การโจมตีด้วยเทคนิควิธีดังกล่าวยังคงเป็นปัญหาวิกฤติต่อระบบให้บริการของโปรแกรมประยุกต์เว็บที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

ที่ผ่านมามีการศึกษาและเสนอวิธีแก้ไขปัญหานี้มาหลายครั้ง แต่วิธีการที่ถูกเสนอก่อนหน้านี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่ เช่น ความยุ่งยากในการใช้งาน ไม่สามารถปรับระบบป้องกันเพื่อให้ใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์เว็บเดิมได้ การไม่รองรับกับแพลตฟอร์มที่หลากหลาย และขาดประสิทธิภาพการป้องกัน

งานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการป้องกันโปรแกรมประยุกต์เว็บจากการโจมตีด้วย SSL Stripping Attack รูปแบบใหม่ที่ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพในการป้องกันที่ดีขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Secure Socket Layer

Secure Socket Layer Protocol (SSL) หรือมาตรฐานของ IETF ใน RFC 5246 คือ Transport Layer Security (TLS) [2] เป็นโพรโทคอลที่ใช้เข้ารหัสการรับส่งข้อมูล รวมถึงการพิสูจน์ตัวตนในการสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนท์ ทำให้การสื่อสารผ่านเว็บไซต์มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่ง SSL ทำงานอยู่ในระดับ Transport Layer จึงไม่ถูกจำกัดการใช้เฉพาะในโปรแกรมประยุกต์เว็บเท่านั้น แต่ในโพรโทคอลอื่นๆ อย่าง IMAP, POP3, LDAP, Telnet (SSH) และ FTP ก็สามารถใช้ SSL เพื่อสร้างความปลอดภัยให้แก่การบริการได้

2.2 SSL Stripping Attack

การโจมตีด้วยการเปลือยเอสเอสแอล (SSL Stripping Attack) เป็นวิธีที่ถูกเสนอขึ้นเพื่อโจมตีโปรแกรมประยุกต์เว็บที่ทำงานบน HTTPS โดยอาศัยช่องโหว่ที่เว็บเบราว์เซอร์ไม่สามารถตรวจสอบและกำหนดรูปแบบการสื่อสารบน HTTPS กับเว็บเซิร์ฟเวอร์ ถูกสาธิตครั้งแรกใน Blackhat Conference เมื่อปี ค.ศ. 2009 โดย Marlinspike [3] โดยใช้ SSL Strip เป็นโปรแกรมจู่โจม ถูกพัฒนาจาก Python Script ซึ่งติดตั้งไว้ใน Backtrack Linux ที่กลุ่มผู้เชี่ยวทางด้านระบบเครือข่ายนำไปใช้ในงานด้านการทดสอบและประเมินความมั่นคงของระบบ

การทำงานของ SSL Stripping Attack นั้น อาศัยการโจมตีแบบแทรกกลางการสื่อสาร (Man in the Middle: MITM) ร่วมกับการเปลือย SSL ควบคู่กัน เมื่อโจมตีโปรแกรมประยุกต์เว็บที่ทำงานบน HTTPS แล้ว เว็บเบราว์เซอร์ของเครื่องเป้าหมายจะถูกเปลือย SSL ออก และถูกบังคับให้ใช้ HTTP ในการสื่อสารแทน ส่งผลให้ข้อมูลที่เคยถูกปกป้องโดย SSL ถูกดักจับได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิรักษ์ ทูลธรรม และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ [4] ได้ทำการประเมินปัญหาของการจู่โจมด้วยการเปลือยเอสเอสแอล โดยทำการทดสอบบนแพลตฟอร์มที่มีความหลากหลายของฮาร์ดแวร์ เว็บเบราว์เซอร์ และระบบปฏิบัติการ พบว่าแม้โปรแกรมประยุกต์เว็บจะถูกใช้งานบนแพลตฟอร์มที่แตกต่างกัน หรือมีการใช้ SSL ร่วมกับการป้องกันรูปแบบอื่นใดก็ตาม ระบบการให้บริการของโปรแกรมประยุกต์เว็บเหล่านั้นก็ยังสามารถถูกโจมตีด้วยวิธี SSL Stripping Attack ได้

ในอดีตที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาและออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา SSL Stripping Attack ดังต่อไปนี้

Nikiforakis และคณะ [5] ได้เสนอ HProxy เพื่อป้องกัน MITM และ SSL Stripping Attack โดยติดตั้งระบบจัดเก็บประวัติการใช้งานเว็บไซต์เพื่อตรวจสอบว่ากำลังใช้งานอยู่บน HTTPS ที่ปลอดภัยหรือไม่ โดยแสดงผลแจ้งเตือนบนเว็บเบราว์เซอร์ และต้องติดตั้ง Client-side Proxy และ JavaScript ที่กำหนดการทำงานไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ด้วย ระบบนี้สามารถตรวจสอบการโจมตีได้เท่านั้น ซึ่งบางครั้งพบว่าระบบไม่ทำการแจ้งเตือนในขณะที่เว็บไซต์กำลังถูกโจมตีอยู่ (False Negative)

Fung และคณะ [6] ได้เสนอ SSLock เป็นข้อเสนอวิธีการบังคับใช้ SSL โดยแบ่ง Domain Name ที่ใช้งาน SSL และกำหนดรูปแบบการตอบกลับ HTTP Header ชื่อ SSLock-Candidates พร้อมกับ JavaScript ที่ใช้อ่าน HTTP Header ซึ่งในเว็บเบราว์เซอร์จะเปลี่ยนเป็น Domain Name ใหม่ที่อยู่บน HTTPS และส่งคำขอไปที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ แต่มีข้อเสียในด้านมาตรฐานในการพัฒนาระบบ และทำได้เพียงแค่การตรวจสอบ

Fung และคณะ [7] ได้เสนอ HTTPSLock เป็นข้อเสนอการบังคับใช้งาน HTTPS ที่มีการใช้งานใบรับรองที่ถูกต้อง (Valid Certificate) ด้วย JavaScript หากเว็บไซต์ที่ใช้งานอยู่มีสถานะการใช้งานใบรับรองที่ไม่ถูกต้อง (Invalid Certificate) ระบบจะไม่อนุญาตให้ใช้งานได้ และกรณีมีการใช้งานใบรับรองที่ถูกต้อง แต่ขณะใช้งานพบว่าอยู่บน HTTP ก็จะแสดงผลว่าการใช้งานมีความเสี่ยง ซึ่งวิธีนี้ทำได้แค่ตรวจสอบการโจมตี

Shin และ Lopes [8] ได้เสนอ SSLight เพื่อใช้การสังเกตในการตรวจสอบ พัฒนาเป็น Browser Extension บน Google Chrome ซึ่งแสดงการแจ้งเตือนด้วยสีใน Login Form โดยสีแดงจะหมายถึงไม่ปลอดภัย สีเหลืองหมายถึงระมัดระวัง และสีเขียวหมายถึงปลอดภัย แต่ระบบทำได้เพียงแค่การแจ้งเตือนการโจมตีเท่านั้น อีกทั้งไม่รองรับกับทุกเว็บเบราว์เซอร์

Hodges และคณะ [9] ได้เสนอ HTTP Strict Transport Security (HSTS) ซึ่ง IETF กำหนดเป็นมาตรฐาน RFC 6797 เพื่อแก้ไขปัญหา SSL Stripping Attack โดยกำหนดให้เว็บเบราว์เซอร์ทำการบังคับใช้ HTTPS ตามที่ถูกระบบกำหนดไว้ แต่ระบบนี้รองรับเพียง Google Chrome และ Mozilla Firefox เท่านั้น และจำกัดเฉพาะเว็บไซต์ที่อยู่ใน HSTS List จึงทำให้การใช้งานเว็บไซต์อื่นไม่สะดวก เพราะต้องมากำหนดค่าใหม่ด้วยตนเอง

ณัฐวุฒิ ศรีวิบูลย์ และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ [10] ได้เสนอการแก้ไขปัญหาการโจมตีเว็บไซต์บน HTTPS โดยเก็บรายชื่อเว็บไซต์ไว้ใน Bookmark ของเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อแก้ปัญหาความไม่สะดวกในใช้งาน และปัญหาการไม่รองรับทุกเว็บเบราว์เซอร์ แต่มีข้อเสียคือ ความยุ่งยากในการบันทึก URL ลงใน Bookmark ใหม่ทุกครั้ง เมื่อมีการใช้งานเว็บไซต์ที่ไม่เคยถูกบันทึก และหากใช้งานเว็บเบราว์เซอร์หลายโปรแกรมก็จะต้องทำการเพิ่มข้อมูลลงในทุกโปรแกรมด้วย

Puangpronpitag และ Sriwiboon [11] ได้เสนอ ISAN-HTTPS Enforcer ที่พัฒนาโดย JavaScript ซึ่งสามารถทำงานได้กับทุกเว็บเบราว์เซอร์โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนหรือติดตั้ง Plug-in เพิ่ม สามารถใช้งานได้กับ Platform ที่มีความหลากหลาย แต่มีข้อเสียที่ Overhead ของ Response ที่ใช้ประมวลผล JavaScript และ SSL Stripping Attack สามารถแก้ไข Code เพื่อทำการปลด Tag ที่ใช้ในการป้องกันออกได้

ACIS Professional Center [12] พัฒนา SSLStrip Guard ซึ่งเป็น Application บน Android และ IOS เพื่อตรวจสอบการถูก SSL Stripping Attack ในเครือข่ายไร้สาย โดยติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ SSL ที่กำหนด ไว้เพื่อตรวจสอบการสื่อสารว่าอยู่บน HTTPS หรือไม่ แล้วแจ้งเตือนผลให้ทราบ แต่เป็นแค่การตรวจสอบการโจมตี ซึ่งจะต้องตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง และการทำงานมีการเรียกใช้งาน HTML และ JavaScript ซึ่งในการโจมตีหากแฮ็กเกอร์ปรับแก้ Python Script ของ SSL Strip เพียงเล็กน้อยก็สามารถ Bypass การป้องกันได้

จากแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ถูกนำเสนอมาพบว่า HProxy, SSLock, HTTPSLock, SSLight และ SSLStrip-Guard ทำได้เพียงแค่การตรวจสอบแล้วแจ้งเตือนการถูกโจมตีให้กับผู้ใช้ทราบ โดยมีเพียง Bookmark, HSTS และ ISAN-HTTPS Enforcer เท่านั้นที่สามารถป้องกันการโจมตี SSL ได้ แต่วิธีดังกล่าวเหล่านี้ต่างยังมีข้อบกพร่องอยู่ เช่น ความยุ่งยากในการใช้งาน การป้องกันไม่ได้ผลจริง การป้องกันทำได้ในแค่ระดับของ Script Kiddies เท่านั้น การป้องกันไม่สามารถปรับใช้งานกับเว็บไซต์เดิมได้ การไม่รองรับกับแพลตฟอร์มอื่นที่หลากหลาย และขาดประสิทธิภาพการป้องกัน

3. ระบบป้องกันการโจมตี SSL รูปแบบใหม่

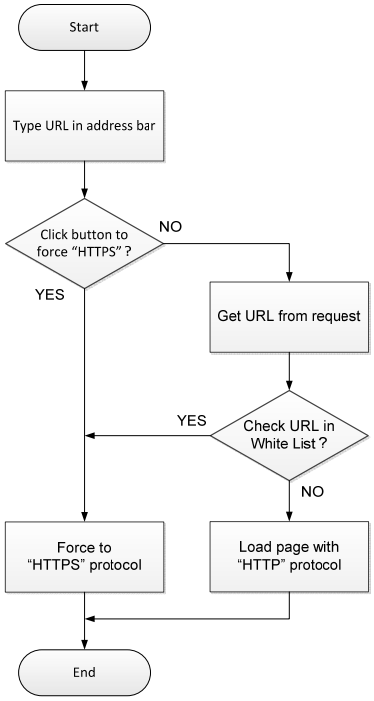
การทำงานของระบบโปรแกรมประยุกต์เว็บที่มีความปลอดภัยนั้น ระบบจำเป็นจะต้องมีการสื่อสารอยู่บนโพรโทคอล HTTPS เนื่องจากสามารถป้องกันการโจมตีได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งการโจมตีแบบแทรกกลางการสื่อสาร การโจมตีด้วยเทคนิค SSL Sniffing Attack และ SSL Stripping Attack

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวคิดของอัลกอริธึมในการออกแบบระบบป้องกันการโจมตี SSL ซึ่งสามารถนำอัลกอริธึมนี้ไปประยุกต์เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการป้องกันการโจมตี SSL บนเว็บเบราว์เซอร์อื่นได้ต่อไป โดยในการพัฒนาระบบการป้องกันซึ่งเป็นต้นแบบ (Prototype) นี้ ได้เลือก Google Chrome มาเป็นเว็บเบราว์เซอร์ต้นแบบ

3.1 แนวความคิดในการพัฒนาระบบ

ด้วยรูปแบบของ SSL Stripping Attack มีพฤติกรรมการโจมตีในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงโพรโทคอลในการสื่อสารจาก HTTPS เป็น HTTP ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบ

ป้องกันที่เว็บเบราว์เซอร์สามารถบังคับการใช้โพรโทคอล HTTPS ในการสื่อสาร โดยมีแนวคิด คือ เมื่อผู้ใช้ทำการพิมพ์ URL บน Address Bar ของเว็บเบราว์เซอร์แล้วทำการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ หากพบว่าโพรโทคอลที่ใช้ในขณะนั้นเป็น HTTP ไม่ใช่ HTTPS ที่ปลอดภัย ผู้ใช้สามารถบังคับใช้ HTTPS ได้โดยการคลิกที่ปุ่มไอคอนของระบบป้องกัน หรือกรณีหากยังไม่มีการคลิกปุ่ม แต่ระบบป้องกันตรวจสอบพบว่า URL ดังกล่าวถูกบรรจุอยู่ในรายชื่อเว็บไซต์ที่ต้องการป้องกัน (White List) ระบบป้องกันก็จะบังคับใช้โพรโทคอล HTTPS ให้โดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: Flow Diagram ของระบบป้องกัน

3.2 การพัฒนาระบบป้องกันการโจมตี

จากการทำงานของ Flow Diagram ที่เป็นแนวคิดในการออกแบบจึงนำมาสู่อัลกอริธึมของระบบการป้องกันการโจมตี โดยแบ่งขบวนการทำงานออกเป็นสองส่วนสำคัญ คือ ส่วนแรกเป็นการป้องกันการโจมตีโดยผู้ใช้ต้องทำการคลิกที่ปุ่มด้วยตนเอง (Manual Type) และส่วนที่สองจะเป็นการอ่านค่าของ URL แล้วนำมาเปรียบเทียบกับรายชื่อเว็บไซต์ที่ถูกบันทึกเอาไว้ (ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มข้อมูลได้เอง) หากตรงกันก็จะทำการป้องกันให้ทันทีโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องคลิกที่ปุ่ม (Automatic Type) ซึ่งอัลกอริธึมของการทำงานแสดงไว้ดังภาพที่ 2

```
1  url = get(address bar);
2  HTTPS = url.replace('http:','https:');
3  browserAction.onClicked.addListener(function(tab) {
4        HTTPSTab = HTTPS.get(tab.url);
5        tabs.update(tab.id, {url: HTTPSTab});
6  });
7
8  localStorage[installed]
9  badRequest = 0;
10
11 webRequest.onBeforeRequest.addListener(function(details) {
12       if (details.requestId == badRequest) return;
13       if (details.method.toLowerCase() != "get") return;
14       regex = http://(\w+);
15       return { "redirectUrl": details.url.replace(regex, 'https://$1') };
16 }, { "urls": whitelist }, [ "blocking" ]);
17
18 webRequest.onBeforeRequest.addListener(function(details) {
19       if (details.requestId == badRequest) return;
20       if (details.method.toLowerCase() != "get") return;
21       urlWk = details.url;
22       for (var i in patterns) urlWk = urlWk.replace(patterns[i][0], patterns[i][1]);
23       if (urlWk != details.url) return {"redirectUrl":urlWk};},{"urls":['http://*/*']},["blocking"]);
24
25 webRequest.onBeforeRedirect.addListener(function(details) {
26       if (details.redirectUrl.indexOf('http:') == 0)
27             badRequest = details.requestId;},{'urls': [ 'https://*/*'] });
```

ภาพที่ 2: อัลกอริธึมการทำงานของ Click2Enforce

ด้วยอัลกอริธึมที่เป็นต้นแบบของแนวคิดในการพัฒนา Click2Enforce จึงถูกพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมส่วนขยายของเว็บเบราว์เซอร์ (Browser Extension) บน Google Chrome ด้วยภาษา HTML 5, JavaScript และ CSS ซึ่งประกอบไปด้วยไฟล์ต่างๆ ดังนี้

1) manifest.json ใช้กำหนดรายละเอียดของการพัฒนาและค่าเริ่มต้นของโปรแกรม

2) background.html ใช้เพื่อทำการเรียกใช้งาน JavaScript ในไฟล์ background.js

3) background.js หลังจากถูกเรียกใช้งานแล้วจะคอยทำงานอยู่เบื้องหลัง (Background Process) เพื่อป้องกันระบบ

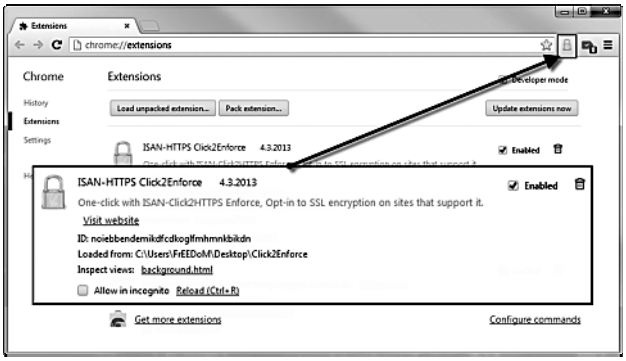
4) preload.js ใช้กำหนดรูปแบบของ URL และเก็บบันทึกรายชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการทำการป้องกันการโจมตี

5) icon.png ใช้เป็นภาพของปุ่มกดบนเว็บเบราว์เซอร์

หลังจากทำการสร้างไฟล์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดครบถ้วนแล้วจึงทำการรวมไฟล์เข้าด้วยกัน (Pack Extension) ซึ่งจะได้เป็นไฟล์นามสกุล .crx สำหรับใช้ติดตั้งบนเบราว์เซอร์ต่อไป

4. การทดสอบระบบป้องกันที่ถูกพัฒนาขึ้น

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ Click2Enforce นั้นจะทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเว็บไซต์จำนวน 20 เว็บไซต์ จากระบบให้บริการ Online Banking, Web Mail และ Social Network ที่เป็นที่นิยมและเป็นเป้าหมายของการโจมตี ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 3: Click2Enforce ที่ถูกติดตั้งบน Google Chrome

ตารางที่ 1: เว็บไซต์ที่ใช้ประเมินปัญหาการใช้งาน SSL

Website	URL
ธ.กรุงเทพ	ibanking.bangkokbank.com
ธ.กรุงไทย	www.ktbonline.ktb.co.th
ธ.กรุงศรีอยุธยา	www.krungsrionline.com
ธ.กสิกรไทย	online.kasikornbankgroup.com
ธ.เกียรตินาคิน	ebanking.kiatnakin.co.th
ธ.ซิตี้แบงก์	www.citibank.co.th
ธ.ซีไอเอ็มบี ไทย	www.cimbclicks.in.th/ibkthai
ธ.ทหารไทย	www.tmbdirect.com
ธ.ทิสโก้	www.tisco.co.th
ธ.ไทยพาณิชย์	www.scbeasy.com
ธ.ธนชาต	retailib.thanachartbank.co.th
Citi Group	online.citibank.com
Standard Chartered	online-banking.standard chartered.co.th
Paypal	paypal.com/th
Paysbuy	www.paysbuy.com
Yahoo!mail	login.yahoo.com
Gmail	www.gmail.com
Hotmail	www.hotmail.com
Facebook	www.facebook
Twitter	twitter.com

หมายเหตุ: ด้วยข้อจรรยาบรรณแล้ว ในการทดลองนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการเจาะเข้าไปในระบบการให้บริการของเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ แต่เป็นเพียงการทดสอบดักจับข้อมูลในระหว่างการสื่อสารเท่านั้น การทดลองจึงไม่ได้ใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านจริง

โดยการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ Click2Enforce จะทำการเปรียบเทียบกับระบบ HSTS ที่เป็นระบบการป้องกันการโจมตี SSL ซึ่งได้รับการยอมรับในระดับสากล

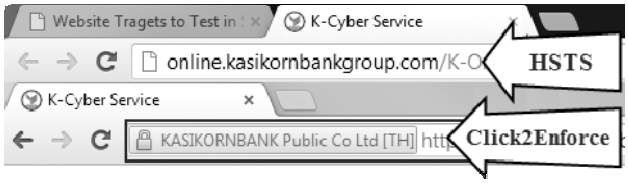
ในการทดสอบนั้นได้กำหนดเกณฑ์การประเมินไว้ 2 ด้าน คือ ประสิทธิภาพการป้องกันการโจมตี และประสิทธิภาพในการใช้งาน

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันการโจมตี

การทดสอบโจมตีกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดประสิทธิภาพของ Click2Enforce เทียบกับ HSTS พบว่าระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเหนือกว่าระบบ HSTS เนื่องจาก HSTS สามารถทำการป้องกันการโจมตีได้เพียง 5 จากทั้งหมด 20 เว็บไซต์ โดยที่เป็นการป้องกันที่แท้จริงจาก HSTS มีเพียง 3 เว็บไซต์ ส่วนอีก 2 เว็บไซต์นั้น เกิดจากความผิดพลาดของการ Redirection เพื่อกลับไปใช้ HTTPS อีกครั้ง จนเกิดเป็นวงรอบของลูปที่ไม่รู้จบ จนกลายเป็นการปฏิเสธการให้บริการ (Denial of Service: DoS) ในที่สุด ซึ่งผลการทดสอบสรุปไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันการโจมตี

Solution	Number of site to protected
HSTS	5
Click2Enforce	20



ภาพที่ 4: ผลการทดสอบการใช้ Click2Enforce และ HSTS

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน

การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานนั้น จะใช้วิธี KLM (Keystroke-level Model) ทดสอบด้วยการกำหนดชื่อเว็บไซต์ facebook.com ซึ่งไม่อยู่ใน White List ของ Click2Enforce และ HSTS โดยเริ่มการทดสอบตั้งแต่ขบวนการป้อนข้อมูลในเว็บเบราว์เซอร์เพื่อกำหนดค่าให้กับระบบป้องกัน และสิ้นสุดการทดลองเมื่อเรียกใช้งานเว็บไซต์แล้วระบบดังกล่าวสามารถทำการป้องกันเว็บไซต์ที่กำหนดได้ ผลของการทดสอบแสดงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ บนเว็บเบราว์เซอร์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานด้วยวิธี KLM

Solution	Total Time (Second)
HSTS	13.17
Click2Enforce	4.2

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานด้วยวิธี KLM พบว่าเวลาที่ใช้ใน Click2Enforce ที่ถูกพัฒนาขึ้น น้อยกว่าระบบ HSTS แสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้ใช้ต้องการความปลอดภัยในการใช้งานโปรแกรมประยุกต์เว็บโดยใช้วิธีการป้องกันที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ จะมีความสะดวก และง่ายในการเข้าถึงการทำงานกว่า

5. สรุปผลการวิจัย

การเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา SSL Stripping Attack ในงานวิจัยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นเพียงแค่การตรวจสอบแต่ไม่ใช่การป้องกันการโจมตี ซึ่งพบปัญหาในด้านประสิทธิภาพของการป้องกัน ปัญหาความไม่สะดวกในการใช้งาน หรือปัญหาในการปรับปรุงระบบป้องกันเพื่อให้เข้ากับการทำงานของเว็บไซต์เดิม ในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบป้องกันการโจมตี SSL โดยเสนอ Click2Enforce ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาในรูปแบบของ Browser Extension บน Google Chrome เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบที่จะนำไปสู่การสร้างระบบการป้องกันการโจมตีบนเว็บเบราว์เซอร์อื่นต่อไป จากผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าระบบป้องกัน Click2Enforce ที่ถูกพัฒนานี้ มีความสะดวกในการใช้และประสิทธิภาพในการป้องกันการโจมตีที่ดีขึ้น

ในอนาคตระบบการป้องกันที่พัฒนานี้จะถูกปรับปรุงให้มีความสามารถในการวิเคราะห์เว็บไซต์ที่ถูกใช้งานไปแล้วว่ามีการใช้ SSL อยู่หรือไม่ หากมีการใช้ SSL อยู่ ระบบจะทำการบันทึกเก็บไว้ในรายชื่อเว็บไซต์ที่เป็น White List เพื่อบังคับใช้ HTTPS โดยอัตโนมัติเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ดังกล่าวอีกครั้ง

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินงาน ตลอดจนอุปกรณ์เครือข่ายในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Kaspersky Lab, “ZeuS on the Hunt,” http://www.securelist .com/en/analysis/204792107/ZeuS_ on_the_Hunt, 2012.

[2] T. Dierks and E. Rescorla, “The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2,” IETF, RFC 5246, 2008.

[3] M. Marlinspike, “New Tricks For Defeating SSL In Practice,” https://www.blackhat.com/presentations/bh-dc-09/Marlinspike /BlackHat-DC-09-Marlinspike-Defeating-SSL.pdf, 2012.

[4] A. Tooltham and S. Puangpronpitag. “The Evaluation of the SSL Stripping Attack Problem,” *Proceedings of The National Conference on Computer Information Technologies*, Jan 24, 2013, Sakon Nakhon, Thailand, pp. 43-48.

[5] N. Nikiforakis, Y. Younan and W. Joosen, “HProxy: client-side detection of SSL stripping attack,” *Proceedings of the 7th international conference on Detection of intrusions, malware, and vulnerability assessment*, Jul 8-Jun 9, 2010, Bonn, Germany, pp. 200-218.

[6] A. Fung and K. Cheung, “SSLock: sustaining the trust on entities brought by SSL,” *Proceedings of the 5th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security*, Apr 13-Apr 16, 2010, Beijing, China, pp. 204-213.

[7] A. Fung and K. Cheung, “HTTPSLock: Enforcing HTTPS in Unmodified Browsers with Cached Javascript,” *Proceedings of the 4th Network and System Security*, Sep 1-Sep 3, 2010, Melbourne, Australia, pp. 269-274.

[8] D. Shin and R. Lopes, “An empirical study of visual security cues to prevent the SSL Stripping attack,” *Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference*, Dec 5-Dec 9, 2011, Orlando, Florida, pp. 287-296.

[9] J. Hodges, C. Jackson and A. Barth, “HTTP Strict Transport Security (HSTS),” IETF, RFC 6797, Nov 2012.

[10] N. Sriwiboon and S. Puangpronpitag. “Detection & Protection Mechanisms Against SSL Strip Attacks,” *Proceedings of 9th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering*, May 30-Jun 1, 2012, Bangkok, Thailand, pp. 25-30.

[11] S. Puangpronpitag and N. Sriwiboon. “Simple and Light-weight HTTPS Enforcement to Protect Against SSL Striping Attack,” *Proceedings of 4th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks*, Jun 24-Jun 27, 2012, Phuket, Thailand, pp. 229-234

[12] ACIS Professional Center, “SSLSTRIPGuard version 1.01,” April, 2012.

การปรับปรุงการจัดการกฎไฟร์วอลล์ด้วยแนวคิดการตัดสินใจแบบโดเมนเดี่ยว
Improving the Firewall Rule Management by a Single Domain Decision Concept

อธิพงศ์ คำสีลา (Atipong Khumseela)[1] สมนึก พ่วงพรพิทักษ์ (Somnuk Puangpronpitag)[2]
และ สุชาติ คุ้มมะณี (Suchart Khummanee)[3]
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]Atipong.khumseela@gmail.com, [2]somnuk.p@msu.ac.th, [3]suchart.k@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศเป็นอย่างมากจากการรณรงค์กระตุ้นและส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐ เมื่อนักท่องเที่ยวต้องการข้อมูลท่องเที่ยวส่วนใหญ่ใช้วิธีการค้นหาผ่านเว็บเสิร์ช-เอนจินอย่างกูเกิ้ล แต่ผลลัพธ์ของการค้นหาที่ได้มีจำนวนมากมีทั้งข้อมูลที่ไม่ตรงกับความต้องการหรือมีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับท่องเที่ยวปะปนอยู่และไม่ถูกจัดหมวดหมู่ท่องเที่ยวรวมถึงข้อมูลท่องเที่ยวไม่ถูกนำเสนอในเว็บไซต์เดียว ทำให้เสียเวลาในการเข้าถึงข้อมูลจากหลายเว็บไซต์เพื่อให้ได้ข้อมูลท่องเที่ยวตามต้องการทั้งหมด คือ เที่ยวที่ไหน กินที่ไหน พักที่ไหน ร้านขายของฝากที่ไหน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยตามออนโทโลจีที่ได้ออกแบบไว้เพื่อช่วยในการเข้าถึงข้อมูลท่องเที่ยวเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็วภายในเว็บไซต์เดียวและใช้ F-Measure วัดประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์นี้ ซึ่งพบว่ามีค่าความแม่นยำเท่ากับ 72.60 % ค่าความระลึกเท่ากับ 70.99 % และค่า F-Measure เท่ากับ 71.61 %

คำสำคัญ: จัดหมวดหมู่ นาอีฟเบย์ ออนโทโลจี การจัดการข้อมูล การจัดการความรู้ การเข้าถึงข้อมูล

Abstract

Through encouragement and advancement of national and international tourism campaigns by the Thai government the tourism industry plays a very important role in developing Thailand's economy. To extract tourism information most travelers rely on such Web search engines as Google, but the results are mixed with several pieces of information. Moreover, most of them are not categorized in tourism area so that users have to waste time accessing data on multiple Websites to collect the information that meets their needs, for example, attractive places, restaurants, hotels, and souvenir shops. To deal with this problem, we have used naive Bayes to cluster tourism Websites in Thailand with the help of an ontology. Consequently, the system can provide a faster way to gather tourism information in one pass. F-Measure has been used to validate the system, and the results show 72.60% for precision, 70.99% for recall, and 71.61% for F-measure.

Keyword: Classification, Naïve Bayes, Ontology, Information Management System, Knowledge Management, Information Retrieval

1. บทนำ

การท่องเที่ยวถือเป็นอุตสาหกรรมบริการที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก รวมทั้งประเทศไทย โดยมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งได้มีการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว วิธีการจัดการการท่องเที่ยวให้ขยายตัวมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียนและเป็นการกระจายรายได้ไปสู่ท้องถิ่นภายในประเทศเป็นอย่างดี อีกทั้งจากการแข่งขันจากประเทศเพื่อนบ้าน การเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ซึ่งการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้จัดกิจกรรมส่งเสริมและประชาสัมพันธ์การ

ท่องเที่ยวของประเทศไทยให้กับนักท่องเที่ยวไทยและชาวต่างประเทศอย่างต่อเนื่องผ่านทางเว็บไซต์ แผ่นพับ โทรทัศน์และสื่อต่าง ๆ อีกมากมาย ซึ่งในปี 2555 การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้จัดโครงการ “เที่ยวหัวใจใหม่ เมืองไทยยั่งยืน” โดยเจาะตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ พร้อมมุ่งรักษาคุณค่าทางการท่องเที่ยวและความประทับใจ เพื่อเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจและเร่งการฟื้นตัวหลังจากเกิดปัญหาอุทกภัยภายในประเทศและมุ่งหวังสร้างรายได้เพิ่มขึ้นอีก 9% [1] อีกทั้งการท่องเที่ยวภาคกลาง เปิดตัวโครงการ “เที่ยวภาคกลางทั้งปีไม่มีเบื่อ” เพื่อเป็นการต้อนรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนหรือ AEC ที่กำลังมาถึงในปี 2558 [2]

ปัจจุบันมีเว็บไซต์จำนวนมากที่ให้บริการค้นหาข้อมูลท่องเที่ยวหรือระบบที่ช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว แต่การที่นักท่องเที่ยวไปเที่ยวยังสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่งจำเป็นต้องรู้สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร ร้านขายของฝากหรือของที่ระลึก ร้านขายสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เทศกาลท่องเที่ยวประจำท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มักค้นหาผ่านทางเสริช์เอนจินอย่างกูเกิ้ล แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาอาจสร้างความลำบากให้แก่นักท่องเที่ยวได้ เช่น ข้อมูลที่ได้มีจำนวนมาก ข้อมูลที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการทั้งหมด ข้อมูลที่ได้ไม่ถูกจัดหมวดหมู่ไว้อย่างเหมาะสม ทำให้เสียเวลาในการคัดเลือกข้อมูลท่องเที่ยวเพื่อให้ได้ข้อมูลท่องเที่ยวที่ตรงกับความต้องการทั้งหมด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในระบบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยและวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ด้วย F-Measure โดยอธิบายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อที่ 3 ผลการดำเนินงานในหัวข้อที่ 4 และสรุปในหัวข้อที่ 5

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจำแนกหมวดหมู่เว็บเพจมีความแตกต่างจากการจำแนกหมวดหมู่เอกสารทั่วไปที่มักมีโครงสร้าง เนื้อหา และคุณลักษณะที่ชัดเจนซึ่งแตกต่างจากเว็บเพจ การเรียนรู้คุณลักษณะเพื่อจำแนกหมวดหมู่เว็บเพจนั้นอาจอาศัยเนื้อหาที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพจ แต่อาจพบว่ามีสิ่งรบกวนต่าง ๆ เช่น โฆษณา การเชื่อมโยง ขยะทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่โครงสร้างของเว็บเพจที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานอันเนื่องมากจากความผิดพลาดระหว่างการประมวลผล [3]

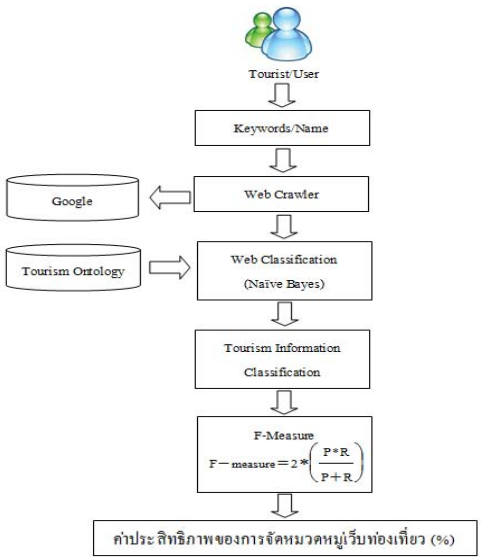
ปัจจุบันมีนักวิจัยต่าง ๆ นำเสนอแนวความคิดในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์หรือจัดกลุ่มของเอกสารออนไลน์ด้วยเทคนิคและอัลกอริทึมต่าง ๆ ดังนี้ [4] นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องในการการจัดกลุ่มเอกสารออนไลน์จำพวกข่าวออนไลน์ บล็อก อีเมล์และห้องสมุดดิจิตอล รวมถึงใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการตัดคำหยุด การแทนด้วยรากศัพท์ของคำ พบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ทำงานได้ดีในการกรองสแปม จัดกลุ่มอีเมล์ ตัวเลขและข้อมูลที่เป็นข้อความ ต้องการจำนวนข้อมูลที่ใช้เรียนรู้น้อย ง่ายต่อการพัฒนาเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่น ๆ แต่การประมวลผลภาษาธรรมชาติมีความยุ่งยาก ซับซ้อน เสียเวลาในการประมวลผล ซึ่ง [5] ก็ได้เปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริทึม LBK J48 Naïve Bayes และ OneR เพื่อจัดกลุ่มของเอกสารด้วยโปรแกรมเวก้า ซึ่งพบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์มีผลลัพธ์ดีที่สุด แต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่สามารถแสดงค่าประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบอย่างทันที ต่อมา [6] ได้นำเสนอเทคนิคการจำแนกความสนใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยใช้การทำเหมืองข้อความและออนโทโลจีเพื่อจำแนกชุดข้อความความสนใจซึ่งจำแนกออกเป็น 5 โดเมน คือ สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก การเดินทาง กิจกรรมและเทศกาล ซึ่งเก็บข้อความสนใจจากหัวข้อกระทู้และข้อความแสดงความคิดเห็นในกระทู้จากเว็บไซต์ tripadvisor.com และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ จากนั้น [7] ได้ออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ โดยใช้ข่าวออนไลน์ภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้จำนวน 200 ข่าวและจัดกลุ่มคำสำคัญที่มีความสอดคล้องกันและประเมินคำสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ข่าวออนไลน์ด้วยวิธีการหาค่าความถี่ของคำที่ปรากฏในเนื้อหาข่าวออนไลน์ โดยสามารถนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี ซึ่ง [8] ได้จำแนกความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน ต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์และเคเนียเรสเนเบอร์ พบว่าอัลกอริทึมซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนและนาอีฟเบย์มีประสิทธิภาพในการจำแนก

ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ชมที่เขียนจากความรู้สึกและอารมณ์ของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้สินค้าและบริการนั้น ๆ และเมื่อแทนค่าคุณลักษณะด้วยค่าความจริงและลดคุณลักษณะด้วย Information Gain พบว่าอัลกอริทึมนาอีฟเบย์มีประสิทธิภาพดีที่สุดและ [9] ได้สร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจากเว็บไซต์โลนลี่ แพลนเน็ตมาจัดกลุ่มสถานที่ท่องเที่ยวจำนวน 5 กลุ่มคือ สถานที่พัก สถานที่ท่องเที่ยวยามค่ำคืน ร้านอาหาร แหล่งจับจ่ายสินค้า สถานที่เยี่ยมชม แล้ววัดประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้งหมด 4 เทคนิค คือ ต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์ ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน พบว่านาอีฟเบย์ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้นำเสนอเฉพาะข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์มาจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทย เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่ง่าย ไม่ซับซ้อนและให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด ดังได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเว็บไซต์ที่แสดงผลภาษาไทยได้ง่ายอีกด้วย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ (ภาพที่ 1) และทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 1 : แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้ป้อนชื่อจังหวัดหรือชื่อสถานที่ท่องเที่ยวหรือข้อมูลท่องเที่ยว

2. นำชื่อจังหวัดหรือชื่อสถานที่ท่องเที่ยวหรือข้อมูลท่องเที่ยวในข้อที่ 1 ไปสืบค้นข้อมูลในเว็บไซต์กูเกิ้ลด้วยเทคนิค Web Crawler

3. นำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อที่ 2 มาจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ (สมการที่ 1) โดยคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ได้มาจากออนโทโลจีท่องเที่ยว และใช้ค่าน้อยที่สุดของ C_{MAP} เป็นข้อสรุปว่าอยู่ในหมวดหมู่ใด

4. แสดงผลของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวและแสดงค่าประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวด้วย F-Measure

ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดมาจาก [10] ที่ใช้อัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์มาปรับปรุงเพื่อจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยจำนวน 6 หมวดหมู่คือ สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร ร้านขายของฝาก ร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์และเทศกาล โดยมีขั้นตอนในการทำงาน 2 ส่วน คือ กระบวนการเรียนรู้และกระบวนการทดสอบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การเรียนรู้

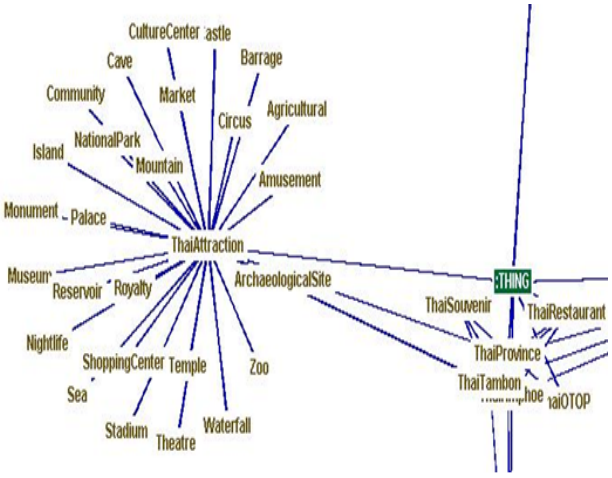
เป็นขั้นตอนที่ใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปทดสอบหาความน่าจะเป็นของเว็บไซต์เหล่านั้นควรจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด ในงานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลท่องเที่ยวประเทศไทยจากเว็บ truehits จากนั้นคัดเลือกมาเฉพาะ 6 หมวดหมู่ที่ต้องการแล้วนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงจำนวนเว็บไซต์และตัวอย่างคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่

หมวดหมู่ (G)	ตัวอย่างคำที่ใช้	จำนวนเว็บไซต์
1	เที่ยว ภูเขา น้ำตก พิพิธภัณฑ์ ถ้ำ	233
2	ที่พัก โรงแรม รีสอร์ท โฮมสเตย์	200
3	ร้านอาหาร	318
4	ของฝาก	54
5	หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์	88
6	เทศกาล สถาปัตยกรรม กีฬา	155
รวม		**1,048**

3.2 การทดสอบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว โดยผู้ใช้ป้อนคำค้นหา “กินไหน นอนไหน เที่ยวไหนดี ในพิษณุโลก” จากนั้นนำคำค้นหาไปสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ล แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดหมวดหมู่ตามออนโทโลจีท่องเที่ยว [11] ได้แก่ คลาสสถานที่ท่องเที่ยว คลาสที่พัก คลาสร้านอาหาร คลาสร้านขายของฝาก คลาสร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์และคลาสเทศกาล ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2 รวมถึงใช้คำที่ได้จากออนโทโลจีท่องเที่ยวมาหาความถี่ที่ปรากฏในเอกสารแต่ละเว็บไซต์



ภาพที่ 2 : แสดงตัวอย่างออนโทโลจีท่องเที่ยว

จากนั้นเมื่อได้ความถี่ของคำ โปรแกรมก็ทำการคำนวณหาความน่าจะเป็นที่เอกสารเว็บควรจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด โดยคำนวณทีละหมวดหมู่ จากนั้นนำผลของการคำนวณทั้ง 6 หมวดหมู่มาพิจารณาและเลือกผลของการคำนวณหมวดหมู่ที่มีค่าน้อยที่สุดเป็นข้อสรุปในการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$C_{MAP} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmin}}(Ci) \quad (1)$$

$$Ci = \log(P(c) + \sum_{i=1}^{n} \log(P(t_i \mid c)) \quad (2)$$

เมื่อ d คือ เอกสารเว็บเพจ

Ci คือ ผลการคำนวณในแต่ละกลุ่ม $\{c_1,c_2,c_3,\ldots c_n\}$

C คือ กลุ่มที่ต้องการจัดหมวดหมู่ $\{c_1,c_2,c_3,\ldots c_n\}$

P(c) คือ ความน่าจะเป็นของกลุ่มหรือหมวดหมู่ คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$P(c) = \frac{N_c}{N} \quad (3)$$

เมื่อ N_c คือ จำนวนเอกสารเรียนรู้ทั้งหมดในกลุ่ม (c)

N คือ จำนวนเอกสารที่ใช้ในการเรียนรู้ทั้งหมด

P(t | c) คือความน่าจะเป็นของเอกสารในแต่ละหมวด ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$P(t \mid c) = \frac{T_{ct}+1}{\sum_{t' \in V}(T_{ct'}+1)} \quad (4)$$

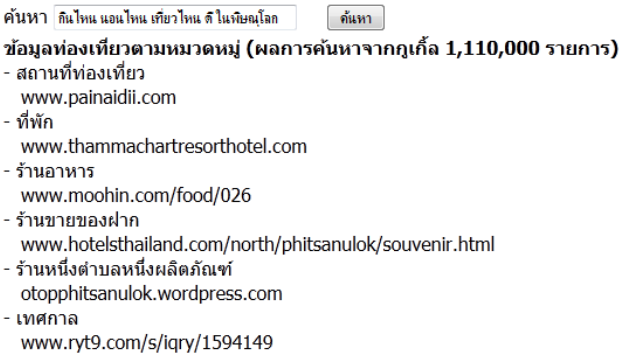
เมื่อ T_{ct} คือ ความถี่ของคำ (t) ในเอกสาร d จากกลุ่ม c

$\sum_{t' \in V} T_{ct}$ คือ ผลรวมความถี่ของคำในเอกสาร d จากกลุ่ม c

เนื่องจากผลของการคำนวณจากสมการที่ 2 ได้ค่าติดลบในทุกหมวดและจากความถี่ของคำค้นหาไปในทางกลุ่มที่มีผลการคำนวณติดลบมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าน้อยที่สุดมาใช้ในการพิจารณาเว็บไซต์นั้นควรจัดอยู่ในหมวดหมู่ใด

4. ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้แสดงผลลัพธ์ของการออกแบบหน้าจอที่ผู้ใช้ต้องป้อนคำค้นหาข้อมูลท่องเที่ยว จากนั้นระบบก็แสดงข้อมูลท่องเที่ยวตามหมวดหมู่ด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นเว็บที่มีการใช้งานง่ายคล้ายเว็บเสิร์ชเอนจินทั่วไป ด้วยภาษา JSP ดังแสดงในภาพที่ 3 และผลของคำนวณด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2 และการวัดประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 3: แสดงหน้าจอตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ข้อมูลท่องเที่ยว

ตารางที่ 2: แสดงตัวอย่างผลของการคำนวณด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์

Naïve Bayes						
กลุ่ม	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
URL 1	www.painaidii.com สถานที่ท่องเที่ยว - ไปไหนดี อะไรดี ที่ไหนดี					
	-31.59	-9.15	-0.52	-1.29	-1.08	-27.35
URL 2	www.thammachartresorthotel.com โรงแรม ที่พัก พิษณุโลก					
	-8.48	-9.53	-0.52	-1.29	-1.08	-0.83
URL 3	www.moohin.com/food/026 รายชื่อร้านอาหารจังหวัดพิษณุโลก					
	-18.54	-3.73	-20.52	-1.29	-1.08	-0.83
URL 4	www.hotelsthailand.com/north/phitsanulok/souvenir.html พิษณุโลก – ของฝาก ของที่ระลึก					
	-28.62	-13.18	-0.52	-42.29	-1.08	-16.91
URL 5	otopphitsanulok.wordpress.com หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) จังหวัดพิษณุโลก					
	-0.65	-0.72	-0.52	-1.29	-1.68	-0.83
URL 6	http://www.ryt9.com/s/iqry/1594149 พิษณุโลก จัดเทศกาลโคมไฟ ประจำปี 22 - 24 ก.พ.56					
	-24.65	-0.72	-0.52	-1.29	-1.08	-28.59

จากตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างผลของการคำนวณด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ในแต่ละหมวด โดย URL 1 เป็นเว็บไซต์ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของสถานที่ท่องเที่ยว (กลุ่มที่ 1) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-31.59) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 2 เป็นเว็บไซต์โรงแรม ที่พัก ในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของที่พัก (กลุ่มที่ 2) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-9.53) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 3 เป็นเว็บไซต์รายชื่อร้านอาหารในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มร้านอาหาร (กลุ่มที่ 3) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-20.52) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 4 เป็นเว็บไซต์ของฝาก ของที่ระลึกที่มีในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของร้านขายของฝาก (กลุ่มที่ 4) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-42.29) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 5 เป็นเว็บไซต์หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของร้านหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (กลุ่มที่ 5) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-1.68) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

URL 6 เป็นเว็บไซต์เทศกาลในจังหวัดพิษณุโลกและถูกจัดหมวดหมู่ในกลุ่มของเทศกาล (กลุ่มที่ 6) เนื่องจากในกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด (-28.59) ตามการคำนวณในสมการที่ 2

หลังจากจัดหมวดหมู่เว็บไซต์แล้วผู้วิจัยยังได้ใช้ F-Measure [12] มาทำการวัดประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ตามสมการที่ 5 และแสดงค่าประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ดังแสดงในตารางที่ 3

$$F-measure = 2*\left(\frac{P*R}{P+R}\right) \quad (5)$$

เมื่อ P คือ True Positive/(True Positive + False Positive)

R คือ True Positive/(True Positive + False Negative)

True Positive คือ เว็บไซต์ที่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำนายว่าอยู่ในหมวดหมู่นั้น

False Positive คือ เว็บไซต์ที่ไม่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำนายว่าอยู่ในหมวดหมู่นั้น

False Negative คือ เว็บไซต์ที่อยู่ในหมวดหมู่และโปรแกรมทำงานว่าไม่อยู่ในหมวดหมู่นั้น

ตารางที่ 3: แสดงค่าประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์

G	TP	FP	FN	P	R	F-measure
1	153	48	29	76.12 %	84.07 %	79.90 %
2	114	29	27	79.72 %	80.85 %	80.28 %
3	57	18	24	76.00 %	70.37 %	73.08 %
4	17	9	10	65.38 %	62.96 %	64.15 %
5	11	7	6	61.11 %	64.71 %	62.86 %
6	17	5	10	77.27 %	62.96 %	69.39 %
รวม				72.60 %	70.99 %	71.61 %

จากตารางที่ 3 ใช้ผลลัพธ์จากการสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ลทั้งหมด 475 เว็บไซต์ จากนั้นพิจารณาในแต่ละเว็บไซต์ตรงกับหมวดหมู่ที่ควรเป็นหรือไม่แล้วคำนวณหาค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่า F-Measure โดยมีค่าความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากเว็บไซต์ส่วนใหญ่ใช้คำที่งานวิจัยนี้รองรับ แต่ก็มีบางเว็บไซต์ที่จัดหมวดหมู่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการใช้คำที่ในงานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมและบางเว็บไซต์เป็นไฟล์รูปภาพหรือไฟล์ PDF

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์เพื่อนำเสนอข้อมูลท่องเที่ยวให้เป็นหมวดหมู่ทำให้สะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูลท่องเที่ยวในเว็บไซต์เดียว โดยใช้ข้อมูลท่องเที่ยวจากเว็บไดเร็กทอรี่ truehits เป็นชุดข้อมูลเรียนรู้และใช้ผลลัพธ์ของการสืบค้นในเว็บไซต์กูเกิ้ลเป็นชุดข้อมูลทดสอบการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยว โดยใช้คำและหมวดหมู่จากออนโทโลจีท่องเที่ยว จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนาอีฟเบย์โดยมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 72.60 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าความระลึก เท่ากับ 70.99 % และค่า F-Measure เท่ากับ 71.61 %

แต่อย่างไรก็ตามคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่เว็บนั้นยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาหรือเว็บไซต์ท่องเที่ยวทั้งหมด เช่น ที่กิน ที่ดื่ม หมายถึง ร้านอาหาร ที่นอน ที่หลับ หมายถึง ที่พัก เป็นต้น ดังนั้นในอนาคตผู้วิจัยจะใช้คำเหมือนหรือคล้ายคลึงจากพจนานุกรม เช่น ร้านอาหาร อาจเรียกว่า ภัตตาคาร โรงอาหาร ที่ขายอาหาร เหลา เป็นต้น เพื่อให้สื่อความหมายถึงคำเหล่านั้น รวมถึงพัฒนาอัลกอริทึมในการตรวจสอบความถี่ของคำที่พบในเว็บไซต์ท่องเที่ยวแล้วนำคำไปเข้ากระบวนการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องของเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึงลักษณะเฉพาะของเว็บไซต์ท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เว็บไซต์และใช้อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูลอื่น ๆ มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้จัดการออนไลน์ [ออนไลน์].เข้าถึงจาก: http://www.manager.go.th/Travel/ViewNews.aspx?NewsID=9540000080652, สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2555.

[2] ผู้จัดการออนไลน์ [ออนไลน์].เข้าถึงจาก: http://www.manager.go.th/Travel/ViewNews.aspx?NewsI D= 9560000006234, สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2556.

[3] กมลาสน์ อุดมล้ำเลิศ และ อานนท์ รุ่งสว่าง, "การคัดแยกหมวดหมู่เว็บเพจภาษาไทยอัตโนมัติด้วยนาอีฟเบย์", *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์* 3-5 ก.พ. 2553 หน้า 310-317.

[4] A. Khan, B. Baharudin, L. H. Lee and K. Khan, "A Review of Machine Learning Algorithms for Text-Documents Classification", *Journal of Advances in Information Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 4-20, 2010.

[5] T. M. Nogueira, S. O. Rezende and H. A. Camargo, "On The Use of Fuzzy Rules to Text Document Classification", *International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, pp. 19-24, 2010.

[6] นิศา สถาพรวจนา, "การใช้การทำเหมืองข้อความและออนโทโลจีในการจำแนกความสนใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในประเทศไทย", *วิทยานิพนธ์ วท.ม.*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2553.

[7] วิชุดา โชติรัตน์, ผุสดี บุญรอด และ ศจีมาจ ณ วิเชียร, "การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ", *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* ปีที่ 7 ฉบับที่ 14 ก.ค. – ธ.ค. 2554 หน้า 13-18.

[8] นิเวศ จิระวิชิตชัย และ นรินทร์ พนาวาส, "การจำแนกความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง", สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก http://www.east.spu.ac.th/~narin.pa/Sentiment_Classification.pdf.

[9] คมคิด ชัชราภรณ์, ธรา อั่งสกุล และ จิติมนต์ อั่งสกุล, "แบบจำลองการจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของ

เครื่อง*", วารสารเทคโนโลยีสุรนารี* ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 ธ.ค. 2554 หน้า 35-58.

[10] A. S. Patil and B. V. Pawar, "Automated Classification of Web Sites using Naïve Bayesian Algorithm", *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* 2012, pp. 519-523, 2012.

[11] นฤพนธ์ พนาวงศ์ และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์, "ระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยด้วยหลักการออนโทโลจีและเนมแมทชิง", *Journal of Information Science and Technology*, Vol. 1, No. 2 , July - December 2010 หน้า 60-69.

[12] P. Christen and K. Goiser, "Quality and complexity measures for data linkage and deduplication", *Quality Measures in Data Mining, Studies in Computational Intelligence*, Vol. 43, pp. 127-151, 2007.

การปรับปรุงสายอากาศสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไวเลส
Improving an Antenna for Wireless Network Device

จีรวัฒน์ วรรณศิริ (Jeerawat Wansiri)[1] ณัฐพงศ์ สมทรัพย์ (Nutthaphong Sombut)[2]
และสุชาติ คุ้มมะณี (Suchat Khummanee)[3]
วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]Jeerawat.w01@gmail.com, [2]ii-l2t.Dewwi-ii@hotmail.com, [3]suchart.k@msu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครือข่ายไร้สายกำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากสะดวกในการใช้งาน และการติดตั้ง แต่ระบบการสื่อสารดังกล่าวมีข้อด้อย 2 ประการคือ ขอบเขตุการให้บริการ และความปลอดภัย ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงระบบสายอากาศแบบรอบทิศทาง(Omni Wireless Antenna)ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ใช้งานจาก 100 เมตรในที่โล่งให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลถึง 300 เมตร และควบคุมคุณสมบัติต่างๆ ของสายอากาศด้วยซอฟต์แวร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นพิเศษชื่อว่า Easy Config OpenWrt (ECOW) จากผลการวิจัยพบว่าระบบสายอากาศที่พัฒนาขึ้นสามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลประมาณ 350 เมตรในที่โล่ง และซอฟต์แวร์ดังกล่าวสามารถป้องกันการโจมตีที่นิยมโจมตีบนเครือข่ายไร้สายได้อย่างสมบูรณ์

คำสำคัญ: สายอากาศโอมนิ โอเพนดับเบิลยูอาทีไวท์รัสเซียน

Abstract

Currently, the wireless network is highly popularity, consequent of convenience to using and installing. Nevertheless, this system has two disadvantages are: a scope of service and the security. In this paper, we improved the Omni Wireless Antenna that covers an area of services from 100 meters in lawn to 300 meters, and controlled the properties of an antenna by developed software; namely, the Easy Config OpenWrt (ECOW). The results of research, we found that improved antenna can receive-send the data at around 350 meters in lawn, and the software can protect the popular attacking on wireless network completely.

Keyword: Omni Wireless Antenna, Open Wrt White russian

1. บทนำ

การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อโดยอาศัยสายนำสัญญาณ (Wire Network Connectivity) และการเชื่อมต่อโดยไม่ใช้สายนำสัญญาณ (Wireless Network Connectivity) หรือเรียกว่าการเชื่อมต่อแบบไร้สาย การเชื่อมต่อชนิดไร้สายนี้มีคุณสมบัติที่โดดเด่นอย่างมากในเรื่อง ความสะดวกในการติดตั้ง การดูแลรักษา การใช้งาน และการลงทุนที่ต่ำ ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้จากทุกๆ ที่ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องสายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อ แต่เครือข่ายไร้สายมีข้อจำกัดในเรื่องขอบเขตุการให้บริการ และความปลอดภัยของผู้ใช้งานเครือข่าย เนื่องจากอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารผ่านอากาศดังนั้นความสามารถในการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้คือ สภาพอากาศ การรบกวนของสัญญาณต่างๆ ในอากาศ ไม่สามารถควบคุมทิศทางในการรับส่งข้อมูล รวมถึงไม่สามารถรับรองความปลอดภัยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เครือข่ายไร้สายมีมาตรฐาน IEEE802.11 [1] เป็นมาตรฐานที่กำหนดรูปแบบการสื่อสาร ความเร็ว และคลื่นความถี่ของสัญญาณที่แตกต่างกันในการสื่อสารข้อมูล สำหรับอุปกรณ์สายอากาศนิยมใช้แบบรอบทิศทาง (Omni Wireless Antenna) [2] ซึ่งขอบเขตุของสัญญาณสามารถครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100 เมตรในพื้นที่โล่ง และประมาณ 30 เมตรภายในอาคาร จากข้อจำกัดของรัศมีทำการของเครือข่ายไร้สายตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงความสามารถในการขยายสัญญาณของสายอากาศให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลถึง 350 เมตรในที่โล่ง ราคาสายสัญญาณต้องมีต้นทุนต่ำ และสามารถควบคุมคุณสมบัติของสายอากาศที่ได้รับการพัฒนาผ่านซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส (Opensource) ชื่อว่า

OpenWrtWhiterussian เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มเติมความสามารถใหม่ๆ ให้กับสายอากาศในอนาคต

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สายอากาศ

สายอากาศเป็นอุปกรณ์สำหรับรับและส่งคลื่นความถี่วิทยุ (Radio frequency) [3] โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และในทางกลับกันก็เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า สายอากาศแบ่งตามรูปแบบการรับ-ส่งคลื่นได้ดังนี้

1. สายอากาศแบบรอบตัว (Omni-directional) สามารถรับ-ส่งคลื่นได้ทุกทิศทาง ภาพที่ 1 (ก)

(ก) Omni (ข) Dipole (ค) Yagi

ภาพที่ 1: ชนิดของสายอากาศแบบต่างๆ

2. สายอากาศแบบกึ่งรอบตัว (Dipole, Patch panel, Sector) สามารถรับ-ส่งคลื่นได้ดีเกือบรอบตัวแต่มีอัตราขยายสูงกว่าแบบรอบตัว รูปที่ 1 (ข)
3. สายอากาศแบบทิศทางเดียว (Yagi-Uda, Helical (Helix), Grid) สามารถรับส่งคลื่นได้ดีในทิศทางที่กำหนดและจะมีอัตราขยาย (gain) สูงกว่าประเภทอื่น รูปที่ 1 (ค)

2.2 อัตราขยายของสายอากาศ (Gain: dB) [4]

เป็นตัวบ่งบอกอัตรากำลังขยายของสายอากาศนั้นๆ ว่าสามารถขยายกำลังที่ถูกส่งเข้ามาที่สายอากาศ และแพร่กระจายออกไปได้ไกลเท่าไหร่ โดยหน่วยของอัตราขยายจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ DBi เป็นหน่วยของอัตราขยายเทียบกับสายอากาศแบบ Isotropic และ DBd เป็นหน่วยของอัตราขยายเทียบกับสายอากาศแบบ Dipole อัตราขยาย (gain) เป็นความสามารถของสายอากาศในการรับส่งคลื่นวิทยุ สายอากาศแต่ละแบบมีอัตราขยายแตกต่างกัน สายอากาศแบบทิศทางเดียวจะมีอัตราการขยายมากกว่าสายอากาศแบบกึ่งรอบตัว และแบบรอบตัวโดยลำดับ ลักษณะการใช้งานจึงแตกต่างกันไป สายอากาศที่มีอัตราขยายสูง จะสามารถรับ-ส่งคลื่นวิทยุ ได้ดีกว่า การวัดค่าอัตราขยายของสายอากาศมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ง่ายที่สุด ก็คือวิธีที่เรียกว่า วิธีแบบใช้สายอากาศอ้างอิง (Reference Antenna Method) หรือ วิธีการเปรียบเทียบ (Comparison Method) หรือวิธีการแทนที่ (Substitution Method) ซึ่งสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบกำลังงานที่ได้รับด้วยสายอากาศอ้างอิง (ref P) กับกำลังงานที่รับได้จากสายอากาศที่ทำการทดสอบ (test P) ค่าอัตราขยายของสายอากาศที่ต้องการทราบจะหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$G_{test} = \frac{P_{test}}{P_{ref}} G_{ref}$$

เมื่อต้องการคำตอบให้มีหน่วยเป็น dB ก็จะหาได้จากสมการ

$$G_{test}(dB) = P_{test}(dB) - P_{ref}(dB) + G_{ref}(dB)$$

ก่อนที่จะนำวิธีการแทนที่มาใช้นั้นเราจะต้องปรับเทียบเพื่อหาค่าอัตราขยายของสายอากาศที่ใช้ในการอ้างอิงเสียก่อนโดยการใช้สายอากาศสองตัวที่เหมือนกันทุกประการมาเป็นสายอากาศรับและส่งจากนั้นวัดค่ากำลังงานที่ส่งออกไปและค่าของกำลังงานที่รับได้นำมาคำนวณหาค่าอัตราขยายซึ่งจะเป็นอัตราขยายของสายอากาศอ้างอิงดังสมการ

$$G = \frac{4\pi r}{\lambda}\sqrt{\frac{P_{rec}}{P_0}}$$

เมื่อ G คือค่าอัตราขยายของสายอากาศที่จะใช้เป็นตัวอ้างอิง

r คือระยะทางระหว่างสายอากาศทั้งสอง

Prec และ Po คือกำลังงานที่รับได้และกำลังงานที่ส่งออกไปตามลำดับ

λ คือความยาวคลื่นในอากาศ (หน่วยเดียวกันกับระยะทาง)

สำหรับการทดสอบอัตราขยายของสายอากาศค่าที่ได้จึงมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

2.3 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย IEEE 802.11

เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้ย่านความถี่วิทยุ 3 ประเภทได้แก่ ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์, 2.5 กิกะเฮิรตซ์ และคลื่นอินฟาเรด ซึ่งทำงานในส่วนของ PHY Layer บนเทคโนโลยีอีเทอร์เน็ต สำหรับการทำงานในระดับชั้น MAC Layer นั้น ได้กำหนดกลไกของการทำงานแบบ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) สำหรับมาตรฐานการ

เชื่อมต่อไร้สายที่สำคัญคือ IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g และ IEEE 802.11n ตามลำดับ

3. วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงสายอากาศ

สายอากาศที่ได้ปรับปรุงใหม่จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนสายอากาศที่เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยต้องมีคุณสมบัติสามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการอย่างน้อย 300 เมตร และต้องมีต้นทุนที่ต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจำเป็นต้องหาอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีอยู่ในท้องถิ่น ส่วนที่สองคือ การออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุมสายอากาศ เช่น ควบคุมอัตรากำลังขยาย การป้องกันด้านความปลอดภัย เป็นต้น ด้วยซอฟต์แวร์ Open Wrt White Russian ซึ่งเป็นโอเพนซอรส์ซอฟต์แวร์ สำหรับขั้นตอนดำเนินงานวิจัยมี 5 ขั้นตอน คือ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบสายอากาศ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงสายอากาศประกอบด้วย เสาอลูมิเนียมขนาด 2 เมตร ไม้บรรทัด หัว Connector ดินสอ แผ่นทองแดง 1 แผ่น สว่านไฟฟ้า น๊อต(ใช้ยึดเสากับหัว Connector) ตะกั่ว หัวแร้ง กรรไกร คีมตัดลวด ปากกาเคมี ไขควง สาย Low-Loss ต้นทุนในการพัฒนาสายอากาศใหม่จะมีงบประมาณอยู่ที่ประมาณ 825 บาทต่อสายอากาศ 1 เสา

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสายอากาศ

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดสถานะการณ์ในการทดสอบไว้ 4 แบบคือ 1) ในที่โล่งไม่มีสิ่งกีดขวางระยะ 300-400 เมตร 2) ในที่ที่มีสิ่งกีดขวาง หรือที่รบกวนสัญญาณต่างๆ เช่น ตึก ต้นไม้ 3) ระหว่างตึก และ 4) การทดสอบด้านความปลอดภัย โดยในการทดสอบแต่ละสถานะการณ์จะทำการทดสอบอย่างน้อย 30 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นตามทฤษฎีของ Confidence Interval ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังนี้

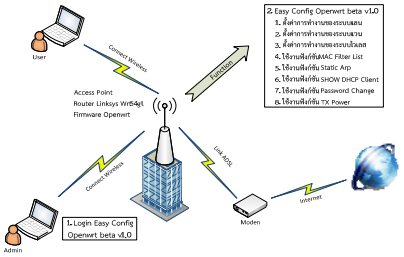
$$\bar{x} - Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \le \mu \le \bar{x} + Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} = 100(1-\alpha)\%$$

ตัวอย่างการคำนวณ เช่น ทำการทดสอบวัดประสิทธิภาพของสายอากาศทั้งหมด 30 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 282 เมตร โดยกำหนดระยะที่ต้องการไว้ที่ 300 เมตร จากการทดลองทราบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18 เมตร หาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากโจทย์จะได้ 1-α = 0.95 นั่นคือ α = 0.05 ค่า $Z\alpha/2$ = Z0.025 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตาราง Normal distribution [5] แล้วค่า Z จะมีค่าเท่ากับ -1.96 ค่า lower-confidence limit จะได้ =281-1.96(18)/$\sqrt{30}$ = 274.56 ค่า Upper-confidence limit จะได้ = 281+1.96(18)/$\sqrt{30}$ = 287.440 ดังนั้น 95% ของความเชื่อมั่นของสายอากาศจะอยู่ระหว่าง 274.56 ถึง 287.440 เมตร

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประเมินประสิทธิภาพ

- Hardware: อุปกรณ์รับสัญญาณ Intel(R) WiFi Link 5100 AGN

- Software: Insider 2.1.61395 สำหรับใช้วัดความแรงของสัญญาณของสายอากาศ FileZilla Client และ FileZilla Server ใช้สำหรับทดสอบรับส่งข้อมูลระหว่างสายส่งสัญญาณกับอุปกรณ์รับสัญญาณ ซึ่งแสดงให้เห็นในภาพรวมดังภาพที่ 2

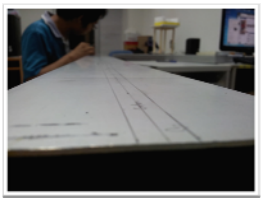


ภาพที่ 2: ภาพรวมการทำงานของสายอากาศ

3.4 การออกแบบสายอากาศ

สายอากาศที่พัฒนาขึ้นใช้หลักการของการสร้างสนามแม่เหล็กบนตัวเหนี่ยวนำ เพื่อให้เกิดเป็นคลื่นแม่เหล็ก ที่ใช้ในการส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยจะส่งสัญญาณผ่านท่ออะลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติของการนำไฟฟ้ารองลงมาจากเงิน และทองแดง ซึ่งอลูมิเนียมจะทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณที่ส่งมาจากตัวเหนี่ยวนำ ทำให้สัญญาณมีความแรงมากขึ้น ซึ่งตัวเหนี่ยวนำนี้ได้ทำขึ้นมาจากแผ่นทองแดงที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด สำหรับการสร้างสายอากาศมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. วัดระยะด้านกว้างจากปลายเสาด้านล่างขึ้นมาประมาณ 20 ซ.ม. เพื่อเจาะรูยึดหัว Connector โดยให้หัว Connector อยู่ตรงจุดกึ่งกลาง ใช้สว่านเจาะเสาอลูมิเนียมเพื่อยึดหัว Connector เข้ากับเสา ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: วัดระยะเพื่อทำ Slot

2. วัดระยะจากหัว Connector ขึ้นมาอีกประมาณ 10 ซ.ม. แล้วทำการแบ่งครึ่งเสาด้วยดินสอ แล้วทำการเจาะรูความกว้างของรูประมาณ 1 ซ.ม. ความยาว ประมาณ 6-7 ซ.ม. (หา

จากค่า λ/2) ระยะห่างระหว่างรู 2 ซ.ม. ตามทฤษฎีของเสา Dipole โดยให้ขอบของแต่ละรูสลับฟันปลา ดังภาพที่ 4 จากทฤษฎี ถ้าจำนวนรูยิ่งเยอะจะยิ่งทำให้เสายิ่งส่งสัญญาณไปได้ไกลเพิ่มขึ้น ในการทดลองครั้งนี้ จะทำการทดสอบโดยการเจาะรูฝั่งละ 10 รู รวมทั้งหมด 20 รู ดังภาพ 4 และภาพที่ 5 ตามลำดับ

ภาพที่ 4: เจาะรูแบบสลับฟันปลาด้วยมือ

ภาพที่ 5: เจาะรูแบบสลับฟันปลาด้วยเครื่องเจาะ

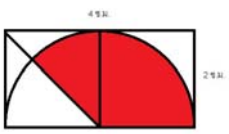
3. เจาะรูด้านข้างเสาเพื่อยึดฝาปิดด้านบนและท้ายของเสา ด้านบนวัดระยะให้ฝาปิดห่างจากรูบนสุดประมาณ 1 ซ.ม. ด้านล่างให้ห่างจากหัว Connector ลงมา 10 ซ.ม. แล้วทำการปิดหัวท้ายเสาดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6: ปิดฝาท้ายทั้งบนและล่าง

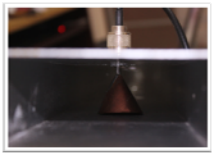
4. ตะไบรูที่เจาะทุกรูให้มีความเรียบ เพื่อคุณภาพในการส่งสัญญาณที่ดียิ่งขึ้นดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7: ตะไบเก็บรายละเอียดงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณ

5. นำแผ่นทองแดงมาทำเป็นรูปกรวยขนาด 2*4 ซ.ม. เชื่อมติดกับหัว Connector และประกอบเข้ากับเสาสัญญาณดังภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9



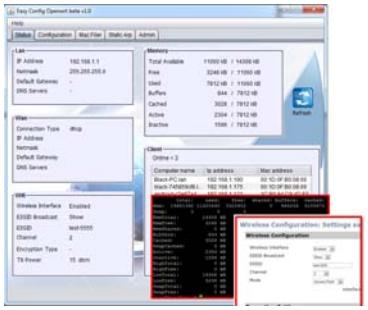
ภาพที่ 8: วิธีการตัดแผ่นทองแดงขนาด 2*4



ภาพที่ 9: ประกอบหัว Connector เข้ากับเสาสัญญาณ

3.5 การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมสายอากาศ

หลักในการทำงานของโปรแกรมควบคุมสายอากาศมีชื่อเรียกว่า Easy Config Openwrt beta v1.0 สร้างขึ้นด้วยภาษา Java โดยทำงานร่วมกับ secure shell เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการเชื่อมต่อ และการสั่งงาน ซึ่งฟังชันก์การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนการควบคุมสายอากาศ เช่น ฟังก์ชันในกำหนดไอพีแอดเดรส, เน็ตมาร์ค, เกตเวย์, DNS server, DHCP การควบคุมความแรงของสัญญาณ เป็นต้น และส่วนที่สองคือการตั้งค่าการรักษาความปลอดภัย เช่น MAC Filter List สามารถบล็อกการใช้สัญญาณโดยจะเป็นการบล็อกด้วยแม็คแอดเดรส, Static ARP เป็นวิธีการป้องกันการโจมตีด้วยวิธี ARP spoof เพื่อป้องกันการปลอมแปลง MAC address จากผู้ไม่หวังดีที่อาจจะเข้ามากระทำความผิดในเครือข่าย ซึ่งซอฟต์แวร์ที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: ซอฟต์แวร์ Easy Config Openwrt beta v1.0

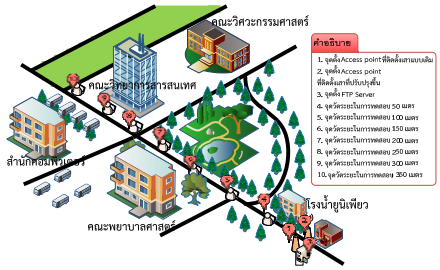
สำหรับภาพรวมของอุปกรณ์เมื่อพัฒนาเสร็จเรียนร้อยแล้วแสดงดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11: ภาพรวมการติดตั้งเสาอากาศ

4. ผลการทดลอง

การทดสอบสายอากาศในงานวิจัยนี้ แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 สถานะการณ์คือ

1. ทดสอบอัตรากำลังขยายของสายอากาศในที่โล่งโดยการวัดอัตราขยายของสัญญาณ ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล พร้อมกับวัดความสามารถการรับส่งข้อมูลโดยอาศัยการโอนย้ายข้อมูลระยะไกลด้วยโพรโทคอลเอฟทีพี (FTP) ดังภาพที่ 12
2. ทดสอบอัตรากำลังขยายของสายอากาศและความกว้างของการรับส่งข้อมูลในที่มีสิ่งกีดขวาง
3. ทดสอบอัตรากำลังขยายของสายอากาศและความกว้างของการรับส่งข้อมูลระหว่างตึก
4. ทดสอบความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูล



ภาพที่ 12: ภาพจำลองสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ

ระยะทางในการทดสอบจะเริ่มต้นที่ 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 เมตร ไปจนถึงไม่สามารถรับสัญญาณได้ ตามลำดับ ในแต่ละครั้งของการทดสอบจะวัดผลอย่างน้อย 30 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ เพื่อความน่าเชื่อถือในทางสถิติ

4.1 ทดสอบสายอากาศในที่โล่ง

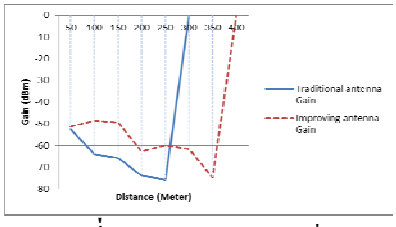
ตารางที่ 1: การประเมินสายอากาศในที่โล่ง

ระยะ (เมตร)	สายอากาศเดิม			สายอากาศใหม่		
	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)
50	-52.5	322.51	194.87	-51.4	327.12	261.29
100	-64.07	89.46	55.57	-48.53	289.89	170.08
150	-65.8	128.34	47.29	-49.37	355.92	217.83
200	-73.83	110.87	42.97	-62.77	174.55	73.48
250	-75.9	145.20	16.56	-60	322.89	121.03
300	-	-	-	-61.7	245.94	120.98
350	-	-	-	-74.67	26.92	16.12
400	-	-	-	N/A	N/A	N/A

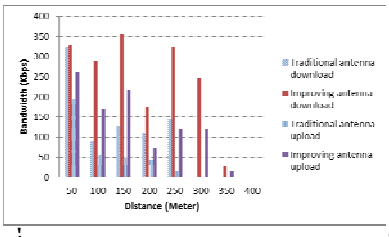
- หมายถึง ไม่มีสัญญาณ และไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้

N/A หมายถึง มีสัญญาณแต่น้อยมาก การรับส่งข้อมูลได้บ้างไม่ได้บ้าง

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าในระยะทางประประมาณ 50 เมตร สายอากาศทั้งสองแบบจะมีอัตรากำลังสัญญาณและความสามารถในการรับส่งข้อมูลใกล้เคียงกัน ประมาณ -50 dB (ค่าลบน้อยยิ่งดี) สายอากาศที่ได้ปรับปรุงใหม่จะมีคุณภาพที่ดีกว่าสายอากาศแบบเดิมในช่วงระยะตั้งแต่ 100 เมตร เป็นต้นไป ซึ่งอัตราขยายที่ดีที่สุดอยู่ในช่วงประมาณ 150 เมตร และจะเริ่มลดกำลังการรับส่งในช่วงระยะเวลาประมาณ 350 เมตร ส่วนสายอากาศแบบเดิมจะไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้เลยในช่วงระยะทางตั้งแต่ 300 เมตร เป็นต้นไป ดังภาพที่ 13, 14



ภาพที่ 13: อัตรากำลังขยายในที่โล่ง

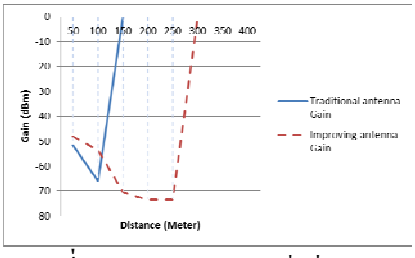


ภาพที่ 14: อัตราการ download/upload ข้อมูลในที่โล่ง

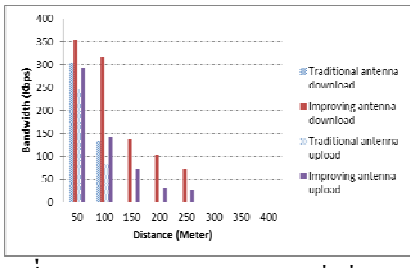
4.2 ทดสอบสายอากาศในที่ที่มีสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 2: การประเมินสายอากาศในที่ที่มีสิ่งกีดขวาง

ระยะ (เมตร)	สายอากาศเดิม			สายอากาศใหม่		
	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)
50	-51.5	304.09	246.03	-48.2	352.75	292.27
100	-66	133.86	82.75	-53.4	316.92	140.84
150	-	-	-	-70.5	136.1	71.92
200	-	-	-	-73.4	101.96	30.56
250	-	-	-	-73.57	72.92	26.71
300	-	-	-	-	-	-



ภาพที่ 15: อัตรากำลังขยายในที่มีสิ่งกีดขวาง



ภาพที่ 16: download/upload ข้อมูลในที่มีสิ่งกีดขวาง

ในสถานะการณ์ที่มีสิ่งกีดขวาง สายอากาศทั้งสองชนิดจะมีอัตราขยายกำลังลดลงตามปริมาณสิ่งที่กีดขวาง ส่งผลให้ปริมาณการรับส่งข้อมูลลดต่ำลงไปด้วย สำหรับสายอากาศแบบเดิมจะไม่มีสัญญาณในช่วงตั้งแต่ระยะทางประมาณ 150 เมตร แต่สายอากาศที่ปรับปรุงใหม่จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลกว่า ซึ่งไกลที่สุดมีระยะทางประมาณเกือบ 300 เมตร ดังรูปที่ 15, 16

4.3 ทดสอบระหว่างตึกระยะทางประมาณ 450 เมตร

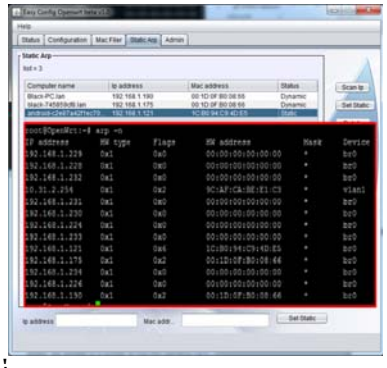
ตารางที่ 3: ประเมินสายอากาศระหว่างตึกที่ห่างประมาณ 450 เมตร

ระยะ (เมตร)	สายอากาศเดิม			สายอากาศใหม่		
	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)	ค่าเฉลี่ยอัตรากำลังขยาย (dB)	ค่าเฉลี่ย download (Kbps)	ค่าเฉลี่ย upload (Kbps)
450	-	-	-	-52.86	501.42	406.8

จากตารางที่ 3 เป็นการประเมินคุณภาพของสัญญาณสายอากาศทั้งสองแบบ ระหว่างตึกสองตึกที่มีระยะห่างประมาณ 450 เมตร ผลปรากฏว่าสายอากาศแบบธรรมดาไม่มีสัญญาณ (เป็นศูนย์) แต่สายอากาศใหม่ที่ปรับปรุงสามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างดีเยี่ยม (โดยเฉลี่ย -52.86 dB) เนื่องจากไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ

4.4 ทดสอบความปลอดภัยของซอฟต์แวร์

ในการทดสอบด้านความปลอดภัยของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาให้ทำงานร่วมกับสายอากาศที่ปรับปรุงใหม่นี้ ได้ทำการทดสอบสถานะการณ์ในการโจมตีที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายไร้สายเสมอๆ คือ การโจมตีแบบ ARP Spoof และการโจมตีด้วย MIDM ผลปรากฏว่าสามารถป้องกันการโจมตีทั้งสองแบบได้ 100% เนื่องจากซอฟต์แวร์ดังกล่าวสามารถควบคุมการเข้าถึงผู้ใช้งานได้ในระดับ Access Layer ซึ่งผู้ใช้จะถูกตรวจสอบความมีตัวตนก่อนกระบวนการโจมตีจะเกิดขึ้น ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17: แสดงผลการป้องกันการโจมตีด้วย ARP Spoof

6. สรุปการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงสายอากาศของอุปกรณ์ไร้สาย (Wireless Network) 2 ส่วนหลักๆ คือ ปรับปรุงอัตรากำลังขยาย (Gain) จากเดิมที่สามารถใช้งานได้ในรัศมีประมาณ 100 – 150 เมตร ในที่โล่ง ให้สามารถขยายกำลังส่งได้ไกลสุดประมาณ 350 – 400 เมตร และพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สามารถควบคุมการทำงานของสายส่งใหม่ได้แก่ การควบคุมอัตราขยายกำลังส่ง การควบคุมคุณสมบัติพื้นฐานของอุปกรณ์ไร้สาย รวมไปถึงสามารถแก้ปัญหาการโจมตีระบบเครือข่ายไร้สายที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันด้วย ผลจากการทดสอบปรากฏว่าสายอากาศที่ปรับปรุงขึ้นใหม่สามารถทำงานได้ดีกว่าสายอากาศแบบเดิม โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลกว่าประมาณ 3 เท่า (300 เมตร) และสามารถป้องกันการโจมตีเครือข่ายไร้สายได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] I. C. Society, "IEEE 802.11TM WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS," in *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*, ed. New York, NY 10016-5997: IEEE Standards Association: IEEE-SA March 2012, p. 45.

[2] E. C. S. P. Calhoun, Inc., "Control And Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocol Specification," in *Request for Comments: 5415*, ed. https://tools.ietf.org/html/rfc5415: Network Working Group March 2009, p. 112.

[3] I. D. Raftus ATI Technologies, "Radio Frequency (RF) Interface Management Information Base for Data over Cable Service Interface Specifications (DOCSIS) 2.0 Compliant RF Interfaces," in *Request forComments:4546*,ed.http://www.ietf.org/rfc/rfc4546 .txt: Network Working Group June 2006, p. 4.

[4] J. R. Hallas, *Basic Antennas: Understanding Practical Antennas and Design*, 1 ed.: Amer Radio Relay League, February 28, 2009.

[5] C. Dougherty, *STATISTICAL TABLES: Introduction to Econometrics*, 2 ed.: Oxford University Press, Oxford, 2002.

การระบุตำแหน่งของผู้ขอความช่วยเหลือโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบเฉพาะกิจ
Indoor localization of a wireless ad hoc sensor networks.

อรจิรา เกษโกวิท (Onchira Katekowit)[1] และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]katekowit@hotmail.com, [2]nawapornn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและทดสอบการหาขีดความสามารถการระบุตำแหน่งของระบบขอความช่วยเหลือภายในอาคาร โดยใช้เทคนิคลายนิ้วมือ (Fingerprint) ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาระบบ-เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบเฉพาะกิจที่ครอบคลุมภายในอาคาร 2 ชั้น โดยใช้อุปกรณ์ Zigbee Pro Series 2 จากผลการทดลองทางผู้วิจัยพบว่า หากใช้อุปกรณ์ Zigbee Router จำนวน 6 ตัว ในการสร้างระบบเครือข่ายแล้ว แม้ว่าสัญญาณจะครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด แต่ประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งจะอยู่ที่ประมาณ 73% เท่านั้น เนื่องมาจากอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือจะสามารถเชื่อมต่อกับ router ได้เพียง 3-4 ตัวเท่านั้นในบางพื้นที่ ดังนั้นหากสามารถเพิ่มจำนวน router ในงานวิจัยนี้ให้มีมากขึ้นได้ ประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งก็จะดีขึ้น

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจ การระบุตำแหน่ง เทคนิคลายนิ้วมือ ซิกบี

Abstract

This article presents a feasibility study of the fingerprint location algorithm in an in-door wireless sensor networks using Zigbee Pro Series 2. The target location spans two-storey of the building. According to the results obtained from the developed hardware/software testbed, we found that using 6 routers to relay the massage provides only 73% accuracy in identifying the room at which the users or end-devices transmit a distress signals. The uncertainty in the obtained results is due to the fact that end-device can only communicate to 3-4 routers in some areas. Hence, we expect that had we have used more routers in the system, the performance in terms of accuracy would be better.

Keyword: ad-hoc networks, localization, fingerprint, Zigbee

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ อาทิเช่น โรงงานอุตสาหกรรม มีการนำเทคโนโลยี Zigbee เข้ามาช่วยในการส่งสัญญาณเพื่อระบุตำแหน่งสินค้าที่อยู่ภายในห้าง [1] ด้านเกษตรกรรมก็นำ Zigbee มาช่วยในการส่งข้อมูลตรวจจับความชื้น [2] และเมื่อปลายปี พ.ศ. 2554 หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในกรุงเทพมหานครได้มีผู้นำ Zigbee มาประยุกต์ใช้งานเพื่อช่วยวัดระดับน้ำและประเมินเหตุการณ์ของระดับน้ำที่อาจเพิ่มมากขึ้นจนอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสามารถเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานด้านต่าง ๆ ได้มากมาย

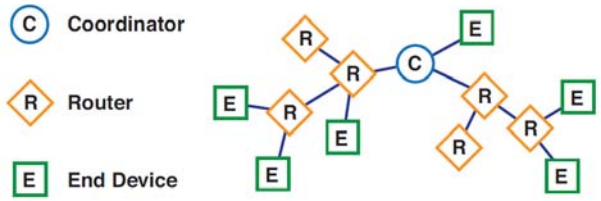
ด้วยหลักการประยุกต์ใช้งานข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจะนำ Zigbee มาพัฒนารูปแบบการขอความช่วยเหลือของผู้ป่วยในโรงพยาบาล ซึ่งในปัจจุบันนี้จะใช้อุปกรณ์ขอความช่วยเหลือที่ส่วนใหญ่จะติดตั้งอยู่บริเวณหัวเตียงของผู้ป่วยและตามจุดต่าง ๆ เช่น ห้องน้ำ เป็นต้น ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่ได้อยู่ใกล้บริเวณที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือ ผู้ป่วยอาจได้รับการช่วยเหลือล่าช้า เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวหากมีอุปกรณ์ที่สามารถติดตัวผู้ป่วยไปได้ทุกที่ สามารถกดปุ่มขอความช่วยเหลือได้ตลอดเวลาที่ต้องการ จะช่วยทำให้การดูแลผู้ป่วยเป็นไปได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สาย

Zigbee เป็นมาตรฐานสากล ที่ถูกกำหนดโดย Zigbee Alliance เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ และราคาถูก โดยจุดประสงค์เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) ซึ่งระบบนี้จะสามารถทำงานภายในอาคารและภายนอกอาคารได้ด้วยแบตเตอรี่ 3.3 VDC

Zigbee มีลักษณะการทำงาน 3 รูปแบบ คือ Coordinator, Router และ End Device ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่ง Coordinator มีหน้าที่เลือกช่องความถี่ที่จะใช้ในการสื่อสาร ขณะที่ Router จะมีหน้าที่ส่งต่อข้อความจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง และอนุญาตให้โหนดลูกหรือ End Device เข้ามาเชื่อมต่อได้ ส่วน End Device มีหน้าที่ในการรับ-ส่งข้อมูลแต่หากไม่มีข้อมูลต้องส่งจะอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode) [3-4]

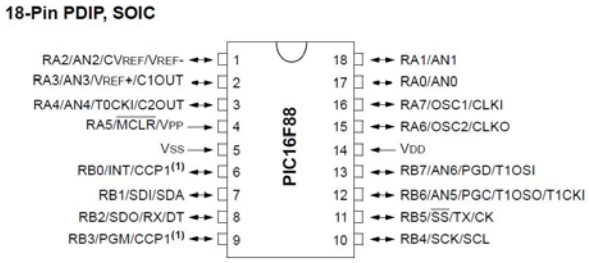


ภาพที่ 1: ลักษณะการทำงานของ Zigbee [4]

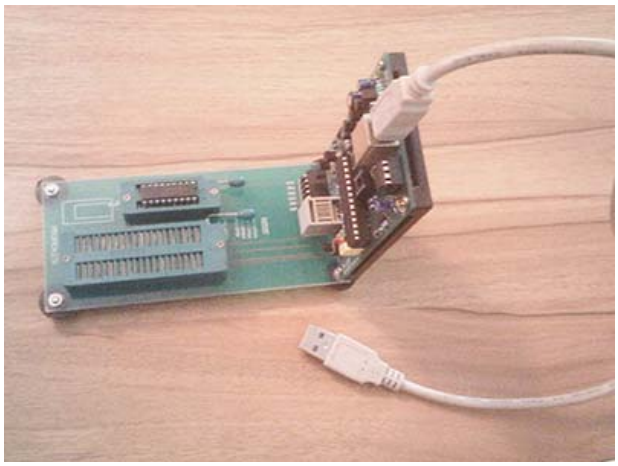
2.2 โมดูล PIC16F88

PIC เป็นชื่อเรียกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำมาใช้ควบคุมการทำงานของ Zigbee Pro Series 2 เพื่อให้สามารถทำงานตามคำสั่งที่ระบุเอาไว้ อาทิเช่น การร้องขอค่า RSSI จากตัวอุปกรณ์ End Device การตรวจเช็คพลังงานคงเหลือ และปัจจัยหลักคือ การระบุตำแหน่งเมื่อมีการกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ

ในการโปรแกรมคำสั่งต่าง ๆ เพื่อบันทึกลงไปใน PIC16F88 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ดังแสดงในภาพที่ 2 และต้องมี Hex File Format (*.hex) ซึ่งเป็นไฟล์รหัส ASCII ที่ใช้สื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์และเป็นเอ้าต์พุตไฟล์ของโปรแกรม Compiler (ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม PIC C Compiler ในการ Compiler)



ภาพที่ 2: โมดูล PIC16F88 [5]



ภาพที่ 3: อุปกรณ์ในการเขียนคำสั่งลงใน PIC16F88

2.3 Receive Signal Strength Indicator (RSSI)

Receive Signal Strength Indicator (RSSI) เป็นค่าความแรงของสัญญาณวิทยุ ตามหลักการแล้ว เมื่อระยะทางไกลออกไปสัญญาณก็จะอ่อนลง ดังนั้น ค่า RSSI จึงสามารถนำมาใช้ในการประมาณระยะทางระหว่างตัวรับ-ส่ง สัญญาณได้ โดยค่า RSSI มีหน่วยเป็น เดซิเบลมิลลิวัตต์ (dBm) อย่างไรก็ตาม ค่านี้มักไม่นิยมใช้ในงานที่ต้องการความแม่นยำสูง เนื่องจากมีความแปรปรวนและลดทอนของสัญญาณตามสภาพแวดล้อมซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น โครงสร้างอาคารซึ่งใช้วัสดุแตกต่างกัน ปริมาณผู้คนภายในอาคาร และสิ่งกีดขวางอื่น ๆ เป็นต้น ดังนั้น ในการนำค่า RSSI มาใช้เพื่อการคำนวณหาระยะทางนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้หลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์ภายหลัง ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง [4]

2.4 การคำนวณหาตำแหน่งโดยใช้เทคนิคลายนิ้วมือ

เทคนิคลายนิ้วมือ หรือ fingerprint นั้น เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ระยะออฟไลน์ (Offline Phase) และระยะออนไลน์ (Online Phase) [6]

ในระยะออฟไลน์ (Offline phase) ผู้วิจัยต้องทำการเก็บรวบรวมค่า RSSI ที่สามารถวัดได้จากตัวอุปกรณ์ Zigbee แต่ละตัวในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งค่า RSSI ที่เก็บได้นั้นจะเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงเพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้ ในการเก็บข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะต้องทำการวัดหลายครั้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีความเสถียร

ระยะออนไลน์ (Online phase) เป็นระยะการใช้งาน กล่าวคือ เมื่อต้องการทราบตำแหน่งของอุปกรณ์ Zigbee ที่เคลื่อนที่ จะต้องทำการวัดค่า RSSI จากตัวอุปกรณ์มาเปรียบเทียบกับค่า RSSI Fingerprint ที่วัดได้ในระยะออฟไลน์ โดยค่า RSSI fingerprint ตำแหน่งใดมีความใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้มากที่สุดก็จะประมาณตำแหน่งนั้นให้เป็นตำแหน่งปัจจุบัน [7-8]

ในการคำนวณหา Fingerprint ที่ใกล้เคียงนั้น จะหาจาก Euclidean Distance ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{n=1}^{N} (RSSI_i^{(n)} - RSSI_j^{(n)})^2} \qquad (1)$$

โดยที่

d_{ij} คือ ค่าความต่างของสัญญาณ 2 จุด i และ j ในที่นี้เป็นความต่างของค่าความแรงสัญญาณระหว่างค่าในฐานข้อมูลและค่าที่รับมาจากการกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ ณ เวลานั้น

$RSSI_i^{(n)}$ คือ ค่าความแรงสัญญาณที่วัดได้จาก Router ตัวที่ n ณ ตำแหน่ง i

$RSSI_j^{(n)}$ คือ ค่าความแรงสัญญาณที่วัดได้จาก Router ตัวที่ n ณ ตำแหน่ง j

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจ เป็นเครือข่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงของโครงข่ายตลอดเวลา โดยไม่มีการควบคุมจากส่วนกลาง ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถกำหนดโครงสร้างของเครือข่ายไว้ล่วงหน้าได้ และในการมุ่งเน้นของงานวิจัยนี้ต้องการจะนำเสนอการใช้งานเครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจเพื่อระบุตำแหน่งพื้นที่ของอุปกรณ์ภายในอาคาร จากการศึกษาพบว่า เทคนิคการระบุตำแหน่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่ fingerprint, tracking ฯลฯ โดยสามารถสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องหลักๆ ได้ดังต่อไปนี้

การวัดความแรงของสัญญาณเพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ ได้อย่างแม่นยำนั้น มีวิธีการเทียบตำแหน่งจากการวัดความแรงของสัญญาณของอุปกรณ์ไร้สายที่มีอยู่ในระบบซึ่งเรียกว่าเทคนิค fingerprint โดยหลักการทำงานของ fingerprint จะเป็นการนำค่าความแรงสัญญาณที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่มีการวัดค่าไว้แล้วเพื่อระบุตำแหน่งให้กับโหนดเป้าหมายได้อย่างถูกต้องและคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด [8]

เทคนิคการระบุตำแหน่งของเครือไร้สายแบบเฉพาะกิจ มีการนำเวลาที่โหนดเข้ามาในเน็ตเวิร์ค (time-of-arrival (TOA)) และทิศทางที่โหนดเข้ามาในเน็ตเวิร์ค (direction-of-arrival (DOA)) เข้ามาช่วยในการคำนวณเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง [9,10] และในกรณีที่โหนดมีการเคลื่อนที่ การติดตามการเคลื่อนที่ของโหนดเป็นสิ่งสำคัญในการระบุตำแหน่งที่แน่นอนด้วยเช่นกัน จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับอัลกอริทึมของการจัดการวางโหนดแบบคงที่เพื่อใช้เป็นแกนหลักในการวัดความแรงของสัญญาณ ที่สามารถระบุระยะทางจากสถานีฐานไปยังตำแหน่งที่โหนดเป้าหมายตั้งอยู่ [11,12] นอกจากเทคนิคที่กล่าวมาข้างต้นแล้วก็ยังมีเทคนิคของการเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของโหนดเป้าหมาย โดยสามารถเลือกปรับใช้พลังงานที่เหมาะสมในการติดตามระบุตำแหน่งสำหรับโหนดที่มีการเคลื่อนที่ในระบบ [13,14]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มีการใช้ Zigbee Pro Series 2 ทั้งหมด 9 ตัว โดยแต่ละตัวจะถูกตั้งค่าการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

Coordinator ดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายเพื่อสั่งงานจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

และรับค่าที่ส่งต่อมาจากอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ จะถูกติดตั้งไว้บริเวณส่วนด้านหน้าของชั้น 4 ดังแสดงในภาพที่ 5 (ก)

Router ดังแสดงในภาพที่ 4 (ข) จำนวน 6 ตัว จะวางตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคารครอบคลุมพื้นที่ 2 ชั้น (ชั้น 4 และ ชั้น 5) เพื่อให้ End Device สามารถติดต่อสื่อสารกับ Coordinator ได้ แสดงดังภาพที่ 5

End Device ดังแสดงในภาพที่ 4 (ค) จำนวน 2 ตัว ใช้ในการทดสอบกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือจากจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร 2 ชั้น

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 4: อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

3.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์เพื่อทำการวัดค่าสัญญาณ

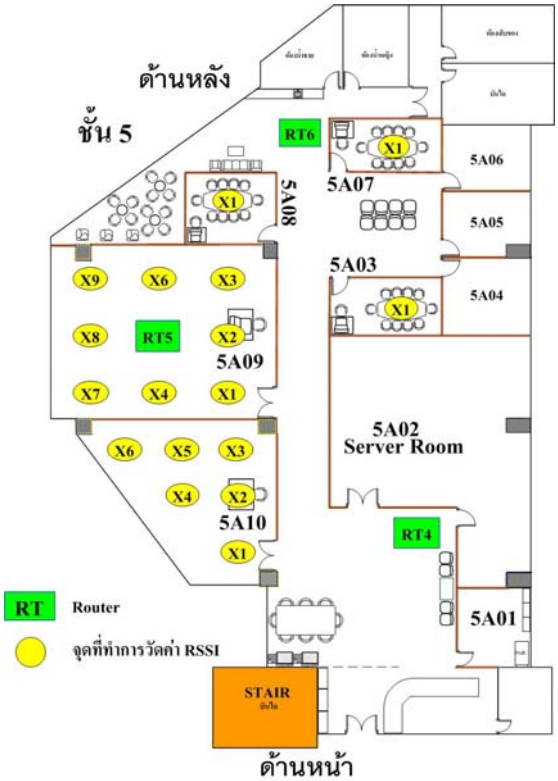
การดำเนินการวิจัยจะต้องทำการวัดค่าความแรงสัญญาณแต่ละจุด จุดละ 20 ครั้ง ดังภาพที่ 5 แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย พร้อมระบุตำแหน่งของห้องเพื่อเก็บลงในฐานข้อมูล

3.3 โปรแกรม Zigbee Network Detection

โปรแกรม Zigbee Network Detection ที่พัฒนาขึ้นมานี้ จะสามารถเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบ แสดงสถานะการเชื่อมต่อพอร์ตคอม วันที่ มีปุ่มสอบถามตำแหน่งของ End Device และสามารถแสดงค่าความแรงของสัญญาณที่ Router แต่ละตัวได้รับจาก End Device ดังแสดงในภาพที่ 6

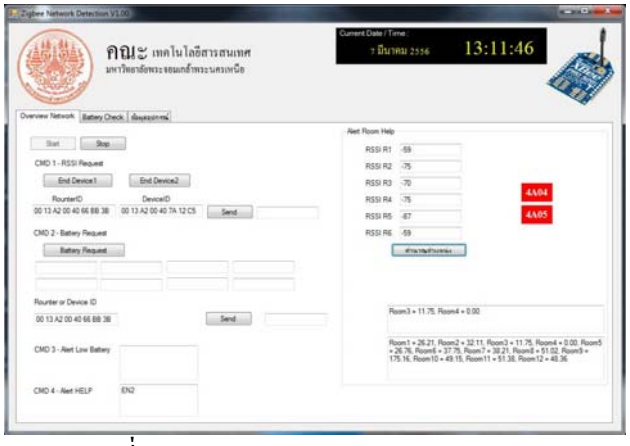
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม Zigbee Network Detection ที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้ ก่อนการเปิดโปรแกรมจะต้องเชื่อมต่อ Coordinator เข้ากับเครื่องแม่ข่ายให้เรียบร้อย เมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อกับพอร์ตคอมอัตโนมัติ เมื่อต้องการตรวจเช็คอุปกรณ์ที่มีอยู่จะใช้หน้าต่าง Overview Network ซึ่งเป็นส่วนของการ Monitor ระบบทั้งหมด โดยสามารถกดถาม End Device ว่าอยู่ ณ ตำแหน่งห้องไหน และเมื่อมีการกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือระบบจะทำงานดังแสดงในภาพที่ 7

(ก) พื้นที่การทดลองบริเวณอาคารนวมินทรราชินีชั้น 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

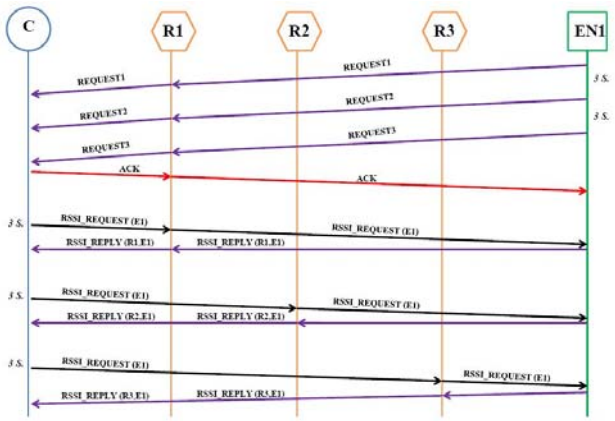


(ข) พื้นที่การทดลองบริเวณอาคารนวมินทรราชินีชั้น 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาพที่ 5: ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในอาคาร 2 ชั้น



ภาพที่ 6: หน้าจอโปรแกรม Zigbee Network Detection



ภาพที่ 7: ขั้นตอนของระบบในการร้องขอการช่วยเหลือ

จากภาพที่ 7 เมื่อมีการกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ อุปกรณ์ End Device จะส่ง Packet ทุก ๆ 3 วินาทีมายัง Coordinator และจะหยุดส่งเมื่อได้รับการตอบกลับจาก Coordinator ดังแสดงในเส้นลูกศรสีแดง จากนั้นระบบจะสั่งงานให้ Coordinator ส่ง Packet ไปสั่งให้ Router ทุก ๆ ตัว ร้องขอค่า RSSI จาก End Device ตัวที่กดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ ดังแสดงในเส้นลูกศรสีดำ เมื่อ End Device ได้รับ Packet ร้องขอค่า RSSI ก็จะตอบกลับไปที่ Router แต่ละตัวตามลำดับ ดังแสดงในเส้นลูกศรสีม่วง ซึ่งในการส่ง Packet เพื่อร้องขอหรือตอบกลับนั้นจะสามารถส่งโดยตรงไปยัง Coordinator หรือส่งแบบ multi-hop ผ่าน router เพียงตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ เมื่อโปรแกรม Zigbee Network Detection ได้รับค่า RSSI มาจาก router ครบทุกตัวแล้ว จะทำการคำนวณค่า Euclidean Distance ไปยัง RSSI fingerprint แต่ละชุดที่อยู่ในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลออกมาเป็นตำแหน่งห้องที่มี fingerprint ใกล้เคียงกับสัญญาณที่วัดได้มากที่สุด ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการระบุตำแหน่งนั้นจะไม่เกิน 30 วินาที

4. ผลของการวิจัย

การทดสอบในการหาขีดความสามารถในการระบุตำแหน่งของระบบขอความช่วยเหลือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จะต้องมีการทดสอบการวางเครือข่ายของอุปกรณ์ Router เพื่อให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ภายในอาคาร 2 ชั้นและทดสอบความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง โดยมีผลของการทดสอบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: ผลการสุ่มกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ 10 ตำแหน่ง

จุดที่สุ่ม	แสดงผลตำแหน่งถูกต้องจาก 10 ครั้ง (ครั้ง)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
4A02 (X1)	8	80
4A03 (X2)	7	70
4A04 (X5)	8	80
4A05 (X5)	8	80
4A07 (X8)	8	80
4A08 (X2)	7	70
5A03 (X1)	6	60
5A07 (X1)	8	80
5A08 (X2)	6	60
5A09 (X5)	7	70
	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	73

จากตารางที่ 1 เป็นผลจากการสุ่มตำแหน่งกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือ 10 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 10 ครั้ง โดยในการวัดประสิทธิภาพนี้จะกำหนดให้การระบุตำแหน่งประสบความสำเร็จหากระบบสามารถแสดงตำแหน่งห้องได้ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 3 ห้อง ยกตัวอย่างเช่น จากการทดลองกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือที่ห้อง 4A02 ตำแหน่ง X1 10 ครั้ง ระบบสามารถระบุตำแหน่งได้ถูกต้อง 8 ครั้ง

จากการทดลองระบุตำแหน่งด้วยเทคนิค Fingerprint พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ สามารถระบุตำแหน่งได้แม่นยำ 73% ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น 27% อาจมีปัจจัยมาจากปัญหา

การลดทอนของสัญญาณอันสืบเนื่องมาจากการจัดวางตำแหน่ง router ที่ไม่เหมาะสม จำนวน router ที่มีน้อยเกินไป และการเคลื่อนที่ของคนภายในตึกที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

5. บทสรุป

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการวัดสัญญาณในการระบุตำแหน่ง สามารถสรุปได้ว่า การวางอุปกรณ์ Router เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในอาคาร 2 ชั้น โดยมุ่งเน้นการระบุตำแหน่งนั้น ตำแหน่งในการจัดวาง router มีผลต่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่งเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองในบทความนี้ ซึ่งใช้ router จำนวน 6 ตัวในระบบว่ามีความถูกต้องเพียง 73% เท่านั้น ดังนั้นในอนาคต ผู้วิจัยจะทดสอบเพื่อหารูปแบบการจัดวางและจำนวน router ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มค่าความแม่นยำให้กับระบบต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

ในการเลือกใช้อุปกรณ์ Zigbee ควรเลือกใช้ให้เป็น Series เดียวกันและหากศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยนี้และสามารถจัดทำตัวอุปกรณ์ให้เล็กลงได้ จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการพกพามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Coxworth, B. LED lighting could guide shoppers to products in stores. [Online] 2012. Availablefrom : http://www.gizmag.com/led-rf-product-location-system/21247/ [2012,Auguest 14].

[2] เทพพิทัย กำเพ็ชร และวิริยะ กองรัตน์. "เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย." *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 21*. (มกราคม-มิถุนายน 2555)

[3] Wireless Mesh Networking. [Online] 2009. Available from : http://www.digi.com/support/supportype?type=documentation [2012,Sebtember 14].

[4] Product Manual : Xbee/Xbee PRO ZB RF Modules. [Online] 2012. Available from : http://www.digi.com/support/productdetail?pid=4549&type=documentation [2012, September 14].

[5] ProductManual : PIC16F87/88. [Online] 2013. Availablefrom : http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010243 [2012, September 14].

[6] Awad, A. et al."Adaptive Distance Estimation and Localization in WSN using RSSI Measures." *10th Euromicro Conference on Digital System Design Architectures,Methodsand Tools*. (August 2007) : 471-478.

[7] Kaemarungsi, K. and Krishnamurthy, P. "Properties of Indoor Received Signal Strength for WLAN Location Fingerprinting." *The First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems : Networking and Services.* (August 2004) : 14-23.

[8] Hossain, S. et al. "Accuracy Enhancement of Fingerprint Indoor Positioning System." *Third International Conference on Intelligent Systems, Modeling and Simulation.* (February 2012) : 600-605.

[9] Wang, Z. and Zekavat, S. R. "A New TOA-DOA Node Localization for Mobile Ad-hoc Networks : Achieving High Performance and Low Complexity." *17th International Conference on Telecommunications.* (April 2010) : 836-842.

[10] Koutsonikolas, D. et al. "CoCoA: Coordinated Cooperative Localization for Mobile Multi-Robot Ad Hoc Networks" *26th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops.* (July 2006) : 9.

[11] Kjærgaard, M. B. "Indoor location fingerprinting with heterogeneous clients." *Pervasive and Mobile Computing, Volume 7.* (February 2011) : 31-43.

[12] Dana, A. et al. "Localization in Ad-Hoc Networks" *IEEE International Conference on Telecommunications and Malaysia International.* (May 2007) : 313-317.

[13] You, C. et al. "Sensor-Enhanced Mobility Prediction for Energy-Efficient Localization" *3rd Annual IEEE Communications Society, Sensor and Ad Hoc Communications and Networks.* (September 2006) : 565-574.

[14] Xiao, L. and Ouksel, A. M. "Scalable Self-Configuring Integration of Localization and Indexing in Wireless Ad-Hoc Sensor Networks" *7th International Mobile Data Management.*(May 2006) : 151.

ผลกระทบของการเคลื่อนที่บนโพรโทคอลค้นหาเส้นทางด้วยคอร์สเลเยอร์ โดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่สำหรับเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ

Impact of Mobility on Location-based Cross Layer Routing Protocol Considering Location of Mobile Station for Multihop Cellular Networks

ศุภกิจ เจริญศิริสุทธิกุล (Supakit Jaroensirisuttigul)[1] และศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ (Sakchai Thipchaksurat)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]s3611102@kmitl.ac.th, [2]ktsakcha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

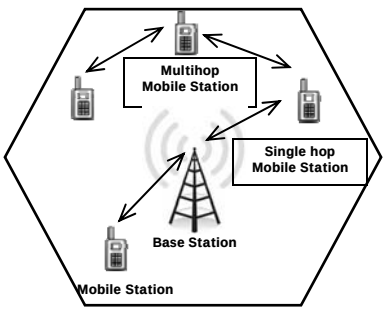
กระบวนการหนึ่งที่สำคัญในเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติ-ฮอพ คือ การค้นหาเส้นทาง และการเคลื่อนที่ก็เป็นคุณสมบัติหนึ่งของสถานีเคลื่อนที่ในเครือข่าย โพรโทคอลค้นหาเส้นทางส่วนใหญ่ใช้หลักการของการกระจายแพ็คเก็ตร้องขอ แต่ไม่มีการพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ ในงานวิจัยนี้เราเสนอกลไกการลดโอเวอร์เฮดโดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของโพรโทคอลค้นหาเส้นทางด้วยวิธีคอร์สเลเยอร์บนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (CLR) [1] วิธีการที่เรานำเสนอเรียกว่า โพรโทคอลค้นหาเส้นทางด้วยคอร์สเลเยอร์โดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่บนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (LCLR) โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษาผลกระทบของการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย เราประเมินประสิทธิภาพของ LCLR ในรูปของ จำนวนแพ็คเก็ตในการค้นหาเส้นทาง ดีเลย์ การสูญหายของแพ็คเก็ต และอัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จ จากผลการจำลองการทำงาน LCLR ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีกว่า CLR ในทุกๆตัวชี้วัดประสิทธภาพ

คำสำคัญ: เครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ คอร์สเลเยอร์ กลไกการลดโอเวอร์เฮด

Abstract

Route discovery is one of the major processes in Multihop Cellular Networks (MCN). Mobility is also one of the mobile station characteristic. Most of the routing protocols mainly broadcast the route discovery packets without considering the location information of mobile station. In this paper, we propose the overhead reduction mechanism for improving the performance of Cross Layer Routing for Multihop Cellular Networks (CLR) [1]. Our scheme is called "Location-based Cross Layer Routing scheme for multihop cellular network (LCLR)". We focus on the impact of mobile station mobility of the performance of network. We evaluate the performance in the terms of the route discovery packet, delay, the number of lost packet and packet delivery ratio. The simulation results show that LCLR can provide the better performance for all performance metrics. The results show that LCLR can provide the better performances than those of CLR.

Keyword: Multihop Cellular Networks, Cross Layer, Overhead reduction mechanism



ภาพที่ 1: เครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ

1. บทนำ

เครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ [2] เป็นเครือข่ายที่พัฒนาจากเครือข่ายเซลลูลาร์แบบฮอพเดียว โดยเพิ่มตัวถ่ายทอดสัญญาณ ที่เรียกว่า สถานีรีเลย์ การถ่ายทอดสัญญาณแบบมัลติ-ฮอพถูกใช้งานในกรณีที่สถานีเคลื่อนที่ไม่มีเส้นทางติดต่อกับสถานีฐานโดยตรง จึงใช้สถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงทำหน้าที่เป็นสถานีรีเลย์เพื่อใช้ถ่ายทอดสัญญาณต่อไปยังสถานีฐาน แสดงดังภาพที่ 1

ในเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพมีกระบวนการหนึ่งที่สำคัญ คือ การค้นหาเส้นทาง งานวิจัยการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีคอร์สเลเยอร์บนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (CLR) [1] นำเสนอการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีคอร์สเลเยอร์ ระหว่างชั้นเครือข่ายและชั้นกายภาพ โดยการเลือกสถานีรีเลย์ที่เหมาะสมเพื่อสร้างเส้นทางจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง การค้นหาเส้นทางจะใช้การกระจายแพ็คเก็ตไปยังทุกสถานีเคลื่อนที่ในเซล เหตุการณ์นี้ทำให้เกิดโอเวอร์-เฮดในกระบวนการค้นหาเส้นทาง การลดโอเวอร์เฮดสามารถทำได้โดยการจำกัดพื้นที่กระจายแพ็คเก็ตค้นหาเส้นทาง

เราเสนอกลไกการลดโอเวอร์เฮดการค้นหาเส้นทางโดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ CLR เราเรียกวิธีการที่นำเสนอว่า โพรโทรคอลค้นหาเส้นทางด้วยคอร์สเลเยอร์โดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ (LCLR) โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษาผลกระทบของการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย

งานวิจัยนี้จัดลำดับหัวข้อตามลำดับดังนี้ คือ ส่วนที่ 2 อธิบายถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 วิธีการที่เรานำเสนอ ส่วนที่ 4 การจำลองการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพวิธีการที่นำเสนอ บทสรุปของงานวิจัยนี้อยู่ในส่วนที่ 5

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยที่นำเสนอ เรามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 การค้นหาเส้นทางด้วยวิธีคอร์สเลเยอร์บนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (CLR)

วิธีการของ CLR มีขั้นตอนการทำงาน อธิบายได้ดังนี้

2.1.1 การเลือกสถานีรีเลย์ ประกอบด้วย 3 เงื่อนไข ดังนี้

1) การอนุญาตให้ส่งต่อสัญญาณไปสถานีเคลื่อนที่ถัดไป

วิธี CLR จะเลือกสถานีเคลื่อนที่ที่ยอมให้ส่งต่อสัญญาณไปสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง

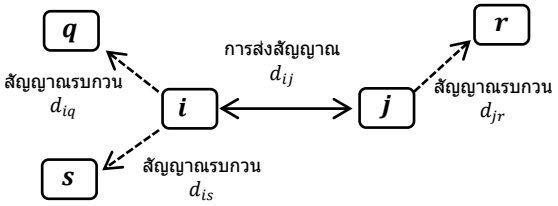
2) การพิจารณาสัญญาณรบกวน

สมมติให้สถานีเคลื่อนที่ที่สนใจ คือ สถานีเคลื่อนที่ i และสถานีรีเลย์ คือสถานีเคลื่อนที่ j เมื่อสถานีเคลื่อนที่ i มีการสื่อสารกับสถานีเคลื่อนที่ j จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน แสดงดังภาพที่ 2 CLR พิจารณาการสื่อสารระหว่างสถานีเคลื่อนที่ i กับสถานีเคลื่อนที่ j ค่าสัญญาณรบกวนเฉลี่ยที่สถานีเคลื่อนที่ r ได้รับจากการส่งสัญญาณจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปสถานีเคลื่อนที่ j คือ $\frac{\rho_{ir}^2 p_{ij}}{d_{ir}^{\gamma}}$ เมื่อ ρ_{ir} คือ time-correlation , γ คือ path loss coefficient , d_{ir}คือ ระยะจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปสถานีเคลื่อนที่ r และ p_{ij} คือ พลังงานส่งสัญญาณจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปยังสถานีเคลื่อนที่ j และกำหนดค่า G คือ DS-CDMA Modulation gain ดังนั้นสัญญาณรบกวนของสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงทั้งหมดที่เป็นผลจากการส่งสัญญาณจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปสถานีเคลื่อนที่ j สามารถแสดงได้ดังสมาการที่ 1

$$I = \frac{1}{G}\left(\sum_{r=1, r\neq\{i,j\}}^{n} \rho_{ir}^2 \frac{p_{ij}}{d_{ir}^{\gamma}} \right) \text{---------- (1)}$$

กำหนดให้ p_{ref}คือ ระดับพลังงานที่สถานีเคลื่อนที่ j ได้รับ โดยที่ $p_{ij} = p_{ref} d_{ij}^{\gamma}$ ดังนั้น สัญญาณรบกวนรวมของสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง ทั้งหมดที่ได้รับ และจัดให้อยู่รูปของตัวแปร d_{ij} ดังแสดงในสมการที่ 2.

$$I\left(d_{ij}\right) = \frac{1}{G}\left(\sum_{r=1, r\neq\{i,j\}}^{n} \rho_{ir}^2 \frac{p_{ref}\, d_{ij}^{\gamma}}{d_{ir}^{\gamma}} \right) \text{---------- (2)}$$



ภาพที่ 2: สัญญาณรบกวนที่มีผลกระทบกับสถานีเคลื่อนที่

3) การพิจารณาจำนวนสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง

CLR จะกำหนดระยะห่างของสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงตามเงื่อนไข $d_{ij} < \left(\frac{p_{min}}{p_{ref}}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ เมื่อ d_{ij} คือ ระยะห่างจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปยังสถานีเคลื่อนที่ j จากงานวิจัย [3] ได้แสดงให้เห็นว่าในเครือข่ายที่มี n สถานีเคลื่อนที่ ทุกสถานีเคลื่อนที่ควรจะมีจำนวนสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงมากกว่า $5.1774(log(n))$ จะทำให้

ทั้งเครือข่ายมีโอกาสในการเชื่อมต่อสูง จำนวนสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง (k) มีเงื่อนไขตามสมการที่ 3

$$k > \theta(\log(n)) \text{ ---------- (3)}$$

2.1.2 การเลือกเส้นทาง

กำหนดให้ $X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_M$ เป็นเซตของเส้นทางจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังโหดปลายทาง ตามเงื่อนไข ดังนี้

1) ทรูพุทจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง

เพื่อพิจารณาโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการส่งสัญญาณจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง เช่น ถ้าสถานีเคลื่อนที่ i ส่งสัญญาณไปสถานีเคลื่อนที่ j สำเร็จได้ก็ต่อเมื่อ พลังงานที่สถานีเคลื่อนที่ j ได้รับจากสถานีเคลื่อนที่ i มีค่ามากกว่าพลังงานสัญญาณรบกวนจากสถานีเคลื่อนที่อื่นๆรวมกับพลังงานสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อม สามารถเขียนเป็นสมการความน่าจะเป็นที่จะสามารถส่งสัญญาณจากสถานีเคลื่อนที่ i ไปสถานีเคลื่อนที่ j ได้สำเร็จ ดังแสดงในสมการที่ 4

$$\mathrm{P}(C_{ij}) = \mathrm{P}(SINR_{ij} \geq \beta) = \mathrm{P}\left(r_{ij} \geq \beta.(I_{ij} + N)\right) \text{ -------- (4)}$$

โดยที่ r_{ij} คือ พลังงานที่สถานีเคลื่อนที่ j ได้รับจากสถานีเคลื่อนที่ i และ I_{ij} คือสัญญาณรบกวนที่สถานีเคลื่อนที่ j ได้รับระหว่างการสื่อสารกับสถานีเคลื่อนที่อื่น กำหนดให้ $x_M = \{1, 2, 3, \dots, h\}$ เป็นเส้นทางที่ผ่านการเลือกสถานีรีเลย์แล้ว ซึ่งมีจำนวนฮอพทั้งหมด $h-1$ CLR ได้กำหนดสมการทรูพุทจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง ดังแสดงในสมการที่ 5

$$\mathrm{P}(C_{ij}) \geq 1 - \sum_{i=1}^{h-1}\left(1 - \left[e^{\left(-\frac{\beta N}{p_{ii+1} d_{ii+1}^{\gamma}}\right)} \cdot \prod_{k=1, k\neq\{i,i+1\}}^{K} \frac{1}{1 + \frac{\beta}{G}\frac{\rho_{ki+1}^2 p_{ki+1}}{p_{ii+1}}\left(\frac{d_{ii+1}}{d_{ki+1}}\right)\gamma}\right]\right)$$

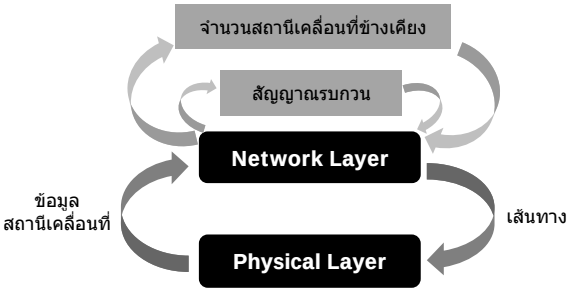
---------- (5)

2) ดีเลย์จากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง

ดีเลย์จากการส่งข้อมูล ประกอบด้วย ดีเลย์ในคิวที่อยู่ในสถานีรีเลย์และดีเลย์ที่เกิดจากการแพร่สัญญาณ ดีเลย์จากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทางจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนสถานีรีเลย์เพิ่มขึ้น วิธี CLR จะเลือกเส้นทางจากที่มีค่าดีเลย์น้อยที่สุดและมีค่าตามที่กำหนดไว้ จากเซต X ที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.1.3 การคอร์สเลเยอร์ในวิธี CLR

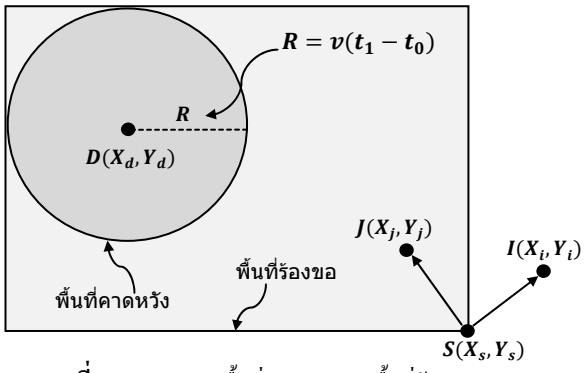
การคอร์สเลเยอร์ในวิธี CLR จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างชั้นเครือข่าย และชั้นกายภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3 การทำงานเริ่มจากชั้นกายภาพส่งข้อมูลของสถานีเคลื่อนที่ไปยังชั้นเครือข่าย เพื่อคำนวณหาค่าสัญญาณรบกวน และจำนวนสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการเลือกสถานีรีเลย์ที่ใช้สร้างเส้นทาง และส่งเส้นทางที่ได้กลับมายังชั้น กายภาพ



ภาพที่ 3: กระบวนการคอร์สเลเยอร์ใน CLR

2.2 โพรโทคอลค้นหาเส้นทางโดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ (LAR)

LAR [4] เป็นโพรโทคอลในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค ที่มีการจำกัดพื้นที่กระจายแพ็คเก็ตค้นหาเส้นทาง โดยขึ้นกับตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง ณ เวลาที่ค้นหาเส้นทาง มีการแบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่คาดหวังและพื้นที่ร้องขอ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: การกำหนดพื้นที่คาดหวังและพื้นที่ร้องขอใน LAR

LAR กำหนดพื้นที่ร้องขอเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยกำหนดให้สถานีเคลื่อนที่ต้นทาง $S(X_s, Y_s)$ รู้ตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง $D(X_d, Y_d)$ ที่เวลา t_0 และที่เวลา t_1 สถานีเคลื่อนที่ต้นทางต้องการสร้างเส้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง และสถานีเคลื่อนที่ D เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ดังนั้นสถานีเคลื่อนที่ S จะสามารถกำหนดพื้นที่ที่คาดหวังของสถานีเคลื่อนที่ D ณ เวลา t_1 ได้ โดยมีรัศมีของพื้นที่คาดหวัง คือ $R = v(t_1 - t_0)$ และ $D(X_d, Y_d)$ จะอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์กลาง ใน

ส่วนการกำหนดพื้นที่ร้องขอนั้น พื้นที่ร้องขอถูกกำหนดเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานทั้งแนวแกน X และแนวแกน Y โดยมุมทั้ง 4 จะขึ้นกับตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ s และพื้นที่คาดหวังแสดงดังภาพที่ 4

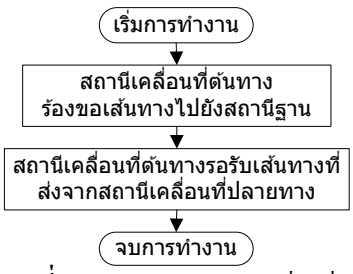
ในการค้นหาเส้นทางเริ่มจากสถานีเคลื่อนที่ s กระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง ถ้าสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงใดที่อยู่ภายนอกพื้นที่ร้องขอจะทิ้งแพ็คเก็ตนี้ ยกตัวอย่างจากภาพที่ 4 ถ้าสถานีเคลื่อนที่ I ได้รับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง สถานีเคลื่อนที่ I จะกระจายแพ็คเก็ตนี้ต่อไป เพราะสถานีเคลื่อนที่ I อยู่ภายในพื้นที่ร้องขอ แต่ในกรณีของสถานีเคลื่อนที่ J เมื่อได้รับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางจะทำการทิ้งแพ็คเก็ตนี้ไปเพราะสถานีเคลื่อนที่ J อยู่ภายนอกพื้นที่ร้องขอ

3. งานวิจัยที่นำเสนอ

ในการค้นหาเส้นทางวิธีการ CLR จะใช้การกระจายแพ็ค-เก็ตไปยังสถานีเคลื่อนที่อื่นๆภายในเครือข่าย ส่งผลทำให้โอเวอร์เฮดเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลง จากการพิจารณาเราพบว่าแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย คือ การลดจำนวนสถานีเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นระหว่างกระบวนการค้นหาเส้นทาง เรียกว่า การลดโอเวอร์เฮดของการค้นหาเส้นทาง สามารถทำได้โดยการจำกัดพื้นที่การกระจายแพ็คเก็ตค้นหาเส้นทาง ดังนั้นเราจึงเสนอกลไกการลดโอเวอร์-เฮดโดยการพิจารณาข้อมูลตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ในกระบวนการค้นหาเส้นทางเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้กับวิธี CLR วิธีการที่เรานำเสนอ เรียกว่า การค้นหาเส้นทางด้วยคอร์สเลเยอร์โดยการพิจารณาตำแหน่งบนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ หรือ LCLR

ขั้นตอนการทำงานของ LCLR

เราสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานต่างๆของ LCLR โดยแบ่งตามหน้าที่ได้ดังต่อไปนี้



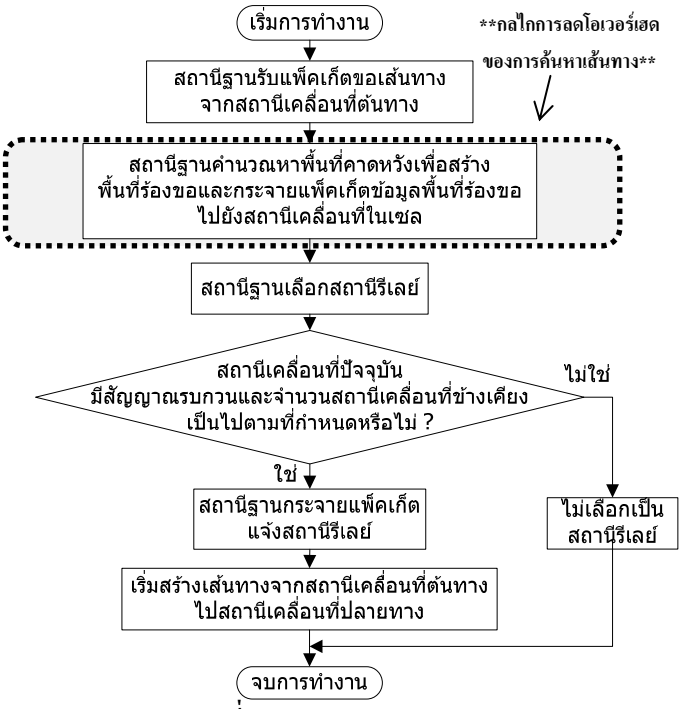
ภาพที่ 5: การทำงานของสถานีเคลื่อนที่ต้นทาง

3.1 สถานีเคลื่อนที่ต้นทาง

ภาพที่ 5 แสดงการทำงานของสถานีเคลื่อนที่ต้นทาง มีขั้นตอนการทำงานต่างๆได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มการสื่อสารจากสถานีต้นทาง ส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังสถานีฐาน

ขั้นตอนที่ 2 สถานีเคลื่อนที่ต้นทางรอเส้นทางที่ตอบกลับมาจากสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง



ภาพที่ 6: การทำงานของสถานีฐาน

3.2 สถานีฐาน

ภาพที่ 6 แสดงการทำงานของสถานีฐานซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อสถานีฐานได้รับแพ็คเก็ตขอเส้นทางจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทาง จะคำนวณหาพื้นที่คาดหวังจากสถานีเคลื่อนที่ปลายทางเพื่อสร้างพื้นที่ร้องขอ และกระจายแพ็คเก็ตเพื่อแจ้งพื้นที่ร้องขอให้ทุกสถานีในเซล

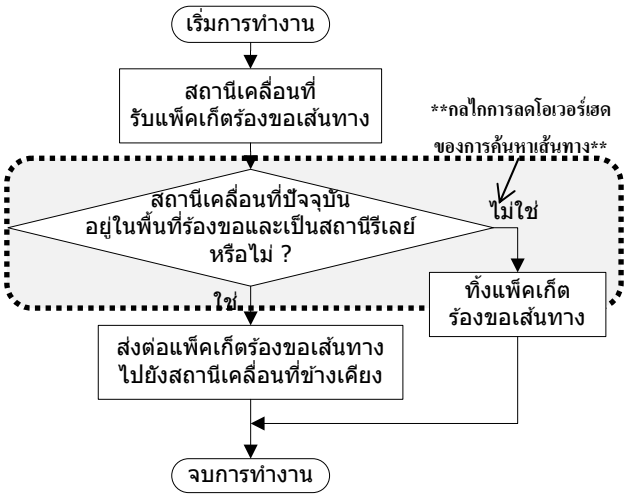
ขั้นตอนที่ 2 สถานีฐานเลือกสถานีรีเลย์โดยพิจารณาจากสัญญาณรบกวนและจำนวนสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียงของแต่ละสถานีเคลื่อนที่ในเซล

ขั้นตอนที่ 3 สถานีฐานกระจายแพ็คเก็ตแจ้งว่าสถานีเคลื่อนที่ใดถูกเลือกเป็นสถานีรีเลย์

ขั้นตอนที่ 4 สถานีต้นทางสร้างเส้นทางไปสถานีปลายทาง

3.3 สถานีรีเลย์

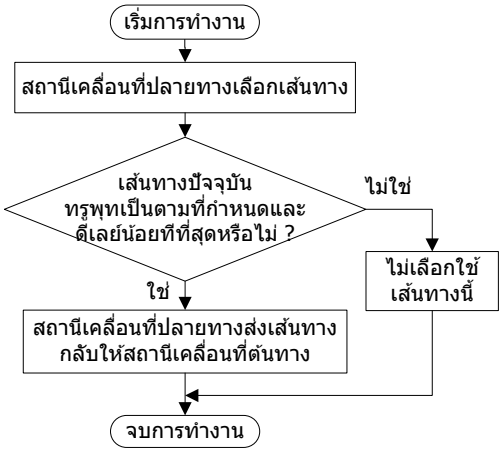
ภาพที่ 7 แสดงการทำงานของสถานีรีเลย์ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 7: การทำงานของสถานีรีเลย์

ขั้นตอนที่ 1 สถานีเคลื่อนที่ตรวจสอบตัวเองว่าเป็นสถานีปลายทางหรือไม่ ถ้าใช่จะทำงานในส่วนของสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง แต่ถ้าไม่ใช่จะทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 สถานีเคลื่อนที่ตรวจสอบตัวเองว่าอยู่ในพื้นที่ร้องขอและเป็นสถานีรีเลย์หรือไม่ ถ้าใช่จะทำการส่งต่อแพ็คเก็ตขอเส้นทางไปสถานีเคลื่อนที่ข้างเคียง แต่ถ้าไม่ใช่จะทำการทิ้งแพ็คเก็ตขอเส้นทาง



ภาพที่ 8: การทำงานของสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง

3.4 สถานีเคลื่อนที่ปลายทาง

ภาพที่ 8 แสดงการทำงานของสถานีเคลื่อนที่ปลายทางมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อสถานีเคลื่อนที่ปลายทางได้รับแพ็คเก็ตขอเส้นทางจากสถานีรีเลย์ สถานีเคลื่อนที่ปลายทางจะเลือกเส้นทางที่มีทรูพุทตามากที่สุด และมีดีเลย์น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 สถานีเคลื่อนที่ปลายทางส่งเส้นทางที่เลือกกลับไปยังสถานีเคลื่อนที่ต้นทาง

4. ผลการทดลอง

เราประเมินประสิทธิภาพของ LCLR โดยการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม เอ็นเอส-ทู เราวัดประสิทธิภาพต่างๆ ของเครือข่าย ดังนี้ จำนวนแพ็คเก็ตการค้นหาเส้นทางดีเลย์จากการส่งข้อมูลจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทาง การสูญหายของแพ็คเก็ต และ อัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จ

4.1 พารามิเตอร์ของการจำลองการทำงาน

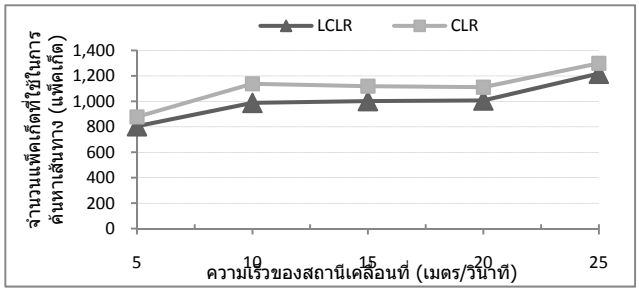
ในการจำลองการทำงานเรากำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้ การส่งข้อมูลเป็นแบบ Constant Bit Rate (CBR) แพ็คเก็ตมีขนาดเท่ากับ 512 กิโลไบต์ กำหนดให้พลังงานเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 1,000 จูล จำนวนสถานีเคลื่อนที่ 250 สถานี สำหรับพารามิเตอร์อื่นๆ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงค่าพารามิเตอร์

Parameters	Value
Cell Radius	1 km
Propagation loss exponent (γ)	4
SINR threshold (β)	3 dB
Cooperation level	70%
End-to-end delay threshold	100 msec
Correlation coefficient between spreading codes	0.1 32
Spreading factor	-90 dB
Thermal noise at receiver p_{ref}	10^{-7}
Antenna Gain in MT	0 dB (Omni directional)

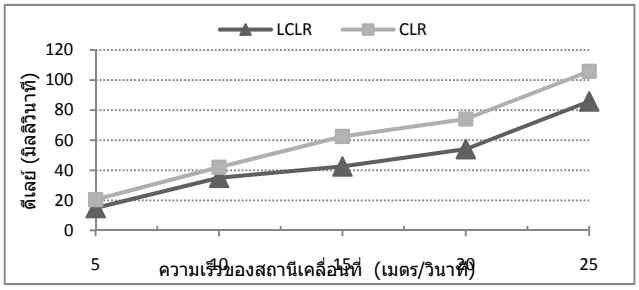
4.2 ผลการทดลอง

เราได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ LCLR กับ CLR ตามตัววัดประสิทธิภาพที่เราได้กล่าวไว้ข้างต้น และเราได้แสดงผลการเปรียบเทียบในรูปแบบกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 6 ถึงรูปที่ 10 ดังนี้



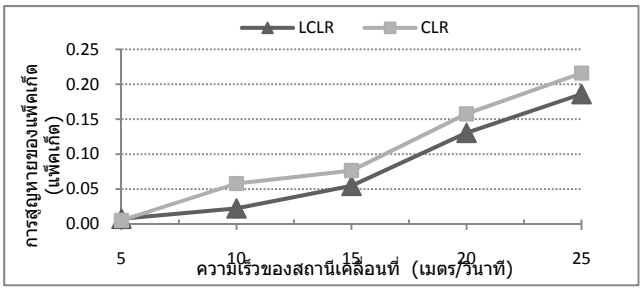
ภาพที่ 6: จำนวนแพ็คเก็ตที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางกับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ค่าต่างๆ

ในภาพที่ 6 เราแสดงแพ็คเก็ตที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ค่าต่างๆ เมื่อสถานีเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น จำนวนแพ็คเก็ตที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ LCLR แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพที่เหนือกว่า CLR ส่งผลทำให้ LCLR สามารถลดโอเวอร์เฮดได้มากกว่าของ CLR



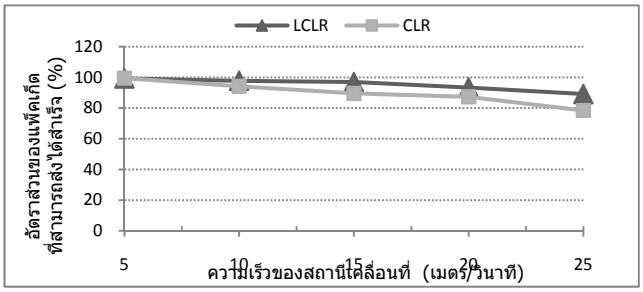
ภาพที่ 7: ดีเลย์กับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ค่าต่างๆ

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วสถานีเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ดีเลย์จากการส่งข้อมูลจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทางเพิ่มขึ้นด้วย แต่ LCLR แสดงให้เห็นว่ามีดีเลย์จากการส่งข้อมูลจากสถานีเคลื่อนที่ต้นทางไปยังสถานีเคลื่อนที่ปลายทางที่น้อยกว่า CLR



ภาพที่ 8: การสูญหายของแพ็คเก็ตกับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ

ทั้งวิธี CLR และ LCLR การสูญหายของแพ็คเก็ตจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้น แสดงดังภาพที่ 8 แต่การสูญหายของแพ็คเก็ตจากวิธีการของ LCLR จะให้ค่าที่ต่ำกว่าการสูญหายของแพ็คเก็ตที่เกิดจากวิธีของ CLR



ภาพที่ 9: อัตราส่วนของแพ็คเก็ตกับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ค่าต่างๆ

รูปที่ 9 เราแสดงอัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จกับความเร็วของสถานีเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้น เราพบว่าเมื่อประสิทธิภาพอัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จจะลดลงเมื่อสถานีเคลื่อนมีความเร็วเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสูญหายของแพ็คเก็ตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีการ LCLR ได้แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จ มีค่าที่สูงกว่า CLR

5. สรุป

งานวิจัยนี้เรานำเสนอกลไกการลดโอเวอร์เฮดของการค้นหาเส้นทางโดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของวิธีการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีคอร์สเลเยอร์บนเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (CLR) วิธีการที่เรานำเสนอ เรียกว่า “การค้นหาเส้นทางด้วยคอร์สเลเยอร์โดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่สำหรับเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอพ (LCLR)” เราวัดประสิทธิภาพของ LCLR ด้วยการจำลองการทำงานของเครือข่าย เราสนใจในผลกระทบของการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ เราวัดประสิทธิภาพในรูปของจำนวนแพ็คเก็ตการค้นหาเส้นทาง ดีเลย์ การสูญหายของแพ็คเก็ต และอัตราส่วนของแพ็คเก็ตที่สามารถส่งได้สำเร็จ ผลจำลองการทำงานและการประเมินประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นว่า LCLR ให้ประสิทธิภาพที่เหนือกว่า LCR

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Kannan, S. N.Merchant and U. B. Desai, " Cross Layer Routing for Multihop Cellular Networks. " In IEEE 21st Advanced Information Networking and Applications Workshops(AINAW'07)

[2] Y. Lin and Y. Hsu, " Multi - hop cellular: A new architecture for wireless communications " in Proc. IEEE INFOCOM 2000, vol. 3, 26-30 March 2000, pp. 1273–1282.

[3] F. Xue and P. Kumar, " The number of neighbors needed for connectivity of wireless networks " Springer: Wireless Networks, vol. 10, pp. 169 – 181, Mar 2004.

[4] Dharma Prakash, Arawal, Qing –An Zeng, " Introduction to Wireless & Mobile Systems 3rd Edition " ,pp. 336-340.

ระบบควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติและตรวจสอบสภาวะแวดล้อม ภายในโรงงานแบบไร้สายจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

A Wireless System for Controlling Machines and Monitoring Sensors in Factory through Internet

พูนศักดิ์ พรเพิ่มพูน (Poonsuk Ponpurmpoon)[1] และพิพัฒน์ หิรัญย์วณิชชากร (Pipat Hiranvanichakorn)[2]

สาขาวิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[1]dkny22th@hotmail.com , [2]pipat@as.nida.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการผลิตอัตโนมัติในโรงงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตในโรงงานให้เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ ยังจำกัดอยู่ที่ระยะทางของสายเคเบิลที่เชื่อมต่อเครื่องควบคุมเข้ากับเครื่องจักรอัตโนมัติ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งนำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบแบบระบบฝังตัว (Embedded System) เพื่อควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และตรวจสอบสถานะภายในโรงงานจากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งภายในโรงงาน โดยมุ่งนำเสนอแนวคิดของระบบที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูลที่ส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ในโรงงานด้วยระบบไร้สาย Zigbee

คำสำคัญ: ระบบการผลิตอัตโนมัติในโรงงาน ระบบแบบฝังตัว ซิกบี พีแอลซี

Abstract

Factory Automation can significantly increase the productivity of the production systems. However, range of control system is limited by the length of the cable cords that connect the Automatic Machines with control system, This paper proposes an embedded system for controlling machines and monitoring sensors in Factory by using Zigbee Technology. Because its objective is to control the machines through internet, performance and security issues are concerned

Keyword: Factory Automation Embedded System Zigbee PLC

1. บทนำ

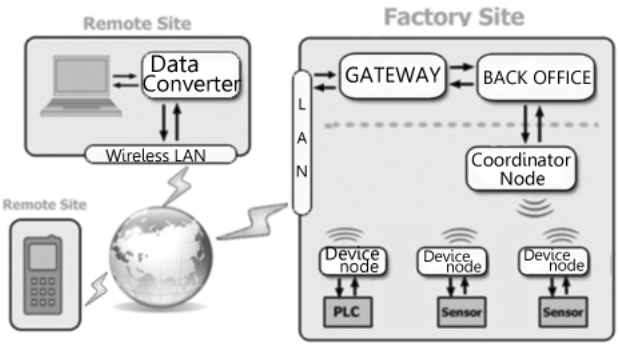
การนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถเพิ่มผลผลิตและลดความผิดพลาดในการผลิตได้อย่างมาก เช่น ในอุตสาหกรรมที่มีอันตรายในการผลิต เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซ โรงงานผลิตสารเคมี เป็นต้น การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดร่วมกับระบบอัตโนมัติในการผลิต เช่น แขนกล หุ่นยนต์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นต้น สามารถช่วยลดทั้งความผิดพลาดจากการทำงานและความสูญเสียต่อชีวิตมนุษย์เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

จากประโยชน์ที่มีมากมายของระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาระบบการผลิตอัตโนมัติด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่อง สำหรับการควบคุมระบบอัตโนมัติโดยระบบไร้สาย ก็เป็นด้านหนึ่งที่มีงานวิจัย [1-4] เพื่อการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากการควบคุมในแบบปกติ งานวิจัย[1] เสนอแนวคิดนำ Bluetooth Module มาใช้แทนสายเคเบิลในการเชื่อมต่อระหว่าง Programmable Logic Controller (PLC) เข้ากับเครื่องที่ใช้ควบคุม ข้อจำกัดของระบบนี้ คือ การทำงานของ Bluetooth อาจมีการรบกวนกับการทำงานของ WIFI ซึ่งอยู่ภายในบริเวณเดียวกันได้[4] และยังไม่สามารถจัดการอุปกรณ์หลายๆชิ้นในรูปแบบของเครือข่าย นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังไม่ได้คำนึงถึงการควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต งานวิจัย[2] นำเสนอแนวคิดการนำ Zigbee มาใช้แทนสายเคเบิลในการเชื่อมต่อส่วนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมเข้ากับ PLC แบบไร้สายในระยะใกล้ โดยมีการใช้ Zigbee ในรูปแบบ Network ทำให้สามารถเชื่อมต่อPLC เข้าในระบบได้หลายตัว ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือเป็นระบบการสื่อสารระยะใกล้เท่านั้น ยังไม่ได้คำนึงถึงการ

ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งต้องมีการพัฒนาระบบเพิ่มเติม เช่น การจัดการผู้ใช้ การแปลงรูปแบบคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับ PLC ในแบบ Serial ให้สามารถส่งผ่านอินเทอร์เน็ตได้ การจัดการด้านความปลอดภัยของระบบขณะที่ส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต งานวิจัย[3] นำเสนอแนวคิดของการแสดงสถานะของ PLC ในรูปแบบ GUI เรียกว่า Virtual Control Interface (VCI) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนแบบระยะไกล ซึ่ง VCI นี้พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บเพจเพื่อทำให้ผู้เรียนจากระยะไกล สามารถทดลองใช้ PLC จากระยะไกล ข้อจำกัดของการแสดงสถานะด้วย VCI คือ การนำแนวคิดประยุกต์ใช้งานจริงจะขาดความยืดหยุ่น โดย VCI ที่สร้างขึ้นใช้ได้เฉพาะกับ PLC ที่จำลองออกมาเท่านั้นแม้จะใช้การเชื่อมต่อแบบ Serial เหมือนกันก็ตาม การที่จะต้องแก้ไข VCI เพื่อให้ใช้กับ PLC ตัวอื่นทำได้ยาก และอาจต้องเสียทรัพยากรมาก งานวิจัย[4] นำเสนอแนวคิดการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และระยะใกล้ภายในบ้าน โดยนำเสนอหลักการจัดการอุปกรณ์ภายในบ้าน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Home Gateway และ Virtual Home โดย Home Gateway ทำหน้าที่ดูแลการรับคำสั่งทั้งที่สั่งมาจากภายในบ้านและที่สั่งจากระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ต Virtual Home เป็นส่วนที่ใช้ตรวจความถูกต้องของคำสั่งที่ได้รับมา ก่อนที่จะส่งให้อุปกรณ์ปลายทางทำงาน ระบบนี้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ภายในบ้านซึ่งมักมีสถานะที่ไม่ซับซ้อน เช่น การเปิด/ปิด สวิตช์ไฟ การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นระบบนี้จึงเป็นการยากที่จะนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่มีการควบคุมซับซ้อนและต้องอาศัยส่วนควบคุมและมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเฉพาะ เช่น ในโรงงานที่มักใช้อุปกรณ์ที่ต้องใช้โปรแกรมควบคุมเฉพาะตามที่ผู้ผลิตกำหนดมา และมักใช้การส่งข้อมูลด้วย Serial Port

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน PLC ในโรงงาน บทความวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้แนวคิดการควบคุมระยะไกลมาใช้ โดยได้นำเสนอแนวคิด การแปลงรูปแบบคำสั่งให้สามารถส่งผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้สามารถใช้โปรแกรมเดิมจากผู้ผลิตได้ และสามารถเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในระบบโดยไม่ต้องแก้ไขระบบที่ได้พัฒนาไว้แล้ว รวมถึงแนวคิดการจัดการระบบเพื่อสนับสนุนผู้ใช้แบบหลายคน (Multi User) นอกจากนี้ยังนำเสนอ แนวคิดในการจัดการด้านความมั่นคงปลอดภัยของระบบ งานวิจัยนี้แบ่งส่วนการทำงานของระบบเป็น Remote site และ Factory site ซึ่ง Remote Site ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ แปลงคำสั่งจากโปรแกรมควบคุม PLC ซึ่งส่งข้อมูลแบบ serial ให้เป็นแพ็คเกจผ่านอินเทอร์เน็ต ส่วน Factory site จะทำหน้าที่แยกคำสั่งที่อาจสั่งมาจากคอมพิวเตอร์พกพา หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ จัดการอุปกรณ์ปลายทางภายในโรงงาน จัดการด้าน Security ของระบบ มีรายละเอียดดังนี้

2. ระบบการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติและรับรู้สภาวะแวดล้อมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 1: แสดงแนวคิดของระบบ

2.1 Remote Site ส่วนควบคุมจากระยะไกล

ในการทำงานของระบบเริ่มที่ฝั่ง Remote Site เป็นฝั่งที่อยู่ที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดย User ที่ฝั่ง Remote Site นี้ จะใช้โปรแกรมเดิมที่ใช้ในการควบคุม PLC จากคอมพิวเตอร์ Notebook หรือจะใช้โปรแกรมควบคุมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อสั่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้ สำหรับกรณีที่เป็นการสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook นั้นจะใช้โปรแกรมควบคุมเดิมที่ผู้ผลิตกำหนดมาควบคุม PLC เครื่องนั้นๆ เนื่องจากมีฟังก์ชันการทำงานที่ครบ แต่เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ควบคุม PLC นั้นจะส่งคำสั่งเพื่อควบคุมผ่านทาง Serial Port เป็นหลัก แต่ระบบนี้เป็นการควบคุมจากระยะไกล จึงต้องต้องมีส่วน Data Converter เพื่อมารอรับคำสั่งที่ส่งมาจากโปรแกรมที่ใช้ควบคุม PLC ซึ่ง Data Converter ประกอบด้วย 3 ส่วนการทำงาน คือ 1) ส่วน Virtual Serial Port 2) ส่วนการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล 3) ส่วนของการสร้าง HMAC (Hashed Message Authentication Code) โดยส่วน Virtual Serial Port จะสร้างพอร์ท Serial จำลองขึ้นมาบนคอมพิวเตอร์

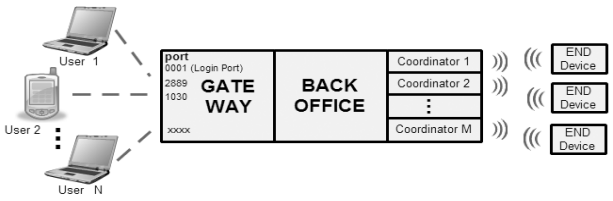
พกพา เพื่อรอรับข้อมูลจากโปรแกรมที่ใช้ควบคุม PLC เมื่อ Virtual Serial Port ได้รับคำสั่งแล้วก็จะส่งไปทำขั้นตอนการเข้ารหัส เพื่อรักษาความลับของข้อมูลขณะส่งผ่านอินเทอร์เน็ต แล้วจึงสร้าง HMAC ขึ้นเพื่อใช้ยืนยันความถูกต้องของข้อมูลเมื่อส่งผ่านอินเทอร์เน็ต เสร็จแล้วจึงนำทั้งข้อมูลที่เข้ารหัสลับและ HMAC ไปสร้างเป็น TCP/IP Packet ก่อนจะส่งออกไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านระบบ Wireless LAN แต่ถ้าเป็นกรณีของการส่งคำสั่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเอง สามารถนำคำสั่งที่ใช้ควบคุม PLC ที่เข้ารหัสเพื่อรักษาความลับและสร้าง HMAC เพื่อควบคุมความถูกต้องของการส่งข้อมูล แล้วจึงไปสร้างเป็น TCP/IP Packet แล้วส่งออกทาง Wi-Fi ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องมีส่วนของ Virtual Serial Port

2.2 Factory Site ระบบควบคุมในโรงงาน

ฝั่ง Factory Site ซึ่งอยู่ภายในโรงงาน จะรอรับคำสั่งจาก Remote Site ที่จะเข้ามายัง TCP/IP Port ที่เปิดรอไว้ โดย TCP/IP Packet นั้นถูกส่งเข้าไปยังส่วน GATEWAY ซึ่งทำหน้าที่ทำให้เกิดการติดต่อระหว่าง Remote Site และ Factory Site และดูแลการรับส่งข้อมูลของการติดต่อนั้นให้ถูกต้อง มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 หน้าที่ของ GATEWAY

(1) กำหนด TCP Service Port ให้ผู้ใช้ กล่าวคือ เมื่อผู้ใช้ Login โดยติดต่อไปยัง Login Port เรียบร้อยแล้ว ก็จะต้องมีการกำหนด TCP Service Port สำหรับการเชื่อมต่อให้กับผู้ใช้แต่ละคนด้วยการสุ่มหมายเลขพอร์ตให้ โดยข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนจะถูกรับและส่งใน TCP Port ของตนที่ถูกกำหนดให้เท่านั้น เพื่อมิให้ข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนปะปนกัน ทำให้ไม่ต้องรอให้ Port ว่างก่อนจะส่งข้อมูล และ ทำให้สามารถรองรับผู้ใช้ได้หลายๆคนพร้อมๆกันแบบ Multi User ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงแนวคิด Multi User และ Multi Device

(2) ตรวจสอบ User Authentication โดยการ Login ด้วย User และ Password และต้องจัดการ Session การติดต่อนั้นจน Logout โดยเมื่อ Login สำเร็จแล้ว ต้องมีการจัดเก็บ IP Address ของผู้ที่อยู่ในระบบเพื่อใช้คัดกรอง TCP/IP Packet ข้อมูลต่อไป

(3) คัดกรองเฉพาะข้อมูลหรือคำสั่งจากผู้ที่ทำการ Login อย่างถูกต้องเท่านั้น ที่จะสามารถส่งข้อมูลผ่าน GATEWAY เข้าไปยังส่วนอื่นในระบบได้ ถ้าส่งมาจากผู้ที่ไม่ได้ Login อย่างถูกต้อง จะถูกทิ้งไปทั้งหมด

เมื่อ GATEWAY ตรวจสอบแล้วทุกอย่างถูกต้อง GATEWAY ก็จะส่งข้อมูลหรือคำสั่งที่อยู่ภายใน TCP/IP Packet ซึ่งยังอยู่ในรูปการเข้ารหัสข้อมูลไปยังส่วน BACK OFFICE ซึ่งมีหน้าที่ในการจัดการด้าน Security และควบคุมกลุ่มของอุปกรณ์ปลายทาง มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2 หน้าที่ของ BACK OFFICE

(1) ถอดรหัสข้อมูลหรือคำสั่งที่อยู่ภายใน TCP/IP Packet ที่ได้รับมา

(2) ตรวจสอบความถูกต้องของ TCP/IP PACKET ที่ส่งเข้ามาว่า เป็น TCP/IP PACKET จากผู้ส่งตัวจริง ไม่ได้ถูกแก้ไขระหว่างทาง โดยใช้หลักการของการตรวจ HMAC

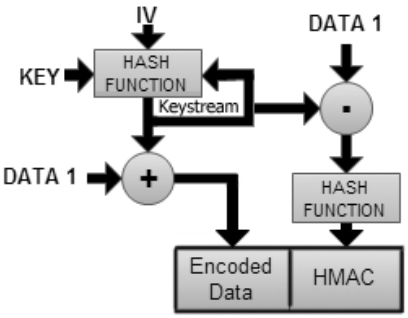
(3) แปลงรูปแบบข้อมูลระหว่างชนิดของข้อมูลแบบ TCP/IP – Serial เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ควบคุม และ PLC จะติดต่อสื่อสารกันผ่าน Serial Port ผ่านสายเคเบิล เมื่อเปลี่ยนเป็นการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ต จึงต้องมีการแปลงข้อมูลให้เป็น TCP/IP Packet เพื่อให้สามารถส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดย BACK OFFICE ต้องแปลงข้อมูลรูปแบบ TCP/IP Data Packet จาก Remote Site เป็น Serial Line Data Packet เพื่อส่งให้กับ PLC หรือ Sensor ประมวลผล และต้องแปลง Serial Line Data Packet เป็น TCP/IP Data Packet เพื่อส่ง respond กลับไปยัง Remote Site

(4) Multi-User Port To Serial Line Control กล่าวคือ BACK OFFICE ต้องเก็บสถานะการใช้อุปกรณ์ปลายทางเพื่อตรวจสอบสถานะว่าอุปกรณ์ปลายทางที่ต้องการว่างหรือไม่เมื่อมีคำร้องขอใช้อุปกรณ์ โดย BACK OFFICE ต้องกำกับการขนถ่ายข้อมูลจาก TCP/IP Port ผ่านทาง Coordinator Node ที่ถูกต้อง ไปยังอุปกรณ์ปลายทางที่ต้องการติดต่อได้ ดังภาพที่ 2

2.3 ความมั่นคงของข้อมูล

2.3.1 การเข้ารหัสลับ และการควบคุมความถูกต้องของข้อมูล

เนื่องจากระบบที่นำเสนอนี้เป็นการควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความมั่นคงของข้อมูล ในงานวิจัยนี้ใช้การเข้ารหัสลับแบบ Keystream เพื่อเข้ารหัสลับข้อมูล และใช้ HMAC เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลถูกแก้ไขระหว่างทางหรือไม่ ซึ่งหลักการที่ใช้ได้แสดงในดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แสดงการเข้ารหัสข้อมูลและสร้าง HMAC

กระบวนการในการเข้ารหัสข้อมูลและสร้าง HMAC ในงานวิจัยนี้ จะทำโดยการสร้าง Keystream ขึ้นมาด้วยการนำ Initial Vector เริ่มต้น มาเชื่อมต่อกับ Key ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า แล้วนำไปผ่าน Hash Function เช่น MD5 จะได้ Output ที่เป็นค่า hash ออกมา แล้วนำค่า hash ที่ได้นี้ ไปแทนที่ค่า KEY และ IV ในรอบถัดไป จึงทำให้ได้ Keystream เพื่อใช้ในการเข้ารหัสและใช้สร้าง HMAC ต่อไป โดยในการเข้ารหัส จะนำ Data มา Exclusive OR กับ Keystream ได้ Encoded Data ส่วน HMAC นั้นสร้างโดยการนำ Keystream ที่ได้นี้ มา Concat กับ Data แล้วนำไปผ่าน Hash Function ได้ผลลัพธ์ออกมาเพื่อใช้เป็น HMAC ปะท้าย Encoded Data เพื่อส่งออกไป

2.3.2 การยืนยันตัวเองของผู้ใช้ระบบ

ในการเข้าใช้งานระบบแต่ละครั้ง ผู้ใช้งานระบบจะต้องยืนยันตัวเอง เพื่อที่จะรับ Session Key เพื่อใช้ในการเข้ารหัสลับและควบคุมความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง โดยการยืนยันตัวเองนี้จะใช้หลักการของการ challenge - response ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ผู้ต้องการใช้ระบบจะส่งคำขอ ซึ่งมี User Name ไปให้กับ GATEWAY ซึ่ง GATEWAY จะใช้ Key ของผู้ใช้รายนั้นในการเข้ารหัสลับ Session Key ของผู้ใช้รายนั้น แล้วส่งกลับไปให้ผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ได้รับข้อความซึ่งเข้ารหัสกลับมาแล้ว ก็จะทำการป้อน Password ของตนเองเข้าไป ซึ่งโปรแกรมของฝั่งผู้ใช้จะแปลง Password ให้เป็น Key ของผู้ใช้ โดย Key ที่ได้นี้จะนำไปถอดรหัส Session Key สำหรับการเข้าใช้งานครั้งนั้นมา โดยในงานวิจัยนี้จะเปลี่ยน Password ให้เป็น Key โดยการป้อน Password เข้าไปยัง Hash Function

2.4 การจัดการอุปกรณ์ปลายทางในโรงงาน

หลังจากการทำงานของส่วน BACK OFFICE ข้อมูลและคำสั่งก็จะถูกส่งต่อไปให้ส่วน Coordinator Node ของ Zigbee เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ปลายทางต่อไป โดยสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมอัตโนมัติ มักจะมีการใช้ PLC และ Sensor อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อประโยชน์สูงสุดของการจัดการระยะไกลจึงมีการออกแบบระบบซึ่งตอบสนองความต้องการ 2 ประการ คือ

(1) ผู้ใช้สามารถเลือกและสลับ PLC ที่ต้องการควบคุมได้ด้วยตนเองจากระยะไกล

(2) ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของโรงงาน เช่น อุณหภูมิ คุณภาพอากาศ จาก Sensor ที่ติดตั้งในจุดต่างๆภายในโรงงานได้จากระยะไกล

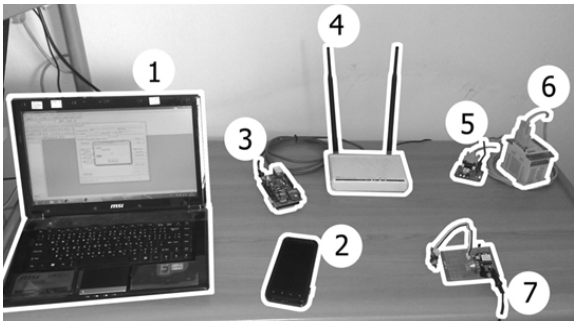
ในการสื่อสารระหว่าง BACK OFFICE กับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมในงานวิจัยนี้ จะใช้ระบบ Zigbee ซึ่งเป็นระบบสื่อสารไร้สายระยะใกล้ มีการรบกวนกับการทำงานของระบบ WIFI น้อย[4] มีการจัดการด้าน Security ในการส่งแบบไร้สายระยะใกล้ที่ดี มีโหมดการทำงานได้หลายอย่าง

สำหรับ Zigbee สามารถกำหนดให้ทำงานได้ 2 โหมด คือ

(1) Transparent Mode เป็นโหมดที่ Zigbee Module จะติดต่อรับส่งข้อมูลกันแบบไร้สายในลักษณะ Point to Point ซึ่งเหมาะที่จะใช้ติดต่อระหว่าง coordinator node กับ end device node ของ PLC เนื่องจากสามารถกำหนดให้ติดต่อกันเฉพาะคู่ที่กำหนดไว้เท่านั้น จึงสามารถส่งข้อมูลจาก Coordinator ไปยัง PLC ได้ด้วยความเร็วสูงสุด นอกจากนี้ ยังสามารถเปลี่ยนคู่ของการสื่อสารจากระยะไกลด้วยคำสั่ง AT Command (หรือจะพัฒนาให้ใช้ง่ายขึ้นในอินเทอร์เฟซแบบ GUI ก็ได้) ซึ่งจะทำให้สามารถสลับไปควบคุม PLC ตัวอื่นๆจากระยะไกลได้โดยง่าย

(2) API Mode เป็นโหมดที่เหมาะที่จะประยุกต์ใช้กับ Sensor เพื่อให้สามารถติดต่อกับ Sensor จำนวนมากที่กระจายอยู่ในโรงงานได้ เนื่องจากโหมดนี้จะทำงานในรูปแบบ Network ซึ่งจัดตั้งเป็นเครือข่ายไร้สาย Zigbee โดย Coordinator Node จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการกำกับดูแลกิจกรรมต่างๆ ภายใน Zigbee Network ส่วน Device Node ซึ่งเป็นสมาชิกของ Zigbee Network จะมี Sensor เชื่อมต่ออยู่ เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถรับคำสั่งและส่งผลลัพธ์โต้ตอบกลับไปผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee ได้

3. ระบบที่ได้พัฒนาในการทดลอง



ภาพที่ 4 : แสดงระบบที่ได้พัฒนาขึ้นในการทดสอบการควบคุม

ระบบที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ฝั่ง Remote Site ซึ่งใช้ในการสั่งงาน PLC ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้เครื่อง PC แบบพกพา ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่าน WI-FI โดยโปรแกรมที่ใช้ควบคุม PLC จาก PC ที่ใช้ในการทดสอบคือ GX Developer สำหรับควบคุม PLC ของ Mitsubishi

2.โทรศัพท์เคลื่อนที่ในฝั่ง Remote Site ที่มีการติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยเป็นโปรแกรมที่จะสามารถสั่งงาน PLC ได้บางส่วน เช่น ตรวจสอบสถานะของ PLC ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ช่องทางการสื่อสารที่สะดวกในพื้นที่นั้นๆ เช่น Wi-Fi GPRS หรือระบบ 3G เป็นต้น

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino MEGA ADK R3 ในฝั่ง Factory Site มี Clock Speed 16 MHz Flash Memory 256 KB SRAM 8 KB EEPROM 4 KB มีความสามารถในการประมวลผลคำสั่ง 16 MIPS เป็นส่วนที่ใช้พัฒนาระบบในรูปแบบ EMBEDDED SYSTEM ประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับ Remote Site และส่วนควบคุมภายในโรงงาน ซึ่งก็คือ GATEWAY และ BACK OFFICE นั่นเอง โดยต้องกำหนดให้มี IP ADDRESS ซึ่ง Remote Site สามารถเข้าถึงได้โดยตรงจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในงานวิจัยนี้ได้รวมส่วน Coordinator Node เข้ากับ I/O port บนบอร์ดหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยเพื่อลดการเดินสายไฟภายนอก ทำให้การจัดเก็บ ติดตั้ง และใช้งาน มีความเหมาะสมในรูปแบบ EMBEDDED SYSTEM

4. Wi-Fi Router ในฝั่ง Factory Site ใช้ทดสอบการควบคุมจากคอมพิวเตอร์ Notebook ด้วยเครือข่าย WiFi (สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทดสอบด้วยเครือข่าย 3G)

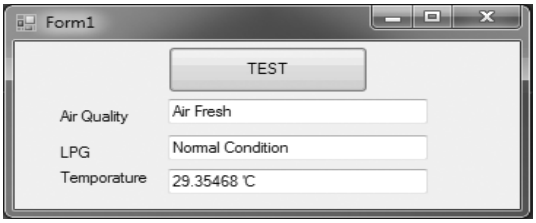
5. เป็นส่วนของ Device Node ในฝั่ง Factory Site ซึ่งถูก Implement ด้วย Zigbee Module ซึ่งทำงานใน Transparent Mode โดย Device Node จะเชื่อมต่ออยู่กับ PLC ด้วยสายเคเบิล

6. เป็นส่วนอุปกรณ์ปลายทางที่ทำงานจริงคือ PLC นั่นเอง

7. เป็นอุปกรณ์ปลายทางอีกประเภท คือ Sensor Board ซึ่ง Integrate ส่วนการทำงานหลักสองส่วนบนบอร์ดหลัก คือ Device Node ซึ่ง Implement ด้วย Zigbee Module โดยทำงานใน API Mode และอีกส่วนคือ End Device ซึ่งได้แก่อุปกรณ์ Sensor 3 ชนิด ได้แก่ Thermometer Sensor Air Quality Sensor และ LPG Sensor

4. ผลการทดลองการใช้งาน

ผลการทดสอบจากระบบที่พัฒนาขึ้นจริง พบว่าในการควบคุม PLC โดยใช้เครื่องคอมพิวแตอร์ Notebook สามารถสั่งงานได้ครบทุกฟังก์ชันการทำงานจาก GX Developer ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทันที เสมือนว่าใช้การเชื่อมต่อโดยตรงด้วยสายเคเบิลอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเอง สั่งให้ Sensor Board ทำการเก็บค่าตัวอย่างของอุณหภูมิ คุณภาพของอากาศ และ ระดับของก๊าซ LPG บริเวณจุดที่ติดตั้ง Sensor Board โดยแสดงตัวอย่างของค่าที่ได้จาก Sensor ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : แสดงหน้าจอผลของค่าที่ได้จาก Sensor Board

ในส่วนของการทดสอบระบบที่พัฒนาบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่าสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อ Login ดังภาพ

6 และตรวจสอบสถานะของ PLC ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และได้ผลลัพธ์ที่ตอบกลับมาได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาพ 7 ซึ่งหมายถึง PLC อยู่ในสถานะ RUN

ภาพที่ 6 : แสดงการ Login **ภาพที่ 7** : แสดงสถานะ PLC

ปัจจัยที่มีผลให้ความเร็วในการตอบสนองของระบบในฝั่ง Remote Site มีความแตกต่างกันออกไปก็คือ ประสิทธิภาพและความหนาแน่นของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ ส่วนประสิทธิภาพของระบบที่ทำงานอยู่ในฝั่ง Factory Site นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ใช้ Implement ในส่วน GATEWAY และ BACK OFFICE เป็นสำคัญ โดยผลการทดลองของการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการ Generate Keystream แบบ MD5 โดยมี Initial Vector รวมกับ Key เป็นความยาว 51 ตัวอักษร ใช้เวลาเฉลี่ย 1,440 microsecond สำหรับเวลาเฉลี่ยที่ GATEWAY และ BACK OFFICE ใช้ในการทำงานทั้งหมดในฝั่ง Factory Site มีดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 : แสดงเวลาเฉลี่ยที่ดำเนินไปของการทำงานในแต่ละขั้น

สถานะการทำงาน	เวลาที่ดำเนินไป (microsecond)
พร้อมรับ TCP/IP Packet จาก Secure Port	
รับ HMAC จาก Remote Site	
รับ Encode Data จาก Remote Site	
Generate Key stream เพื่อใช้ Decode ในฝั่ง Factory Site แบบ MD5 โดยใช้ IV+KEY จนาด 51 อักษร	
Generate HMAC ของฝั่ง Factory Site แบบ MD 5 โดยใช้ IV+KEY จนาด 33 ตัวอักษร เพื่อใช้เปรียบเทียบ	
ตรวจ message Integrity ของ HMAC ที่รับเข้ามาจาก Remote Site กับที่ Generate ขึ้นใน Factory Site ด้วยการ XOR กัน	
ถอดรหัสข้อมูลที่ได้รับจาก Remote Site ด้วยการ XOR กับ Key stream	

0 372 774 2294 3746 3866 4116

5. สรุป

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดของระบบที่สามารถควบคุม PLC และติดตามสถานะของ Sensor จากระยะไกล ทั้งจากคอมพิวเตอร์ Notebook และ โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยนำเสนอแนวคิดของการแปลงรูปแบบคำสั่งให้ส่งผ่านอินเทอร์เน็ตได้ การจัดการระบบแบบ Multi User และแนวคิดด้านการจัดการความมั่นคงปลอดภัยของระบบ โดยระบบที่ Implement ขึ้นตามแนวคิดนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกในการใช้งาน PLC โดยไม่ต้องจำกัดระยะทางของเครื่องควบคุมด้วยสายเคเบิลอีกต่อไป ผลการวิจัยที่ได้จากการทดลอง Implement ระบบขึ้นจริงพบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เชื่อถือได้ เนื่องจากมีการควบคุมด้านความถูกต้องของการส่งข้อมูลทั้งระบบ โดยการรับส่งข้อมูลระยะใกล้แบบไร้สายในโรงงานจะถูกควบคุมความถูกต้องด้วย Zigbee Protocol Stack ส่วนการรับส่งข้อมูลระยะไกลระหว่างอินเทอร์เน็ต จะควบคุมความถูกต้องด้วย TCP/IP Protocol Suit ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการของระบบนี้คือสามารถนำไปปรับใช้ควบคุมอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Serial Interface ได้ทันที แต่มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้ คือ รูปแบบของการเกิด Time out และเวลาที่กำหนดให้เป็น Time out ของแต่ละชุดโปรแกรมควบคุมกับอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมจะแตกต่างกันออกไป จึงควรที่จะศึกษารูปแบบและระยะเวลาการเกิด Time out ของอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมอย่างละเอียด เพื่อปรับจังหวะการส่งผ่านข้อมูลจากโปรแกรมที่ใช้ควบคุมไปยังอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนาขึ้นคือ ระบบถูกออกแบบมาให้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบ Serial Interface เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Abou El-Ela, M.; Alkanhel, M. (2007, April). “Bluetooth based telemetry/ PLC system,” *AEIC’2007 Al-Azhar Engineering Ninth International Conference*. Nasr City, Cairo, Egypt.

[2] Li Pengfei and Li Jiakun, “Application of Communication and Remote Control in PLC Based on ZigBee,” *IEEE CONFERENCE PUBLICATION*, Vol.2. pp. 533-536, 2009.

[3] Hui Li and Jing Zhang, “Study on remote PLC experiment system based on web” *IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS*, pp.1683-1686, 2011.

[4] Khusvinder Gill, Shuang-Hua Yang, Fang Yao, and Xin Lu, “A zigbee-based home automation system” *IEEE Transactions on*, Vol.55(2), pp. 422-430, 2009.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชระหว่าง Web Application และ Windows Application ของ .Net

Performance Comparison between Web Application and Windows Application Hash Functions of .Net

กฤดา จรัสศรีสกุล (Krida Charasrisakul)[1] และศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]Krida.cha@gmail.com, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในยุคของสังคมออนไลน์ผู้คนทั่วทุกมุมโลกต่างนิยมใช้เครื่องมือการสื่อสารที่ส่งข้อมูลโดยผ่านเครือข่ายนั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาในการเลือกใช้ฟังก์ชั่นแฮชของ .Net ทำงานรูปแบบ Web Application หรือ Windows Application เพื่อให้มีคุณภาพและเลือกใช้ฟังก์ชั่นแฮชที่มีความปลอดภัยในการนำมาพัฒนาปรับปรุงซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไป โดยผลการทดลองพบว่า ด้านการเปรียบเทียบรูปแบบการทำงาน ด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ด การทำงานบนรูปแบบ Windows Application มีความเร็วกว่า ส่วนด้านการใช้งาน CPU และด้านการใช้งานหน่วยความจำ การทำงานบนรูปแบบ Web Application มีการใช้งานน้อยกว่า ส่วนมากฟังก์ชั่น MD5 มีประสิทธิภาพดีที่สุด และด้านการเปรียบเทียบการชนกันของข้อมูล ไม่พบการชนกันของข้อมูลจากการรัน 6,000,000 รอบ ซึ่งเราอาจจะไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนรหัสบ่อย แต่อาจจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 44 วัน ในการเปลี่ยนรหัสใหม่

คำสำคัญ : การเปรียบเทียบประสิทธิภาพฟังก์ชั่นแฮช

Abstract

In the era of social networking, everybody uses communication demes to transmit data. It is essential that the data is kept secure. One of the tools that help with the security of data is hash functions. In this research, hash function in Windows Application and Web Application are studied. The results of the study show that Web Application hash functions perform faster then the Windows Application format. For the resources, i.e., CPU and memory. Web Application are also more efficient. Apart from the performance, collisions were also taken into account. Each function was left to run for 6,000,000 rounds. Collision were not found.

Keywords : Hash Function, Collision, .Net

1. บทนำ

ปัจจุบันการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายกำลังเป็นที่นิยมใช้ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นอาจต้องการความปลอดภัยในระหว่างการส่งข้อมูล การเข้ารหัสข้อมูลจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ข้อมูลมีความปลอดภัย ซึ่งในการรักษาความปลอดภัยนั้น “แฮช” เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความยืดหยุ่นและความถูกต้องสูง จึงเป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้

ซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศที่ดีนั้นย่อมต้องมีการทำงานที่รวดเร็วทางด้านการประมวลผล ใช้หน่วยความจำที่ไม่มาก มีความถูกต้องของข้อมูลและต้องมีความปลอดภัย ผู้วิจัยจึงต้องการเลือกใช้ฟังก์ชั่นแฮชให้เหมาะสมในแต่ละขนาดของข้อมูลและเลือกใช้ฟังก์ชั่นแฮชที่มีความปลอดภัยที่ดีเพื่อนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศให้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ทำการศึกษามายังไม่มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชของ .Net ในรูปแบบที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาในด้านการใช้งาน CPU หน่วยความจำที่ใช้ ความเร็วในการเข้ารหัสขนาดของ

ข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศที่เหมาะสมได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาหัวข้อเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชระหว่าง Web Application และ Windows Application ของ .Net

แฮชฟังก์ชั่นเป็นการย่อยข้อมูล หรือ เป็นการแมพ (map) ค่าไบนารีของข้อมูลที่มีขนาดไม่คงที่ให้เป็นค่าไบนารีของข้อมูลที่มีขนาดคงที่ ซึ่งหลักการทำงานของแฮชฟังก์ชั่นจะมีลักษณะเป็น one way functions การทำแฮชฟังก์ชั่นจะไม่สามารถนำค่าแฮชที่ได้ทำย้อนกลับเพื่อให้ได้ข้อมูลเดิมกลับมาได้ แต่สามารถใช้ประโยชน์จาการทำแฮชได้ เช่น กรณีการเก็บรหัสของเว็ปไซต์ ผู้ให้บริการต่างๆที่มีการล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบจะมีการเก็บรหัสที่มีการผ่านฟังก์ชั่นแฮชเก็บลงในฐานข้อมูล เมื่อมีผู้ใช้ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ รหัสผ่านจะถูกนำมาผ่านฟังก์ชั่นแฮชแล้วนำไปเปรียบเทียบกับในฐานข้อมูล ถ้าตรงกันแสดงว่า ผู้ใช้คนนั้นสามารถเข้าใช้ระบบได้จริง เพื่อเป็นการเก็บรหัสเพื่อเป็นความลับสำหรับผู้ใช้ การที่จะหาข้อความที่ทำให้เกิดค่าแฮชดังกล่าวจะต้องเป็นกระบวนการที่ยาก อีกทั้งการคำนวณหาข้อความสองชุดที่ให้รหัสแฮชค่าเดียวกันก็เป็นเรื่องยากมากเช่นกัน ซึ่งเรียกคุณสมบัตินี้ว่าคุณสมบัติปลอดการชนกัน [7,8,9]

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชั่นแฮชจนถึงปัจจุบันมีการศึกษาโดยนักวิจัยหลายคน โดยสรุปได้ดังนี้

ทางด้านการวิเคราะห์ Henson [2] มีการเปรียบเทียบฟังก์ชั่นแฮชด้วยการวิเคราะห์เทคนิค compare by hash ใช้เฉพาะการเปรียบเทียบค่าระหว่าง 2 blocks โดยการเปรียบเทียบค่าแฮชของทั้งสอง blocks โดยการใช้ collision resistant ถ้า hash value ของทั้งสองตัวเหมือนกัน เราจะยอมรับให้ block ทั้งสองเท่ากันโดยง่าย ข้อสมมุติฐานในการใช้เทคนิค compare by hash เป็นที่รับรองกันเพราะค่าโอกาสของ error ของการชนกันระหว่าง 2 blocks ที่ได้จากการสุ่มจะน้อยกว่าโอกาสในการเกิด hardware error ของตัวอื่นๆ ผลจากการวิเคราะห์สรุปว่าเป็นเทคนิคที่ยังมีความเสี่ยงที่ยังทำให้เกิดการชนกันจึงแนะว่าในอนาคต การใช้ compare by hash ควรจะมีการวิเคราะห์อย่างระมัดระวังมากขึ้นเกี่ยวกับความเสี่ยงการชนกันของแฮช จากนั้นมีความเห็นด้วยกับความคิดของ Henson จึงได้ทำการหยิบยกงานวิจัยข้างต้นมาวิเคราะห์ใหม่และพิจารณาถึงความต้องการของลักษณะเฉพาะสำหรับบล็อคข้อมูล โดยอ้างเหตุผลการอภิปรายไว้หลายประการ ซึ่งมักจะเป็นเหตุผลสนับสนุนด้วยการคำนวณเป็นตัวเลขที่ว่าเป็นแนวความคิดที่อันตราย เพื่อที่จะนำเอามุมมองที่ขัดแย้งในปัจจุบันนี้ จึงได้นำเอาข้อกล่าวอ้างที่ มีชื่อเสียงของ Henson หลายหัวข้อมาวิเคราะห์และทำการตรวจสอบอีกครั้ง และได้ข้อสรุปว่า ฟังก์ชั่นแฮชที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบให้ใช้ฟังก์ชั่นแฮชที่ 160 bit เช่น SHA1 หรือ RIPEMD-160 ด้วยเทคนิค compare by hash โอกาสที่จะเกิดการชนกันโดยบังเอิญเป็นเรื่องเล็กน้อยประมาณ 2^{-160} ซึ่งไม่สามารถมองเห็นภาพได้ [3]

ทางด้านฮาร์ดแวร์ มีการเสนอสถาปัตยกรรมให้เข้ากับข้อมูลที่ฝังในระบบ โดยใช้อัลกอริทึมแฮชในการออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้พื้นที่มีขนาดที่เล็กลงและเพิ่มประสิทธิภาพของความถี่สูงสุด โดยใช้การดำเนินการ 3 ฟังก์ชั่น ประกอบด้วย MD5, SHA1 และ SHA2 ซึ่งทำงานบนอุปกรณ์ Altera Stratix II โดยทำงานที่คลื่นความถี่ที่ 93 MHz ผลที่ได้คือความเร็วการส่งที่ 567 Mbps สำหรับ MD5, SHA2 และความเร็วการส่งที่ 576 Mbps สำหรับ SHA1 [4] มีการเปรียบเทียบการทำงานของแฮชฟังก์ชั่นประกอบด้วย MD5, RIPEMD-160 และ SHA-1/224/256/384/512 ใน ฮาร์แวร์ ASIC ด้วยการเก็บรวมโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยการใช้เซลมาตรฐาน 0.13-µm CMOS สำหรับทางเลือกการรวมโปรแกรมต่างๆเข้าด้วยกัน 2 ทาง พื้นที่และการเพิ่มประสิทธิภาพความเร็ว อีกทั้งสมรรถภาพการทำงานประมวลผล วงจรที่เล็กที่สุด 8.0 Kgates ผ่าน 934 Mbps และปริมาณงานที่ทำในช่วงเวลาสูงสุด 2.9 Gbps ด้วย 27.3 Kgates เพื่อให้ได้ SHA-256 และ SHA-384/512 ตามลำดับ ในเวลาที่กำหนดของการปฏิบัติการทั้งหมด ด้วยการพิจารณาระดับความปลอดภัย โดยสรุปว่า SHA-256 เป็นขั้นตอนวิธีที่ดีที่สุด ที่วงจรที่อัดกันแน่น 11.5-15.3 Kgates และปริมาณงานที่ทำในช่วงเวลาหนึ่งสูงถึง 1.1-2.4 Gbps [5]

ทางด้านซอฟต์แวร์ มีการใช้โปรแกรมที่มีอัลกอริทึมฟังก์ชั่นแฮชในการเปรียบเทียบไฟล์ ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบใน

การทดสอบประกอบด้วย 1)ไฟล์ AVI ขนาด 700 MB จำนวน 2 ไฟล์ 2)โฟลเดอร์ขนาด 700 MB ที่ประกอบด้วยไฟล์ 11 ไฟล์ 3) โฟลเดอร์ที่ประกอบด้วยไฟล์จำนวน 42,394 ไฟล์ และ 9,355 ไฟล์ โดยใช้โปรแกรมที่มีอัลกอริทึมฟังก์ชั่นแฮช fc.exe, Moleskin free Disk และ The Rapid Algorithm ทดสอบ ผลลัพธ์ คือ The Rapid Algorithm ทำงานดีที่สุด [6] การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแฮชอัลกอริทึมสำหรับเว็บเซอร์วิส โดยใช้เทคโนโลยีไมโครซอฟต์ .Net มาทำการเปรียบเทียบด้านการรับรองการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ Microsoft Application Center Test พบว่าอัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุด คือ SHA1 มีอัตราส่วนของการส่งไฟล์ที่มีขนาดคงที่ด้านความเร็วในการเข้ารหัสพบว่าอัลกอริทึม SHA512 เหมาะกับข้อมูลขนาด 4KB SHA384 เหมาะกับข้อมูลขนาด 112KB SHA1 เหมาะกับข้อมูลขนาด 208KB และ 16MB [1]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ทำการศึกษามายังไม่มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชของ .Net ในรูปแบบที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาในด้านการใช้งาน CPU หน่วยความจำที่ใช้ ความเร็วในการเข้ารหัสขนาดของข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศที่เหมาะสมได้ จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจเป็นอย่างมาก ในการศึกษาหัวข้อเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชระหว่าง Web Application และ Windows Application ของ .Net

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชของ .Net จะดำเนินการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีรายระเอียดตามนี้ ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 ภายใต้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel(R) Core(TM) i7-2620M CPU @2.70GHz หน่วยความจำ (RAM) 4.00 GB ซึ่งจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

3.1 การทดสอบด้านเวลาการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU และด้านการใช้งานหน่วยความจำ

3.2 การทดสอบด้านการชนกันของค่าแฮช

3.1 การทดสอบด้านเวลาการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU และด้านการใช้งานหน่วยความจำ

ซึ่งการทดสอบมีวิธีดำเนินงานดังนี้

3.1.1 เริ่มจากการสร้างขนาดข้อมูลที่จะนำมาทดสอบ จำนวนชุดข้อมูลขนาด 4KB, 108KB, 212KB, 1MB, 2MB, 3MB, 4MB, 5MB และ 6MB ขนาดละ 50 ไฟล์ โดยแต่ละไฟล์จะมีข้อมูลในชุดแตกต่างกัน

3.1.2 สร้างโปรแกรมที่จะทำการทดสอบในรูปแบบ Windows Application และ Web Application โดยมีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นแฮชจากไบนารี .Net

3.1.3 นำข้อมูลมาทำการทดสอบผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำนวน 50 รอบ ต่อ 1 ขนาดข้อมูล ซึ่งผลที่ได้จากทดสอบจะมาจากขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1.3.1 ด้านเวลาการประมวลผลโค้ดโดยเขียนโปรแกรมจับเวลาโดยใช้ฟังก์ชั่น Stopwatch ของ.Net ในการจับเวลา หน่วยที่วัดเป็น Milliseconds จะเริ่มจับเวลาตั้งแต่ฟังก์ชั่นแฮชเริ่มทำการย่อยข้อมูลจนจบการย่อยข้อมูล

3.1.3.2 ด้านการใช้งาน CPU หน่วยที่บันทึกเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ใช้งาน ซึ่งจะให้โปรแกรมดึงค่าเวลาหลังจากย่อยข้อมูลเสร็จขึ้นมาเพื่อนำไปเทียบกับเวลาทำงานของ CPU ในโปรแกรม Process Explorer ที่จับค่าได้

3.1.3.3 ด้านการใช้หน่วยความจำ (RAM) หน่วยที่บันทึกเป็นกิโลไบต์ที่ใช้งาน โดยใช้โปรแกรม Process Explorer เก็บผล ซึ่งจะจับค่าหลังการทำการย่อยข้อมูลเสร็จ

3.1.4 บันทึกผลวัดได้ลงตารางโดยใช้ฐานข้อมูล SQL Server

3.1.5 หลังจากทดสอบครบแล้วนำผลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์และสรุปผล

3.2 การทดสอบด้านการชนกันของค่าแฮช

ซึ่งการทดสอบมีวิธีดำเนินงานดังนี้

3.2.1 เริ่มจากการสุ่มข้อมูล 1 ตัว ที่จะนำมาทดสอบ ซึ่งไฟล์ที่ใช้เริ่มต้นในการทดสอบในครั้งนี้ใช้เป็นไฟล์เพลง .mp3 มีขนาดไฟล์ 5.06 MB

3.2.2 สร้างโปรแกรมที่จะทำการทดสอบในรูปแบบ Web Application โดยมีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นแฮชจากไบนารี .Net

3.2.3 นำข้อมูลมาทำการทดสอบผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นข้อมูลตัวแรกจะสุ่มขึ้นแล้วนำข้อมูลใส่เข้าไปผ่านฟังก์ชั่นแฮชแต่รอบถัดไปจะใช้ค่าแฮชที่ได้ของรอบก่อนหน้านำมาผ่านฟังก์ชั่นแฮชแต่ละรอบหลังจากการผ่านฟังก์ชั่นแฮชจะนำค่าแฮช รอบที่ทำการแฮช และเวลาที่ใช้ในการแฮชไปบันทึกลงฐานข้อมูลในตารางค่าแฮช และจะตรวจสอบการชนกันถ้าเกิดพบการชนกันก็จะนำค่าแฮชรอบที่เกิดการชนและค่าของแฮชรอบตัวที่ถูกชนนำไปบันทึกลงฐานข้อมูลในตารางของการชนกันและให้จบการทำงาน แล้วทำการทดสอบข้อมูลตัวต่อไปจนพบข้อมูลที่ชนกัน

3.2.4 หลังจากทดสอบครบแล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผล

4. ผลการทดลอง

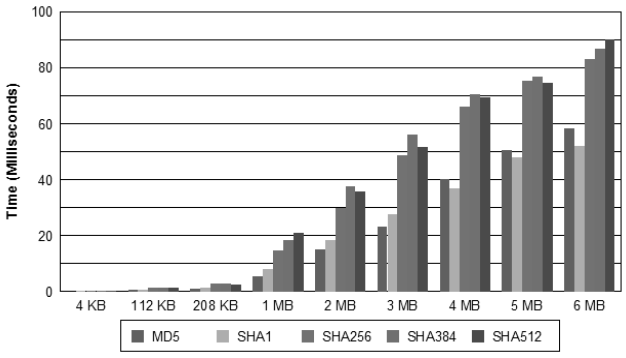
การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชของ .Net จะแบ่งผลการทดลองออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

4.1 ผลจากการวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบรูปแบบ Web Application กับ Windows Application

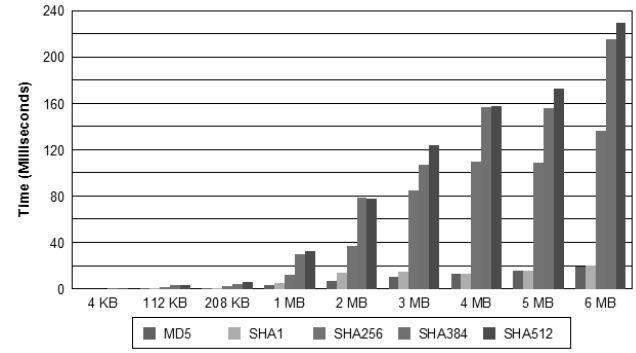
4.2 ผลจากการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU ด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application และ Windows Application

4.3 ผลจากการทดสอบด้านการชนกันของค่าแฮช

4.1 ผลจากการวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบรูปแบบ Web Application กับ Windows Application

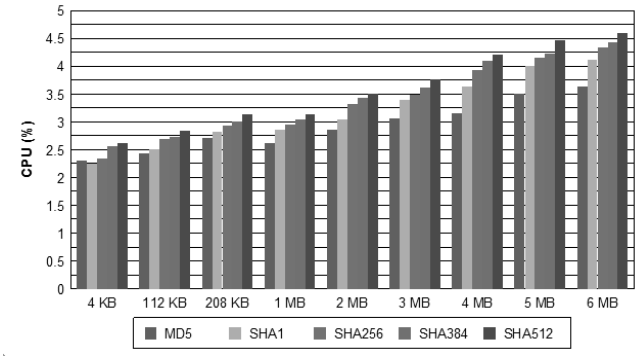


ภาพที่ 1: การเปรียบเทียบด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ดของ Web Application

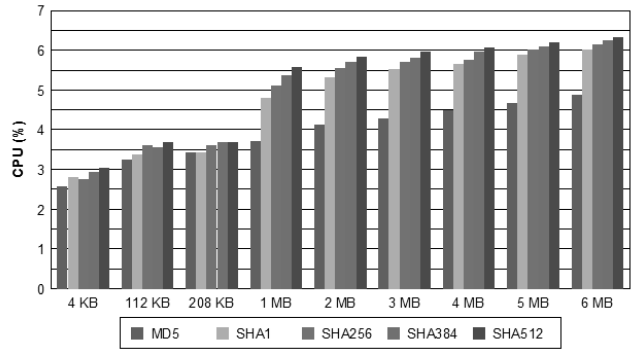


ภาพที่ 2: การเปรียบเทียบด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ดของ Windows Application

จากภาพที่ 1 และ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ดของ Web Application และ Windows Application ด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ดฟังก์ชั่น MD5,SHA1 รูปแบบ Windows Application ทำงานเร็วกว่ารูปแบบ Web Application ฟังก์ชั่น SHA256 บนรูปแบบ Windows Application ทำงานเร็วกว่ารูปแบบ Web Application ในช่วงข้อมูลน้อยกว่าตั้งแต่ 2 MB ลงไป ส่วนที่มากกว่า 3MB Web Application มีการทำงานที่ไวกว่าและฟังก์ชั่น SHA384, SHA512 รูปแบบ Web Application ทำงานเร็วกว่ารูปแบบ Windows Application ส่วนมากในการประมวลผลโค้ดมีฟังก์ชั่น MD5 เป็นอัลกอริทึมที่เหมาะสม

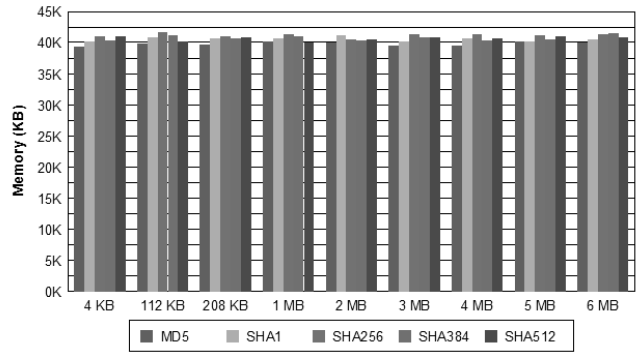


ภาพที่ 3: การเปรียบเทียบด้านการใช้งาน CPU ของWeb Application

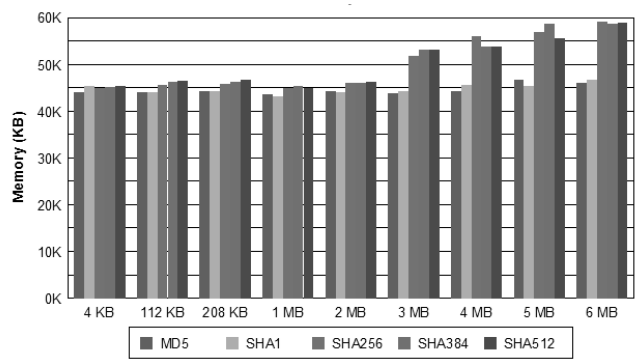


ภาพที่ 4: การเปรียบเทียบด้านการใช้งาน CPU ของ Windows Application

จากภาพที่ 3 และ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบด้านการใช้งาน CPU ของ Web Application และ Windows Application ด้านการใช้งาน CPU ของ Web Application มีการใช้งานน้อยกว่ารูปแบบ Windows Application ซึ่งมีฟังก์ชั่น MD5 เป็นอัลกอริทึมที่เหมาะสม เพราะมีการใช้งานของ CPU น้อยที่สุด



ภาพที่ 5: การเปรียบเทียบด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application



ภาพที่ 6: การเปรียบเทียบด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Windows Application

จากภาพที่ 5 และ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application และ Windows Application ด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application มีการใช้งานน้อยกว่ารูปแบบ Windows Application ซึ่งมีฟังก์ชั่น MD5 เป็นอัลกอริทึมที่เหมาะสม เพราะมีการใช้หน่วยความจำน้อยที่สุด

4.2 ผลจากการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU ด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application และ Windows Application

จากภาพที่ 1-6 แสดงถึงผลการวัดประสิทธิภาพด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU ด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application และ Windows Application ส่วนมากฟังก์ชั่น MD5 จะมีการประมวลผลโค้ดที่เร็วที่สุด มีการใช้งาน CPU และหน่วยความจำที่น้อยที่สุด

4.3 ผลจากการทดสอบด้านการชนกันของค่าแฮช

ตารางที่ 1: การวัดประสิทธิภาพด้านการชนกันของค่าแฮช

	ไฟล์เริ่มต้น	จำนวนรอบ	เวลาที่ใช้	ผล
MD5	ไฟล์เริ่มต้นที่ใช้ในการทดสอบใช้เป็นไฟล์เพลง .mp3 มีขนาดไฟล์ 5.06 MB	6,000,000	44 วัน	ไม่พบการชนกัน
SHA1			45 วัน	
SHA256			46 วัน	
SHA384			47 วัน	
SHA512			48 วัน	

ด้านการเปรียบเทียบการชนกันของข้อมูล ไม่พบการชนกันของข้อมูลจากการรัน 6,000,000 รอบ โดยไฟล์เริ่มต้นที่ใช้ในการทดสอบเป็นไฟล์เพลง .mp3 มีขนาดไฟล์ 5.06 MB แต่ละฟังก์ชั่นมีการใช้เวลาดังนี้ MD5 ใช้เวลา 44 วัน SHA1 ใช้เวลา 45 วัน SHA256 ใช้เวลา 46 วัน SHA384 ใช้เวลา 47 วัน และ SHA512 ใช้เวลา 48 วัน ซึ่งเราอาจจะไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนรหัสบ่อย แต่อาจจะเปลี่ยนรหัสใหม่ตามระยะเวลาวันที่ใช้ของแต่ละฟังก์ชั่นที่ทำการทดสอบ

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานฟังก์ชั่นแฮชของ .Net ด้านการใช้เวลาใน การประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU ด้านการใช้งานหน่วยความจำ และด้านการชนกันของข้อมูล เพื่อนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบสารสนเทศที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งการทดสอบเป็น 2 ด้าน ดังนี้

5.1 ด้านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน การใช้เวลาในการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU ด้านการใช้งาน

หน่วยความจำ พบว่า การวัดประสิทธิภาพด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ด ด้านการใช้งาน CPU และด้านการใช้งานหน่วยความจำของ Web Application และ Windows Application ส่วนมากฟังก์ชั่น MD5 จะมีการประมวลผลโค้ดที่เร็วที่สุด มีการใช้งาน CPU และหน่วยความจำที่น้อยที่สุด

ด้านการเปรียบเทียบรูปแบบการทำงาน ด้านการใช้เวลาในการประมวลผลโค้ดการทำงานบนรูปแบบ Windows Application มีความเร็วกว่า ส่วนด้านการใช้งาน CPU และการใช้งานหน่วยความจำ Web Application มีการใช้งานน้อยกว่า

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพด้านการเปรียบเทียบการชนกันของข้อมูล จากการทดสอบด้านการเปรียบเทียบการชนกันของข้อมูล ไม่พบการชนกันของข้อมูลจากการรัน 6,000,000 รอบ แต่ละฟังก์ชั่นมีการใช้เวลาดังนี้ MD5 ใช้เวลา 44 วัน SHA1 ใช้เวลา 45 วัน SHA256 ใช้เวลา 46 วัน SHA384 ใช้เวลา 47 วัน และ SHA512 ใช้เวลา 48 วัน ซึ่งเราอาจจะไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนรหัสบ่อย แต่อาจจะเปลี่ยนรหัสใหม่ตามระยะเวลาวันที่ไม่พบการชนกันของแต่ละฟังก์ชั่นที่ทำการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฑามาศ นฤชาติวรพันธ์, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแฮชอัลกอริทึมสำหรับเว็บเซอร์วิส," *วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 2549.

[2] V. Henson, "An Analysis of Compare-by-hash," *Proceedings of the 9th conference on Hot Topics in Operating Systems*, pp. 13-18, 2003.

[3] J. Black, "Compare-by-Hash: A Reasoned Analysis," *Proceedings of the annual conference on USENIX '06 Annual Technical Conference*, pp. 85-90, 2006.

[4] S. Ducloyer and R. Vaslin, "Hardware implementation of a multi-mode hash architecture for MD5, SHA-1 and SHA-2," *Workshop on Design and Architectures for Signal and Image Processing*, pp. 1-7, November 2007.

[5] A. Satoh and T. Inoue, "ASIC-hardware-focused comparison for hash functions MD5, RIPEMD-160 and SHS," *International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, pp. 532- 537, April 2005.

[6] T. Dyvak, "The Rapid Algorithm of the Files Comparison with the Hash Functions Usage," *Proceedings of International Conference*. pp. 99-10, February 2008.

[7] S. T. Denis and S. Johnson, "Cryptography for Developers." *MA : Syngress Publishing*, 2006.

[8] B. Savage, "A Guide to Hash Algorithms," [Online] 2003. Availablefrom: http://www.giac.org/paper/gsec/2853/guide-hash-algorithms/104822 [2012,September 10].

[9] รศ.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ และ ทีมงาน, "วิทยาการรหัสลับเบื้องต้น," *กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2548.

[10] P. Thorsteinson and A. G. Ganesh, ".Net Security and Cryptography," *New Jersey : Prentice Hall*, 2004.

[11] สราวุฒิ อ้อยศรีสกุล, "ถอดรหัส .NET + Web Service," *กรุงเทพฯ : วิตตี้ กรุ๊ป*, 2544.

กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการด้วยเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดของการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค

Performance Improvement Mechanism for QoS-Based Power Aware Routing Algorithm with Routing Overhead Reduction Technique in Mobile Ad Hoc Networks

โสภิตสุดา วงวาศ (Sopitsuda Wongwas)[1] และ ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ (Sakchai Thipchaksurat)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]s3611132@kmitl.ac.th , [2]ktsakcha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

พลังงานเป็นสิ่งสำคัญในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค ดังนั้นอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานจึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้เราสนใจในกลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค ที่ทำการปรับปรุงโพรโทคอล DSR ที่เรียกว่า Q-PAR เรานำเสนอเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดเพิ่มเติมในอัลกอริทึม Q-PAR เราเรียกวิธีการที่เรานำเสนอว่า กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการด้วยเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดหรือเรียกว่า PIM-Q-PAR เราประเมินประสิทธิภาพของ PIM-Q-PAR เปรียบเทียบกับโพรโทคอล DSR และ Q-PAR ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้คือ โอเวอร์เฮด อายุการใช้งานเครือข่าย ดีเลย์เฉลี่ย อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จและทรูพุท จากผลจำลองการทำงาน PIM-Q-PAR แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีกว่าสำหรับทุกๆตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค การลดโอเวอร์เฮด การค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงาน

Abstract

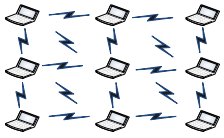
Energy is an essential in Mobile Ad Hoc Networks. Therefore routing algorithms considering energy are necessary. In this paper ,we are propose the performance improvement mechanism for QoS based power aware routing algorithm in mobile ad hoc networks which improve DSR protocol called Q-PAR. We introduce the overhead reduction technique extended to Q-PAR algorithm. Our scheme called the performance improvement mechanism for QoS-Based power aware routing algorithm with routing overhead reduction technique or PIM-Q-PAR. We evaluate the performances of PIM-Q-PAR comparing with those of DSR protocol and Q-PAR. Our performance metrics are overhead , the network lifetime , average delay , packet delivery ratio, and throughput. The results indicate that PIM-Q-PAR can provide the better performance than those of DSR and Q-PAR for all performance metric.

Keyword: MANET, Overhead Reduction, Power Aware Routing

1. บทนำ

เครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค (Mobile Ad Hoc Networks - MANET) [1][2] ดังแสดงในภาพที่ 1 คือการติดต่อสื่อสารระหว่างโหนดเคลื่อนที่โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์กระจายสัญญาณ โทโพโลยีของเครือข่ายมักจะมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางในการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ โพรโท

คอลค้นหาเส้นทางจึงมีความสำคัญสำหรับเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค



ภาพที่ 1: โครงสร้างเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค

ในการสื่อสารภายในเครือข่าย โหนดเคลื่อนที่มีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ดังนั้นพลังงานจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสิ่งสำคัญมาก โพรโทคอลค้นหาเส้นทางที่ถูกพัฒนาขึ้นในยุคแรกๆ ของเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอคไม่มีการพิจารณาพลังงาน ดังนั้นเพื่อให้เครือข่ายมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นจึงมีงานวิจัยเกี่ยวกับโพรโทคอลค้นหาเส้นทางที่มีการพิจารณาพลังงาน เราจึงสนใจที่จะศึกษางานวิจัยที่มีการค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงาน และพบว่าอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอคหรือเรียกสั้นๆว่า Q-PAR โดยการปรับปรุงโพรโทคอล DSR ด้วยการเพิ่มการพิจารณาพลังงานและเลือกเส้นทางที่มีพลังงานคงเหลือมากที่สุดทำให้อายุการใช้งานของเครือข่ายเพิ่มขึ้น แต่อัลกอริทึม Q-PAR ทำการค้นหาเส้นทางโดยการกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปทั้งเครือข่ายทั้งที่บางโหนดเคลื่อนที่ไม่อยู่ในเส้นทางสื่อสาร จึงทำให้เกิดโอเวอร์เฮด ถ้าเราสามารถจำกัดการกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางให้อยู่เฉพาะโหนดเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น เราก็จะสามารถลดโอเวอร์เฮดและดีเลย์ได้

ดังนั้นเราจึงเสนอกลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึม Q-PAR โดยเพิ่มเทคนิคการลดโอเวอร์เฮด เราเรียกวิธีการที่นำเสนอว่า กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการด้วยเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดหรือเรียกว่า PIM-Q-PAR โดยจำกัดพื้นที่ในการส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางให้อยู่เฉพาะโหนดเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องและเลือกเส้นทางที่มีพลังงานคงเหลือมากที่สุด เพื่อลดค่าโอเวอร์เฮดและดีเลย์ในการรับส่งข้อมูลในเครือข่ายได้ ส่งผลให้อายุการใช้งานในเครือข่าย อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จและทรูพุทที่สูงขึ้น

งานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 อธิบายถึงวิธีการที่เรานำเสนอการทำงาน ส่วนที่ 4 แสดงถึงการจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของ PIM-Q-PAR ส่วนที่ 5 บทสรุปของงานวิจัย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เราเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงาน เราได้ศึกษางานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 โพรโทคอลดีเอสอาร์ (Dynamic Source Routing)

โพรโทคอลดีเอสอาร์ (Dynamic Source Routing – DSR) [3] เป็นโพรโทคอลที่ทำงานเมื่อมีการร้องขอเพื่อหาเส้นทาง (on-demand) การทำงานของโพรโทคอลจะเริ่มต้นขึ้นเมื่อโหนดเคลื่อนที่ต้นทางมีข้อมูลที่จะทำการจัดส่งไปให้กับโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โหนดเคลื่อนที่ต้นทางจะทำการส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โดยการบรอดคาสท์แพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง (RREQ) ไปยังโหนดเคลื่อนที่ที่อยู่ใกล้เคียง ในการค้นหาเส้นทางจากโหนดเคลื่อนที่ต้นทางไปยังโหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะมีการบรรจุเส้นทางทั้งหมดไว้รวมกับขอมูลในแพ็คเก็ต จะสะสมรายละเอียดของเส้นทางครบทุกโหนดเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย และเมื่อโหนดเคลื่อนที่ปลายทางได้รับแพ็คเก็ตการร้องขอเส้นทางก็จะตอบกลับไปยังโหนดเคลื่อนที่ต้นทางโดยการส่งแพ็คเก็ต RREP

2.2 อัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการ (QoS Based Power Aware Routing in MANETs)

อัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการหรือเรียกสั้นๆว่า Q-PAR [4] เป็นอัลกอริทึมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการที่จะเลือกเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่มีค่าพลังงานตลอดทั้งเส้นทางคงเหลือมากที่สุด โดยการปรับปรุงโพรโทคอล DSR ให้สามารถทำการเลือกเส้นทางที่มีพลังงานคงเหลือมากที่สุดได้

การทำงานของ Q-PAR สามารถอธิบาย ดังนี้ เมื่อโหนดเคลื่อนที่ต้นทางต้องการที่จะส่งข้อมูลไปยังโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โหนดเคลื่อนที่ต้นทางจะทำการส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางกระจายไปยังโหนดเคลื่อนที่เพื่อนบ้าน ในการส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง อัลกอริทึม Q-PAR ได้ทำการเพิ่มข้อมูล E_{min} (พลังงานคงเหลือ) ในแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางเพื่อทำการตรวจสอบค่าพลังงานภายในเส้นทาง โดยเริ่มต้นโหนดเคลื่อนที่ต้นทางส่งค่า $E_{min} = 100$ ไปยังโหนดเคลื่อนที่เพื่อนบ้าน เพื่อจะทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานกับโหนดเคลื่อนที่เพื่อนบ้าน

โหนดเคลื่อนที่เพื่อนบ้านได้มีการคำนวณพลังงานคงเหลือของตนเองดังสมการที่ (1)

$$E_{c(t)} = N_t \times \alpha + N_r \times \beta \quad (1)$$

$E_{c(t)}$ คือ พลังงานที่สูญเสียไปหลังเวลา t

N_t คือ จำนวนแพ็คเก็ตที่ส่งหลังเวลา t

N_r คือ จำนวนแพ็คเก็ตที่ได้รับหลังเวลา t

α และ β คือ ค่าคงที่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

ซึ่ง α มีค่าเป็น 1 เมื่อมีการส่งแพ็คเก็ตและ β มีค่าเป็น 1 เมื่อมีการรับแพ็คเก็ต จากนั้นนำค่าพลังงานที่สูญเสียไปจากการรับหรือส่งแพ็คเก็ตมาคำนวณในสมการที่ (2)

$$E_{Res} = E - E_{c(t)} \quad (2)$$

E คือ ค่าพลังงานเริ่มต้นของแต่ละโหนดเคลื่อนที่

E_{Res} คือ ค่าพลังงานคงเหลือของแต่ละโหนดเคลื่อนที่หลังจากที่ได้มีการรับหรือส่งแพ็คเก็ตแล้วหรือก็คือพลังงานที่แต่ละโหนดเคลื่อนที่คงเหลืออยู่ ณ ขณะนั้น

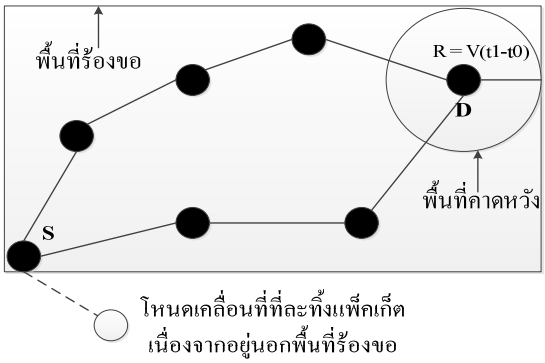
นำค่า E_{Res} เปรียบเทียบกับค่า E_{min} ที่ได้รับจากโหนดเคลื่อนที่ก่อนหน้า ถ้าค่า E_{Res} มีค่าน้อยกว่าค่า E_{min} ให้ทำการเปลี่ยน $E_{min} = E_{Res}$ จากนั้นทำการส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปเรื่อยๆจนกว่าจะถึงโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง เมื่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางถึงโหนดเคลื่อนที่ปลายทางแล้ว โหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะรออยู่ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้มีแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางเข้ามาอีก ทั้งนี้เนื่องจาก อัลกอริทึม Q-PAR ต้องการที่จะเลือกเส้นทางที่มีค่าพลังงานคงเหลือมากที่สุด โหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะรออยู่ช่วงเวลาหนึ่งหรือถ้าโหนดเคลื่อนที่ปลายทางได้รับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางจำนวน 3 แพ็คเก็ตโหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะทำการเลือกเส้นทางที่มีค่า E_{min} มากที่สุดเป็นเส้นทางที่จะตอบกลับไปยังโหนดเคลื่อนที่ต้นทาง เพื่อใช้เป็นในการส่งข้อมูล

2.3 โพรโทคอลแอลเออาร์ (Location-Aided Routing Protocol)

หลักการทำงานของโพรโทคอลแอลเออาร์ (Location-Aided Routing Protocol – LAR) [5] ดังแสดงในภาพที่ 2 คือจะทำการจำกัดพื้นที่การกระจายแพ็คเก็ตการร้องขอเส้นทางให้น้อยลง โดยพิจารณาตำแหน่งของโหนดนั้นๆ ซึ่งข้อมูลนี้อาจจะได้มาจากอุปกรณ์ประเภทจีพีเอส (Global Positioning System – GPS) โดยโพรโทคอลแอลเออาร์แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน

2.3.1 พื้นที่คาดหวัง (Expected Zone) เมื่อโหนดเคลื่อนที่ต้นทาง (S) ต้องการติดต่อไปยังโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง (D) สมมติว่าโหนดเคลื่อนที่ต้นทางมีข้อมูลตำแหน่งของโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โดยพิจารณาจากเวลาที่ผ่านไป t_0 กับเวลาปัจจุบัน t_1 คำนวณพื้นที่คาดหวังซึ่งเป็นตำแหน่งพื้นที่คาดหมายของโหนดเคลื่อนที่ปลายทางเมื่อเวลา t_1 ให้ v เป็นความเร็วของโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง ดังนั้นพื้นที่คาดหวังคือ $v(t_1-t_0)$

2.3.2 พื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง (Request Zone) เป็นพื้นที่ทั้งหมดที่จะถูกส่งต่อแพ็คเก็ตการร้องขอเส้นทาง โดยการกำหนดให้พื้นที่คาดหวังอยู่ภายในพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง ถ้าโหนดเคลื่อนที่ระหว่างเส้นทางได้รับและพบว่าตนเองมีตำแหน่งอยู่ภายนอกพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางก็จะละทิ้งแพ็คเก็ตดังกล่าว ซึ่งส่วนนี้เป็นการจำกัดไม่ให้มีกระจายแพ็คเก็ตการร้องขอเส้นทางออกไปทั้งเครือข่าย

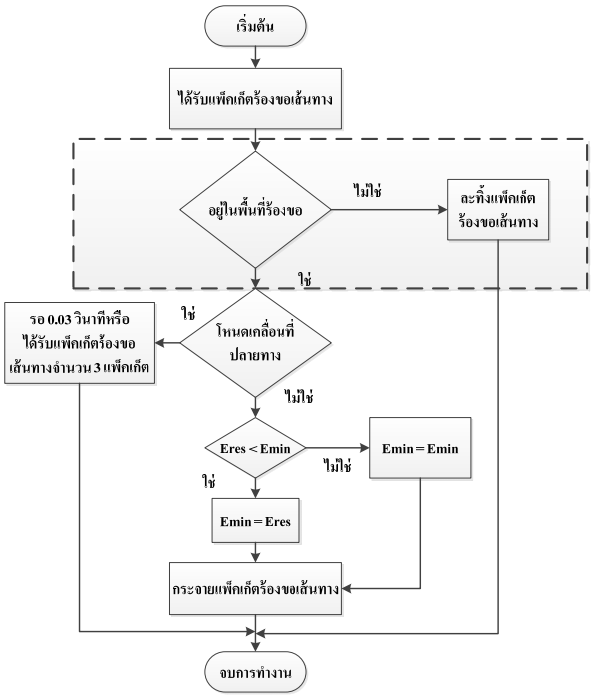


ภาพที่ 2: การทำงานของโพรโทคอลค้นหาเส้นทางแอลเออาร์

3. วิธีการที่นำเสนอ

อัลกอริทึม Q-PAR ใช้การกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเคลื่อนที่ทุกโหนดในเครือข่าย ถึงแม้ว่าบางโหนดเคลื่อนที่จะไม่อยู่ในเส้นทางการสื่อสารระหว่างโหนดเคลื่อนที่ต้นทางและโหนดเคลื่อนที่ปลายทางก็ตาม โหนดเคลื่อนที่เหล่านี้ก็ต้องรับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปประมวลผล กรณีดังกล่าวเราเรียกว่า การเกิดโอเวอร์เฮด ซึ่งจะก่อให้เกิดความล้าช้าในการสร้างเส้นทางและอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครือข่าย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวเราควรจำกัดพื้นที่

การกระจายแพ็คเก็ต งานวิจัยนี้เราจึงเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึม Q-PAR โดยการเพิ่มเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดโดยการพิจารณาตำแหน่งของโหนดเคลื่อนที่เพื่อจำกัดพื้นที่การกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง เราเรียกวิธีการที่เรานำเสนอว่า กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการด้วยเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดสามารถแสดงได้ดังผังงานในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: การทำงานของโหนดเคลื่อนที่ที่รับการร้องขอ

โหนดเคลื่อนที่ต้นทางเมื่อต้องการที่จะส่งข้อมูลจะทำการค้นหาเส้นทางไปยังโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งและความเร็วของโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง โดยพิจารณาจากเวลาที่ได้รับข้อมูลตำแหน่งของโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง t_0 และเวลาปัจจุบัน t_1 โหนดเคลื่อนที่ต้นทางคำนวณหาพื้นที่คาดหวังจากสมการ $V(t_1-t_0)$ พื้นที่คาดหวังคือพื้นที่ที่คาดว่าโหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะอยู่ในพื้นที่นั้น มีลักษณะเป็นวงกลมครอบคลุมโหนดเคลื่อนที่ปลายทาง จากนั้นโหนดเคลื่อนที่ต้นทางจะทำการคำนวณหาพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง (Request Zone) ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับการส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง พื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางมีลักษณะสี่เหลี่ยมครอบคลุมพื้นที่คาดหวัง เมื่อโหนดเคลื่อนที่ใดๆ ได้รับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง ก็จะทำการตรวจสอบตำแหน่งของตนเองว่าอยู่ภายในพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางหรือไม่ ถ้าโหนดเคลื่อนใดๆไม่อยู่ในพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางก็จะทำการละทิ้งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง แต่ถ้าพบว่าตำแหน่งของโหนดเคลื่อนที่ใดๆอยู่ภายในพื้นที่การส่งต่อแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง ก็จะทำตรวจสอบว่าเป็นโหนดเคลื่อนที่ปลายทางหรือไม่ ถ้าไม่ใช่โหนดเคลื่อนที่ปลายทางก็จะหาค่าพลังงาน E_{Res} กับค่า E_{min} ถ้า E_{Res} มีค่าน้อยกว่าค่า E_{min} ก็จะทำการเปลี่ยนแปลงค่า $E_{min} = E_{Res}$ หรือถ้า E_{Res} มีค่ามากกว่า E_{min} ค่า E_{min} ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นทำทำการส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเคลื่อนที่เพื่อนบ้านต่อไป แต่ถ้าเป็นโหนดเคลื่อนที่ปลายทางก็จะทำการรอเป็นเวลา 0.03 วินาทีหรือได้รับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางจำนวน 3 แพ็คเก็ต โหนดเคลื่อนที่ปลายทางจะทำการเลือกเส้นทางที่มีค่า E_{min} มากที่สุดเพื่อที่จะส่งแพ็คเก็ตตอบกลับไปยังโหนดเคลื่อนที่ต้นทาง

4. การจำลองการทำงาน

จำลองการทำงานด้วยโปรแกรม NS (Network Simulator) เวอร์ชั่น 2.35[6][7] เราเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ PIM-Q-PAR กับโพรโทคอล DSR และ Q-PAR ตัวชี้วัดประเมินประสิทธิภาพของโพรโทคอลมีดังนี้ โอเวอร์เฮดซึ่งคำนวณจากการส่งแพ็คเก็ตทั้งหมดเทียบกับเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล อายุการใช้งานของเครือข่าย ดีเลย์เฉลี่ยในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ และทรูพุท ซึ่งในการทดลองได้ทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย

4.1 พารามิเตอร์ของการจำลองการทำงาน

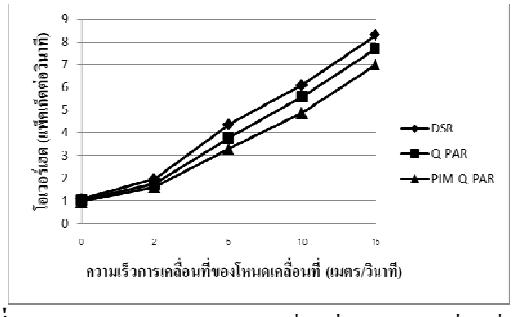
ในการจำลองการทำงานเรากำหนดค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1: พารามิเตอร์ในการจำลองการทำงาน

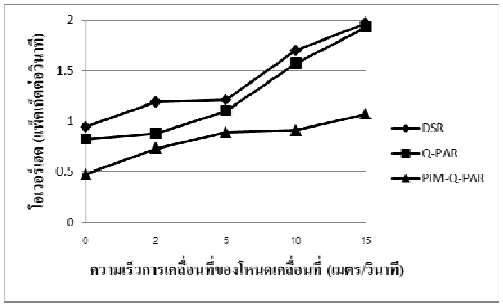
พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด
โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง	NS-2.35
พื้นที่ที่ใช้ในการจำลอง	1000 *1000 ตารางเมตร
เวลาในการจำลอง	500 วินาที
จำนวนโหนดเคลื่อนที่	20 , 50 โหนด
ขนาดของแพ็คเก็ต	512 ไบต์
พลังงานในการส่งข้อมูล	1.327 วัตต์
พลังงานในการรับข้อมูล	966.96 มิลลิวัตต์
ความเร็วของโหนดเคลื่อนที่	0 – 15 เมตรต่อวินาที
รูปแบบการเคลื่อนที่	แบบสุ่ม

4.2 ผลการจำลองการทำงาน

จากผลการจำลองการทำงานแสดงได้ในภาพที่ 4 ถึง 13 ตามลำดับ

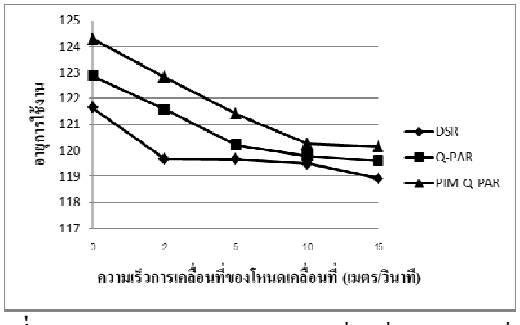


ภาพที่ 4: โอเวอร์เฮดกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 โหนด)

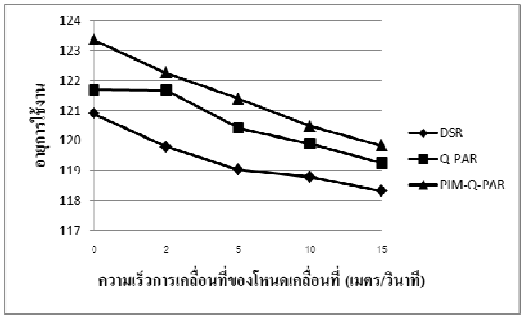


ภาพที่ 5: โอเวอร์เฮดกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 50 โหนด)

จากภาพที่ 4 และภาพที่ 5 แสดงโอเวอร์เฮดในการค้นหาเส้นทาง PIM-Q-PAR ได้แสดงให้เห็นถึงโอเวอร์เฮดที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับโพรโทคอล DSR และ Q-PAR ทั้งนี้เป็นผลจากการลดพื้นที่การกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง

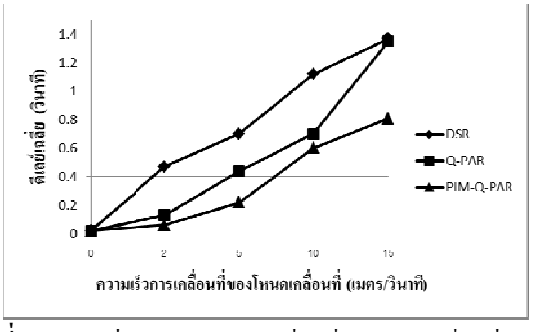


ภาพที่ 6: อายุการใช้งานกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 โหนด)

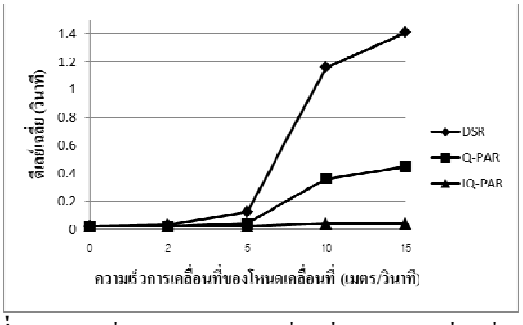


ภาพที่ 7: อายุการใช้งานกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 50 โหนด)

จากภาพที่ 6 และภาพที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบอายุการใช้งานในเครือข่าย โพรโทคอล DSR ซึ่งไม่มีการพิจารณาพลังงานจึงมีอายุการใช้งานที่ต่ำและลดลงเรื่อยๆเมื่อโหนดเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น PIM-Q-PAR มีอายุการใช้งานที่สูงกว่าโพรโทคอล DSR และ Q-PAR เนื่องจากไม่มีการกระจายแพ็คเก็ตไปยังโหนดเคลื่อนที่ ที่ไม่จำเป็นในการค้นหาเส้นทาง

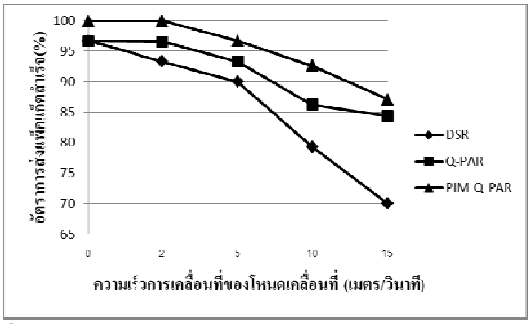


ภาพที่ 8: ดีเลย์เฉลี่ยกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 โหนด)

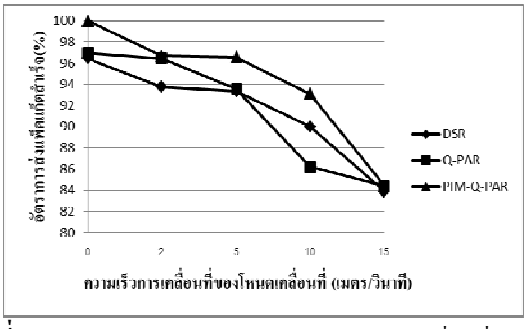


ภาพที่ 9: ดีเลย์เฉลี่ยกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 50 โหนด)

จากภาพที่ 8 และภาพที่ 9 แสดงดีเลย์เฉลี่ยกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่สำหรับจำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 และ 50 โหนด ตามลำดับ PIM-Q-PAR ได้แสดงให้เห็นถึงดีเลย์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับ DSR และ Q-PAR

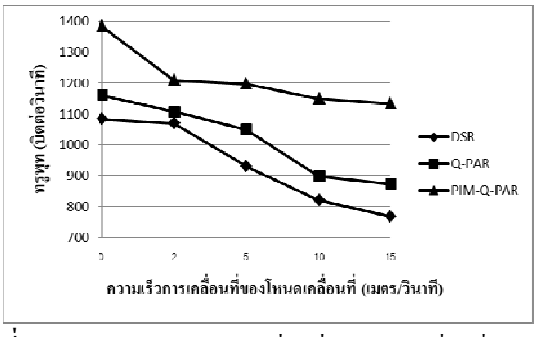


ภาพที่ 10: อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 โหนด)

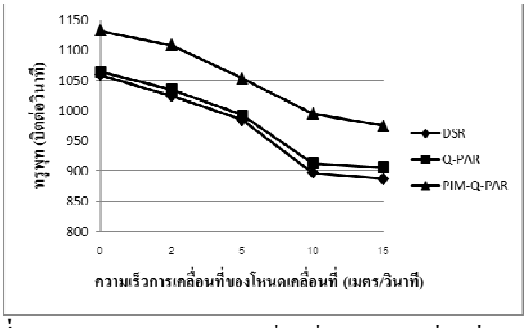


ภาพที่ 11: อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 50 โหนด)

จากภาพที่ 10 และภาพที่ 11 แสดงอัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ อัตราการส่งแพ็คเก็ตของทั้ง 3 วิธีลดลงเมื่อความเร็วของการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบที่แต่ละความเร็วของการเคลื่อนที่ PIM-Q-PAR ได้แสดงให้เห็นถึงอัตราการส่งแพ็คเก็ตที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับโพรโทคอล DSR และ Q-PAR



ภาพที่ 12: ทรูพุทกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 20 โหนด)



ภาพที่ 13: ทรูพุทกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ (จำนวนโหนดเคลื่อนที่ 50 โหนด)

จากภาพที่ 12 และภาพที่ 13 แสดงทรูพุทกับความเร็วการเคลื่อนที่ของโหนดเคลื่อนที่ PIM-Q-PAR สามารถส่งข้อมูลได้ในปริมาณมากกว่าโพรโทคอล DSR และ Q-PAR เนื่องจาก PIM-Q-PAR มีโอเวอร์เฮดและดีเลย์ที่ต่ำและมีอายุการใช้งานที่นานทำให้มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลที่ดี

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการในเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค (Q-PAR) Q-PAR ทำการปรับปรุงโพรโทคอล DSR โดยเพิ่มการพิจารณาพลังงานใน DSR แต่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับโอเวอร์เฮดการค้นหาเส้นทาง ดังนั้นเราจึงได้เสนอเทคนิคการลดโอเวอร์เฮดการค้นหาเส้นทางเพิ่มเติมในอัลกอริทึม Q-PAR วิธีการที่เรานำเสนอเรียกว่ากลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมค้นหาเส้นทางแบบพิจารณาพลังงานบนคุณภาพการบริการด้วยเทคนิคการลดโอเวอร์เฮด (PIM-Q-PAR) เราทำการวัดประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบอัลกอริทึม PIM-Q-PAR กับโพรโทคอล DSR และ Q-PAR ผลการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นว่า PIM-Q-PAR มีประสิทธิภาพสูงกว่าในด้านโอเวอร์เฮด อายุการใช้งาน ดีเลย์เฉลี่ย อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จและค่าทรูพุท

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Corson and J. Macker, “Mobile Ad hoc Networking (MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations,” *RFC 2501*, January 1999.

[2] Saleh Ali K. and S.Putra , “An Overview of mobile Ad hoc Networks for The Existing Protocol an Application,” *Journal on Application of Graph Theory in Wireless Ad hoc Networks and Sensor Networks*, USA, March 2010.

[3] David B. Johnson, David A. Maltz and Yih-chun Hu, “The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Network (DSR),” *RFC 4728*, February 2007.

[4] Vinay Rishiwal,S.Verma and S.K.Bajpai, “QoS Based Power Aware Routing in MANETs,” *International Journal of Computer Theory and Engineering (IACSIT)*, April, 2009, Vol. 1, No.1,1793-8201.

[5] Ko Y.-B. and Vaida, N.H. , “Location-Aided Routing in Mobile Ad Hoc Networks,” *A&M University Texas*, 1998

[6] The Network Simulator ns-2,[online] available: http://www.isi.edu/nsnam/ns

[7] Eitan Altman and Thania Jimenez, Lecture Notes on “NS Simulator for Beginners,” December 2003.

การทดสอบประสิทธิภาพของอะแพชี เว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการเซิร์ฟเวอร์ วินโดวส์ อูบุนตู และ เซ็นโอเอส

Measuring the Performance of Apache Web Server on Windows, Ubuntu and CentOS Server Operating System

นฤพล เป้าทอง (Naruphon Paothong)[1] และ บรรณทัศน์ สร้อยระย้า (Banatus Soiraya)[2]
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]aa_kingnumber5@hotmail.com, [2]banatuss@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการทดสอบประสิทธิภาพ Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำการติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.04 CentOS 6.2 และ Windows Server 2008 ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพของ Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์ คือ JMeter ร่วมกับโปรแกรมหาประสิทธิภาพการทำงานของซีพียูในแต่ละระบบปฏิบัติการ โดยโปรแกรม JMeter จะจำลองการส่ง Packet ผู้ใช้งานในช่วงระหว่าง 100, 300 และ 500 รายไปยังเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งผลการทดสอบปรากฏดังนี้คือ 1) ระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.04 ให้ผลลัพธ์ทางด้านประสิทธิภาพในการให้บริการเฉลี่ย (Average HTTP Throughput) ที่มากที่สุดในทั้งสามระบบปฏิบัติการ 2) ไม่มีข้อแตกต่างอย่างชัดเจนทั้งเรื่องเวลาในการตอบสนองต่อการให้บริการ (Average Response Time) และการใช้งาน CPU ของเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์เฉลี่ยในทั้งสามระบบปฏิบัติการ

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ เวลาตอบสนอง เว็บเซิร์ฟเวอร์

Abstract

This paper presents the measuring of Apache Web Server performance on Ubuntu 12.04, CentOS 6.2 and Windows Server 2008. We performed our measuring by JMeter, a tool was developed by Apache Web Server and performance analysis programs of Ubuntu Server 12.04, CentOS 6.2 and Windows Server 2008. JMeter will simulate HTTP packets as if it were 100,300 and 500 users simultaneously to a Web Server. Two results showed that 1) Ubuntu Server 12.04 yielded the best average throughput amongst three operating systems. 2) there were no explicit differences both the Average Response Time and Average CPU Utilization amongst three operating systems.

Keyword: performance, response time, web server

1. บทนำ

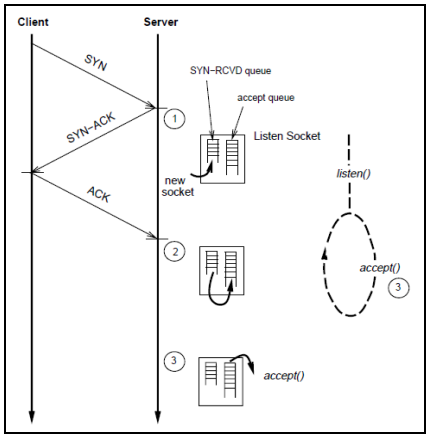
ปัจจุบันอินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุกๆด้าน ทั้งทางด้านการศึกษา ด้านธุรกิจการพาณิชย์ และด้านการบันเทิงซึ่งองค์ประกอบหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเข้าใช้งานอินเตอร์เน็ตที่คือ เว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยปัจจุบัน เว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายคือ Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์ [1] ซึ่งมีผู้ใช้งานประมาณ 60% เปรียบเทียบกับเว็บเซิรฟ์เวอร์ตัวอื่น จากความนิยมดังกล่าวทำให้มีการพัฒนา Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์ ไปใช้บนหลายระบบปฏิบัติการ ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows Server บนระบบปฏิบัติการ Linux Server ตระกูลต่างๆ นอกจากนี้การเลือกใช้งานระบบปฏิบัติการสำหรับเว็บเซิร์ฟเวอร์ [2,3] เป็นเรื่องที่สำคัญเช่นกันโดยจะคำนึงถึง ความเสถียรในการให้บริการ ความปลอดภัย การบริหารจัดการ การใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชั่นอื่นๆ และราคา เป็นต้น การใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Server นั้น ถึงแม้จะบริหารจัดการได้สะดวกและใช้งานร่วมกับผลิตภัณฑ์ตระกูล Microsoft ได้เป็นอย่างดีแต่ก็อาจจะมีประเด็นเรื่องความเสถียรในการให้บริการ หรือความ

ปลอดภัยตลอดจนเรื่องราคาของผลิตภัณฑ์และค่าบำรุงรักษาซึ่งเป็นจุดที่ทางผลิตภัณฑ์ Linux Server ตระกูลต่างๆ ได้เปรียบด้วยความเป็นซอฟต์แวร์แบบเปิดเผยรหัสต้นฉบับ (Open Source) และมีความหลากหลายของแพลทฟอร์มที่มีวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน และอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานต่างกันทำให้ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่า Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์บนระบบปฏิบัติการใดสามารถทำงานเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของ Apache เว็บเซิร์ฟเวอร์บนหลายแพลทฟอร์มตามที่ได้นำเสนอไปก่อนหน้านี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

ระบบเว็บเซิรฟ์เวอร์ประกอบไปด้วย เว็บเซิร์ฟเวอร์ ระบบเครือข่าย และเครื่องลูกข่ายโดยที่เครื่องลูกข่ายจะทำการติดต่อกับเว็บเซิรฟ์เวอร์ผ่านทางโปรโตคอล HTTP [4] ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 1 คือ เครื่องลูกข่ายร้องขอมายังเว็บเซิรฟ์เวอร์จะมีโปรเซส Listen สำหรับการร้องขอ Socket ใช้ Port TCP 80 เว็บเซิรฟ์เวอร์จะตอบกลับด้วยแพ็คเกต SYN-ACK-TCP และสร้าง Socket ใหม่ใส่ลงใน SYN-RCVD queue หมายเลขที่ 1 หลังจากนั้นเครื่องลูกข่ายตอบ ACK แพ็คเกตหมายเลขที่ 2 มายังเว็บเซิรฟ์เวอร์หลังจากนั้น SYN-RCVD queue จะทำการย้าย Socket จาก SYN-RCVD queue ไปยัง Accept queue ซึ่งแต่ละครั้ง เว็บเซิรฟ์เวอร์จะดำเนินการตอบรับ Accept ในหมายเลขที่ 3 จนจบขบวนการ



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล HTTP

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gaurav Banga และคณะ[5] ได้ทำวัดสมรรถะนะของเครื่องเว็บเซิรฟ์เวอร์โดยจำลองเครื่องจำนวนไม่มากเรียกว่า S-Clients และใช้คู่ของโปรเซสการเชื่อมต่อในระบบ Unix ที่เรียกว่า Socketpair ซึ่งสามารถจำลองสถานะการเครื่องเว็บเซิรฟ์เวอร์ภายใต้การทำงานแบบโอเวอร์โหลดซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญอันหนึ่งที่จะสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพเว็บเซิรฟ์เวอร์ได้

David Mosberger และคณะ [6] ได้สร้างเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของเว็บเซิรฟ์เวอร์ขึ้นมาเรียกว่า “httperf” ซึ่งเป็นเครื่องมือที่รันผ่านระบบยูนิกซ์และค่อนข้างจะมีเสถียรภาพดี สามารถจำลองสถานการณ์เครื่องเว็บเซิรฟ์เวอร์โอเวอร์โหลดได้และสนับสนุน HTTP/1.1 โดยจะรายงานผลการทดสอบในรูปแบบ Reply Rate Response Time และ Error Rate ออกมาให้ผู้ทดสอบทราบ

ระบบเว็บเซิรฟ์เวอร์สำหรับอินเทอร์เน็ตสมัยใหม่นั้นจำเป็นต้องรองรับระบบงานที่เป็น Streaming Video Workload มากขึ้นดังนั้นจึงมีการทดสอบจำลอง HTTP Steaming Video Workload [7] เพื่อที่จะวัดประสิทธิภาพของเว็บเซิรฟ์เวอร์โดยมีการประเมินผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ 3 เครื่อง คือ Apache Nginx และ Userver ผลการทดสอบพบว่า Userver เว็บเซิร์ฟเวอร์ให้ผลการทำงานในรูปแบบ Streaming works ได้ดีกว่าระบบอื่นที่นำเสนอ

Erich Nahum และคณะ [8] ได้นำเสนอเทคนิคการปรับปรุงระบบปฏิบัติการและเน็ตเวิร์กโปรโตคอลสำหรับ High Performance World Wide Web Servers โดยปรับปรุงซ็อกเกตฟังก์ชั่นใหม่ เป็น per-byte และ per connection โดยกลไกลนี้สามารถลดจำนวนแพ็กเกตที่แลกเปลี่ยนใน HTTP ทราน-แซกชั่นลงได้และพิ่มประสิทธิภาพของเซิรฟ์เวอร์และลดการใช้งานเครือข่ายลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

JMeter [9] เป็นซอฟต์แวร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ web application ซึ่งพัฒนาโดย Apache ด้วยภาษา java โดยสามารถที่จะใช้ทดสอบ web application ที่พัฒนาด้วยภาษาใดๆที่ทำงานบน เว็บเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) การทดสอบนั้นทำได้โดยการป้อนค่า URI (Uniform Resource Identifier) ในส่วนที่ต้องการทดสอบ web application และใส่ค่าที่จะส่งเข้าไปในระบบซึ่งสามารถที่จะ

กำหนดค่าจำลองจำนวนกลุ่มผู้เข้าใช้งาน โดยโปรแกรมจะสามารถรายงาน ค่าประสิทธิภาพในการทำงานในด้านต่างๆ ของ web application เช่น เวลาในการตอบสนอง (respond time) ของหน้าเว็บเพจ โดยมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที และปริมาณของการรับส่งข้อมูล และในกรณีที่มีการจำลองกลุ่มการเข้าใช้งานจำนวนมาก โดยมีวัตถุประสงค์ทำให้การทดสอบเสมือนจริงหรือใกล้เคียง เหมือนกับการทำงานจริงมากขึ้น

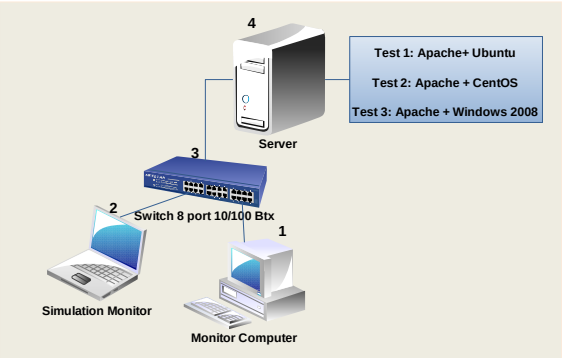
การทดสอบเว็บเซิร์ฟเวอร์ตามมาตรฐาน SPECweb2009 [10] ซึ่งมีรูปแบบการทดสอบอย่างละเอียดประกอบไปการทดสอบด้วยเครื่องลูกข่าย (Client) โดยใช้สคริปจาวาส่งโปรโตคอล HTTP เพื่อสั่งงานกำหนดค่า Work Load ไปยังเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทดสอบ และมีเครื่องควบคุมลูกข่าย (Prime Client) ซึ่งมีโปรเซสควบคุม (PTDaemon) ที่รับค่าจากฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น Power Analyzer และ Temperature Sensor เพื่อนำมาสรุปรายงานประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดที่เป็นรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งนำมาเป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพซึ่งนิยมใช้ในห้อง Laboratory ที่ใช้ในการวัดมาตรฐานเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้ดำเนินการไปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้เตรียมออกแบบระบบทดสอบและเงื่อนไขทดสอบดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบระบบทดสอบ

ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ 1.ฮาร์ดแวร์สำหรับทดสอบระบบ 2.ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ และ 3.ซอฟต์แวร์สำหรับทดสอบและตรวจสอบประสิทธิภาพระบบซึ่งมีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายสวิทช์ดังภาพที่ 2 การทดสอบนั้นจะกระทำทีละระบบปฏิบัติการจนกระทั่งครบทั้งสามระบบปฏิบัติการ



ภาพที่ 2: การเชื่อมต่อระบบทดสอบ

1.ฮาร์ดแวร์สำหรับทดสอบระบบ: ฮาร์ดแวร์สำหรับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ หมายเลข 4 มี CPU: Intel Core 2 Duo (2.67 GHz) หน่วยความจำ 2 GB ฮาร์ดดิสค์ขนาด 500 GB และแลนการ์ด 10/100 Btx ฮาร์ดแวร์สำหรับคอมพิวเตอร์ตรวจสอบระบบคือหมายเลข 1 มี CPU: Intel Core 2 Duo (1.06GHz) หน่วยความจำ 1 GB ฮาร์ดดิสค์ขนาด 150 GB และแลนการ์ด 10/100 Btx ฮาร์ดแวร์สำหรับคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองการทดสอบ JMeter คือหมายเลข 2 มี CPU: Intel Core 2 Duo (2.13GHz) หน่วยความจำ 2 GB ฮาร์ดดิสค์ขนาด 150 GB และแลนการ์ด 10/100 Btx ฮาร์ดแวร์เครือข่ายสวิทช์หมายเลข 3 คือ 8 port 10/100 Switch

2.ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการทั้ง 3 ชนิดคือ CentOS 6.2 (Linux Kernel 2.6.32-279), Ubuntu Server 12.04 (Linux Kernel 3.2.0-35) และ Windows Server 2008

3.ซอฟต์แวร์สำหรับทดสอบและตรวจสอบประสิทธิภาพระบบคือ JMeter สำหรับวัดประสิทธิภาพ โปรโตคอล HTTP GNOME สำหรับวัดประสิทธิภาพซีพียูบนระบบปฏิบัติการ Linux และ Windows Resource Manager สำหรับวัดประสิทธิภาพซีพียูบนระบบปฏิบัติการ Windows

3.2 เงื่อนไขในการประเมินระบบ

ดำเนินการทดสอบแต่ละครั้งในแต่ละระบบปฏิบัติการโดยใช้ JMeter หาค่าประสิทธิภาพการร้องขอข้อมูลโปรโตคอล HTTP (HTTP Throughput) และการตอบสนองโปรโตคอล HTTP (HTTP Response Time) โดยการใช้งานซีพียู (CPU Utilization) จากโปรแกรม GNOME และ Windows Resource Manager นอกจากนี้การทดสอบได้คำนึงถึงเงื่อนไขของประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์ระบบซึ่งอาจจะไม่เพียงพอในการทดสอบจำนวนผู้ใช้งานในปริมาณสูงเช่นมีจำนวนหลัก 1,000 คนขึ้นไปดังนั้นจึงได้กำหนดเงื่อนไขในการดำเนินงานดังต่อไปนี้คือมีการใช้งานดังตารางที่ 1 ซึ่งมีการจำลองการทดสอบโดยจำลองการใช้งานระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นจำนวนกลุ่ม 100 200 และ 300 คนตามลำดับโดยสามารถกำหนดการร้องขอ (Request) ได้ 4 แบบคือ จำนวน 1 2 3 หรือ 4 ครั้ง ในแต่จำนวนกลุ่มดังกล่าวดังนั้น จำนวน Sample ในการทดสอบ = จำนวน Users x จำนวน Request ตัวอย่างเช่น มีจำนวน Users = 100 คน และมี Request = 2 ครั้งคือการจำลอง 100 Users ร้องขอไปเป็น

จำนวน 2 ครั้งจะได้การ Sample = 200 ครั้งเป็นต้นซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพจะดำเนินการทั้งแบบภายในโปรโตคอล HTTP และ ภายนอกโปรโตคอล (ประสิทธิภาพการทำงานของซีพียู) โดยที่การทดสอบภายใน Protocol HTTP ซึ่งประกอบไปด้วย 1. การหาค่า HTTP Throughput คือ การหาค่าประสิทธิภาพในการให้บริการ เว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยที่จะมีหน่วยวัดเป็นการร้องขอ (Request) ต่อนาที

2. การหาค่า HTTP Response Time คือ เวลาในการตอบสนองต่อการให้บริการ เว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยจะมีหน่วยวัดเป็น milliseconds

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการทดสอบประสิทธิภาพ

Request	จำนวน User		
	100	300	500
1	100	300	500
2	200	600	1000
3	300	900	1500
4	400	1200	2000

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินการวิจัยสามารถแยกประเภทการทดสอบเป็น 3 เงื่อนไขในการทดสอบคือ1.ประสิทธิภาพการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Throughput) 2.ประสิทธิภาพการตอบสนองของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Response) และ ประสิทธิภาพในการใช้งานซีพียู(CPU Utilization) โดยที่ได้ทำการแบ่งออกเป็นจำนวนกลุ่มการทดสอบคือ 100,300 และ 500 คนดังต่อไปนี้

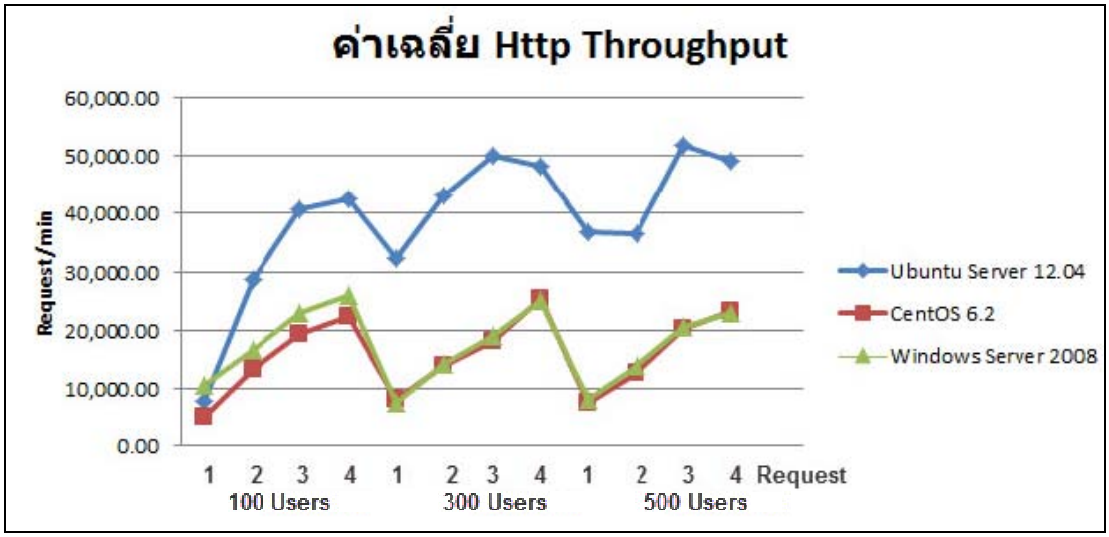
4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Throughput) ดังแสดงในภาพ 3 ผลลัพธ์การจำลองการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นจะเห็นได้ว่ามีการตอบสนองการร้องขอต่อนาทีที่สูงสุดในระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัดทั้งการร้องขอจำนวน 100 300 และ 500 คนโดยจะอยู่ในช่วงระหว่าง 30,000- 50,000 Request/min ในขณะที่ระบบปฏิบัติการ CentOS และ Windows Server นั้นจะมีการตอบสนองการร้องขอต่อนาทีอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันคือระหว่าง 10,000- 25,000 Request/min

4.2 ประสิทธิภาพการตอบสนองของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Response time) ดังแสดงในภาพ 4 ผลลัพธ์การจำลองการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นจะเห็นได้ว่ามีเวลาตอบสนอง (Response Time) ทั้ง 3 ระบบปฏิบัติการไม่แตกต่างกันมากนักซึ่งรูปของแบบการตอบสนอง (Response Time) ของระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.08 จะค่อนข้างคล้ายกับรูปแบบของระบบปฏิบัติการ Windows Server 2008 มากกว่าระบบปฏิบัติการ CentOS 6.2

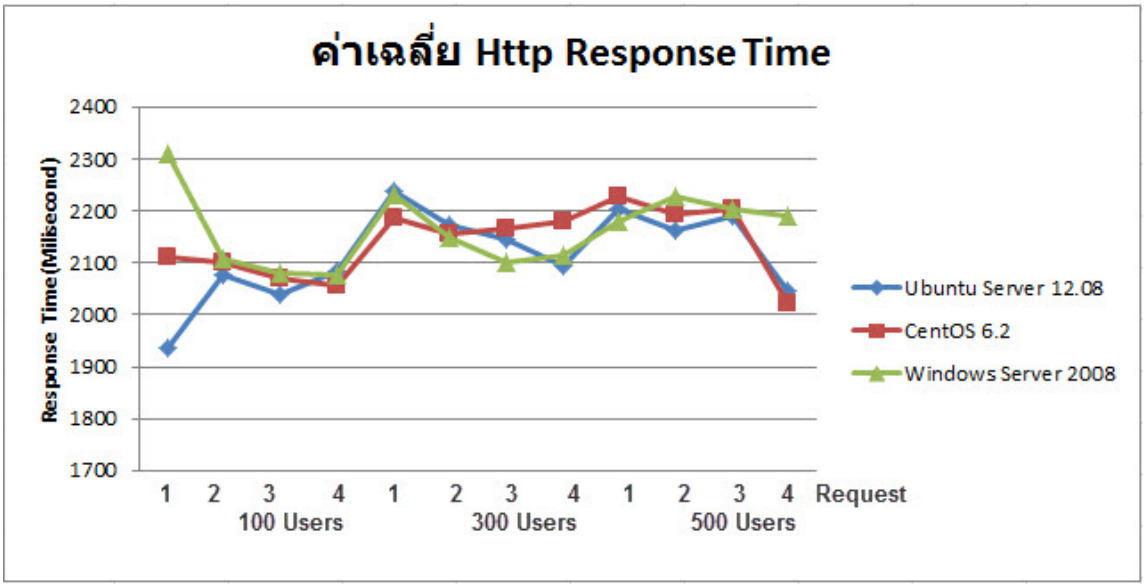
4.3 ค่าเฉลี่ยการใช้งานซีพียู (CPU Utilization) ดังแสดงในภาพ 5 ประสิทธิภาพของ CPU Utilization ของการให้บริการที่ 100-500 คน ผลลัพธ์การจำลองการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นจะเห็นได้ว่ามีประสิทธิภาพของ CPU Utilization ทั้ง 3 ระบบปฏิบัติการไม่แตกต่างกันมากนักซึ่งรูปของประสิทธิภาพของ CPU Utilization ของระบบปฏิบัติการ CentOS จะค่อนข้างคล้ายกับรูปแบบของระบบปฏิบัติการ Windows Server 2008 มากกว่าระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.08

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

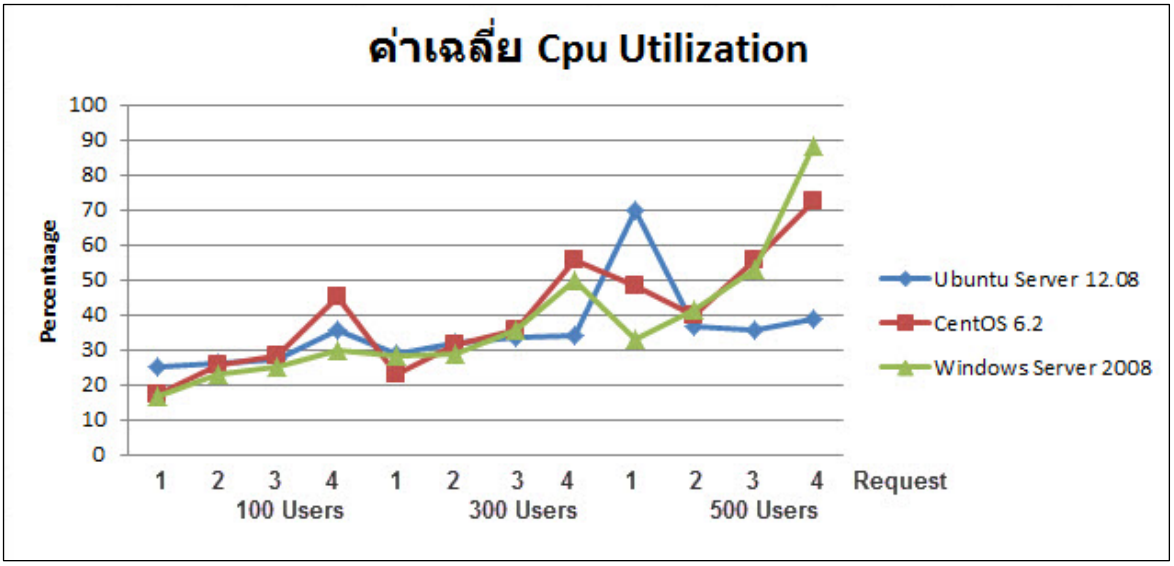
จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Throughput) นั้นผลปรากฏในภาพที่ 3 ว่า ระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.04 มีประสิทธิภาพในการให้บริการสูงสุดอย่างชัดเจนในช่วงผู้ใช้งาน 100 300 และ 500 คน นอกจากนี้ระบบปฏิบัติการ CentOS 6.2 และ Windows Server 2008 มีประสิทธิภาพในการให้บริการใกล้เคียงกันในช่วงผู้ใช้งาน 100 300 และ 500 คน ในขณะที่ผลการทดสอบประสิทธิภาพเวลาตอบสนองของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP Response Time) และประสิทธิภาพในการใช้งานซีพียู (CPU Utilization) นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน



ภาพที่ 3: ประสิทธิภาพของ Http Throughput ของการให้บริการที่ 100-500 คน



ภาพที่ 4: ประสิทธิภาพของ Http Response Time ของการให้บริการที่ 100-500 คน



ภาพ 5 ประสิทธิภาพของ CPU Utilization ของการให้บริการที่ 100-500 คน

ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์นำผลทดสอบที่ได้สำหรับเลือกระบบเว็บเซิรฟ์เวอร์โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการให้บริการควรจะเลือกระบบปฏิบัติการที่สามารถให้บริการงานระบบเว็บเซิรฟ์เวอร์ได้สูงสุดเช่น ระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.08

2.การวางแผนการทดสอบในอนาคตอาจจะต้องคำนึงถึงผลกระทบระหว่างโปรโตคอล HTTP และ TCP เพื่อนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพระบบเว็บเซิรฟ์เวอร์ให้ดีขึ้น

3.การใช้เครื่องมือทดสอบชนิดอื่นที่สามารถวัดประสิทธิภาพของโปรโตคอล HTTP เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการวัดประสิทธิภาพโดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องมือวัดชนิดอื่น [5, 6]

4. ผลกระทบของการใช้ Kernel Linux ที่แตกต่างกันระหว่าง Ubuntu 12.04 และ CentOS 6.2 อาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการทดสอบระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] WebServer Survey, http:/news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey.

[2] N. Economides and E. Katsamakas “ Linux vs Windows: A Comparison Application and Platform Innovation Incentives for Open Source and Proprietary Software Platforms” The Economics of Open Source Software Development Published by Elsevier B.V. 2006.

[3] A Crimson Consulting Group Business White Paper” Choosing between Windows and Linux for High Performance Computing, January 2010.

[4] W.Stevens., TCP/IP Illustrated vol. 3. MA: Addison Wesley, Reading, 1996.

[5] G. Banga and P. Druschel, "Measuring the Capacity of a Web Server," in Proceedings of the USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems Monterey, California, 1997.

[6] M. David and J. Tai, "httperf:A tool for measuring web server performance," pp. 31-37 ,1998.

[7] S.Jim, B. Tim, E. Derek, and W. Bernard, "Methodologies for generating HTTP streaming video workloads to evaluate web server performance," in Proceedings of the 5th Annual International Systems and Storage Conference Haifa, Israel: ACM, 2012.

[8] E. Nahum, T. Barzilai and Dilip D. Kandlur “Performance Issues in WWW Servers” IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol 10, NO. 1. pp. 2-10, February 2002.

[9] Apache JMeter,http://jmeter.apache.org

[10] SPECWeb2009,http://www.spec.org/web2009

กลไกการปรับระยะเวลา Timeout เพื่อควบคุมความคับคั่งและลดจำนวนสัญญานควบคุมในโครงข่ายเคลื่อนที่ยุคที่ 3

Adaptive RRC Timeout Mechanism for Congestion Control and Signaling Storm Reduction in 3G network

พงศกร ดวงเกษม(Phonsakorn Duangkasem)[1] ธนัญ จารุวิทยโกวิท(Thanan Jaruvitayakovit)[2]
และชัยพร เขมะภาตะพันธ์ (Chaiyaporn Khemapatapan)[3]
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]mrpongsakorn.d@gmail.com, [2]tjaruvit@yahoo.com, [3]chaiyaporn@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ประสบปัญหา Signaling Storm อันเป็นผลมาจากพฤติกรรมในการใช้งาน Data service อย่างต่อเนื่อง และกลไก fast dormancy ที่มุ่งลดการใช้พลังงานของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเปลี่ยนสถานะ Radio Resource Control Protocol (RRC) เพื่อลดอัตราการบริโภคพลังงานจากแบตเตอรี่ของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของ RRC บ่อยครั้งขึ้น ซึ่งในการเปลี่ยนสถานะนั้น จะมีการสร้างสัญญาณควบคุมจำนวนมาก จากการศึกษา พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Android มีการสร้างสัญญาณจำนวนมากกว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ระบบปฏิบัติการอื่นๆ งานวิจัยนี้นำเสนอกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของการเปลี่ยนสถานะ RRC ให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากปริมาณ Load ของเครือข่ายและชนิดของระบบปฏิบัติการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากจำลองการทำงานพบว่ากลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ช่วยลดปริมาณสัญญาณในเครือข่ายลงได้ 11-28% ทำให้ช่วยลดโอกาสที่จะเกิดความคับคั่งของสัญญาณควบคุมในเครือข่ายได้

คำสำคัญ: พายุสัญญาณ การจัดการทรัพยากรคลื่นวิทยุ กลไกการปรับระยะเวลา

Abstract

The rapid growth of smartphone usage causes the mobile network operators face a signaling storm problem. As a result of the behavior of continuous use the data service and the fast dormancy mechanisms that aim to reducing the power consumption of smartphone with fast RRC state demotion. However it makes more often state transition and generates more signaling, causing congestion of network signal. Research results indicate that smartphone with Android operating system generates more signaling than other operating systems. This paper presents a mechanism to dynamically adjust the timeout of RRC state transition by considering the overall load of the network and take into account the operating system of smartphones for select the phone that will be dropped from the mobile network. Simulation result found that the proposed mechanism can reduce the amount of signal by 11-28%. As the result, the congestion of signaling could be reduced.

Keyword: Signaling Storm, Radio Resource Management, Adaptive time-out mechanism

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนอย่างกว้างขวาง โดยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องแทนที่การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบฟีเจอร์โฟน แต่การใช้งานบริการข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายของสมาร์ทโฟน ก็ก่อให้เกิดปัญหา ขึ้นในระบบเครือข่าย ดังเช่น ผู้ให้บริการรายหนึ่งในประเทศญี่ปุ่นที่พบกับปัญหา Signaling Storm[1] อันเป็นผลมาจากการใช้งานบริการข้อมูลผ่านสมาร์ทโฟนอย่างต่อเนื่อง ทำ

ให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ RRC บ่อยครั้ง ซึ่งการเปลี่ยนสถานะแต่ละครั้ง จะมีสัญญาณจำนวนหนึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่าย ยิ่งมีการเปลี่ยนสถานะบ่อยครั้งก็จะยิ่งมีจำนวนสัญญาณในระบบจำนวนมาก ในที่สุดก็จะเกิดปัญหา Signaling Storm ขึ้นในระบบเครือข่าย ปัญหานี้ทำให้ผู้ให้บริการไม่สามารถให้บริการได้ตามปกติผู้ใช้งานไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องหรืออาจใช้งานไม่ได้เลย เพื่อแก้ไขปัญหานี้ผู้ให้บริการต้องลงทุนจำนวนมากเพื่อขยาย Capacity ของระบบเครือข่ายให้รองรับกับจำนวนสัญญาณที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นและอาจยังคงเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต

บทความนี้นำเสนอกลไกเพื่อลดสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนสถานะ RRC ที่จะช่วยลดความคับคั่งของสัญญาณในระบบเครือข่ายลง โดยการพิจารณาพฤติกรรมในการสร้าง signaling traffic ของสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแตกต่างกันและใช้เป็นข้อมูลในการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ตามเกณฑ์ความคับคั่งของระบบเครือข่าย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ให้บริการไม่ต้องลงทุนจำนวนมากเพื่อขยาย Capacity ของระบบเครือข่ายโดยไม่จำเป็น และผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Radio Resource Control Protocol (RRC)[2,3]

เป็นโปรโตคอลที่ Radio Network Controller(RNC) ใช้ในการควบคุมและกำหนดสถานะในการใช้ทรัพยากรช่องสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระหว่างการใช้บริการ ในการใช้บริการข้อมูลผ่านระบบ 3G นั้น จะแบ่งสถานะตามโปรโตคอล RRC ได้ 4 สถานะ คือ

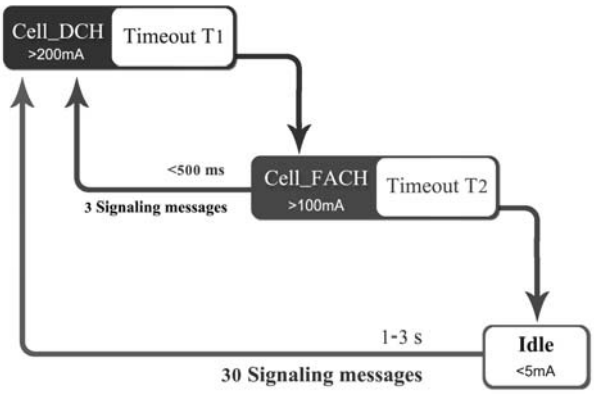
(1) Idle เป็นสถานะที่โทรศัพท์เคลื่อนที่เชื่อมต่อกับระบบแต่ไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลจึงไม่มีการใช้งานช่องสัญญาณ และใช้พลังงานต่ำมาก

(2) Cell_DCH เป็นสถานะที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง มีการใช้ช่องสัญญาณทั้งหมดที่สามารถใช้ได้ มีการใช้พลังงานมากกว่าสถานะอื่นๆ เมื่อไม่มีการใช้งานเป็นเวลา T1 ก็จะเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะถัดไป

(3) Cell_FACH สามารถรับ-ส่งข้อมูลขนาดเล็ก ความเร็วในการรับ-ส่งต่ำ ใช้พลังงานน้อยกว่าสถานะ Cell_DCH เมื่อไม่มีการใช้งานเป็นเวลา T2 ก็จะเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะถัดไป

(4) Cell_PCH เป็นสถานะที่แทบจะไม่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ แต่สามารถเปลี่ยนสถานะไปยัง Cell_DCH ได้เร็วกว่าและสร้าง signaling น้อยกว่าการเปลี่ยนสถานะจาก Idle -> Cell_DCH แต่เมื่อไม่มีการใช้งานเป็นเวลา T3 ก็จะเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะถัดไป

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สถานะ RRC [3,4] ไม่รองรับสถานะ Cell_PCH งานวิจัยนี้จึงมุ่งสนใจเฉพาะสถานะ Cell_DCH , Cell_FACH และ IDLE เท่านั้น การเปลี่ยนแปลงสถานะ RRC แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : สถานะ RRC และการเปลี่ยนแปลงสถานะ [2,3]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้สนใจผลกระทบของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ซึ่งมีพฤติกรรมการใช้งานบริการข้อมูลมากและส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ RRC จำนวนมาก โดยปกติในการกำหนดระยะเวลา Timeout ของการเปลี่ยนสถานะ RRC นั้นผู้ให้บริการจะกำหนดระยะเวลาในแต่ละสถานะแบบตายตัว[6] ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละระบบหรือแต่ละพื้นที่ได้ งานวิจัย [7] พยายามพยากรณ์ระยะเวลาที่จะมีการเรียกใช้งานครั้งถัดไปเพื่อใช้ในการปรับสถานะ RRC ซึ่งยังไม่แม่นยำพอ และการกำหนดระยะเวลา Timeout ของการเปลี่ยนสถานะ RRC แบบ Dynamic ในงานวิจัย [8] มีการปรับระยะเวลา Timeout ตาม Load ของระบบและพิจารณาดรอป

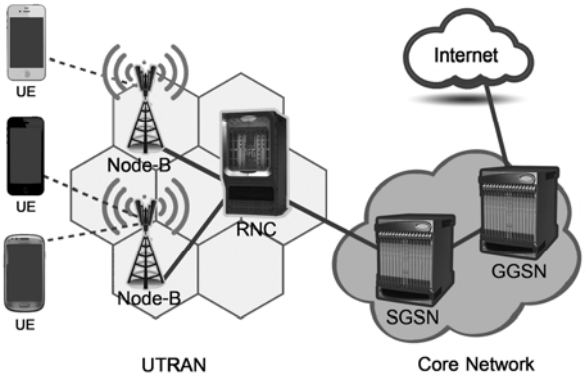
session ที่ไม่มีการใช้งานในระบบเพื่อลดจำนวน traffic จากการใช้งานลง แต่ไม่ได้พิจารณาถึงกรณีที่ผู้ใช้งานอาจมีความต้องการใช้งานข้อมูลอีก ซึ่งจะเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายใหม่และเริ่มกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะไปเป็นสถานะ Cell_DCH อีก ซึ่งอาจสร้าง signaling จำนวนมากกว่าเดิมขึ้นในระบบเครือข่ายและไม่ได้พิจารณาถึงพฤติกรรมของสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน โดยระบบปฏิบัติการแต่ละระบบนั้นสร้าง signaling ในปริมาณที่แตกต่างกันไป ดังนี้ Android > iOS > Symbian [9]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากลไกในการปรับเปลี่ยนระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC แบบ Dynamic โดยพิจารณาจากความคับคั่งของสัญญาณในเครือข่าย ความจุสูงสุดของเครือข่าย และพฤติกรรมการสร้าง signaling ที่แตกต่างกันของระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟน เพื่อให้เครือข่ายสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ระบบไม่ล่มเนื่องจากมีจำนวน traffic มากเกินความจุสูงสุดที่รองรับได้ และผู้ใช้งานได้รับบริการอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 2 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ซึ่งมีอุปกรณ์ RNC เป็นตัวบริหารจัดการและควบคุม Air Interface ทั้งหมด โดยมี Node-B เป็นตัวกระจายสัญญาณให้แก่อุปกรณ์ของผู้ใช้บริการหรือเรียกว่า User Equipment (UE) ซึ่งในงานวิจัยนี้มุ่งสนใจเฉพาะ UE ที่เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟนที่ใช้บริการ Data Service เท่านั้น โดย RNC นี้จะเป็นตัวควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลจาก UE ไปสู่ Core Network (CN) และจาก CN ไปสู่ UE อีกทั้งเป็นผู้กำหนดสถานะ RRC ที่เหมาะสมให้แก่ UE แต่ละเครื่องอีกด้วย RNC แต่ละตัวมี Capacity ที่สามารถรองรับปริมาณสัญญาณที่ต้องประมวลผลแตกต่างกันไปตามรุ่นและผู้ผลิตแต่ละราย

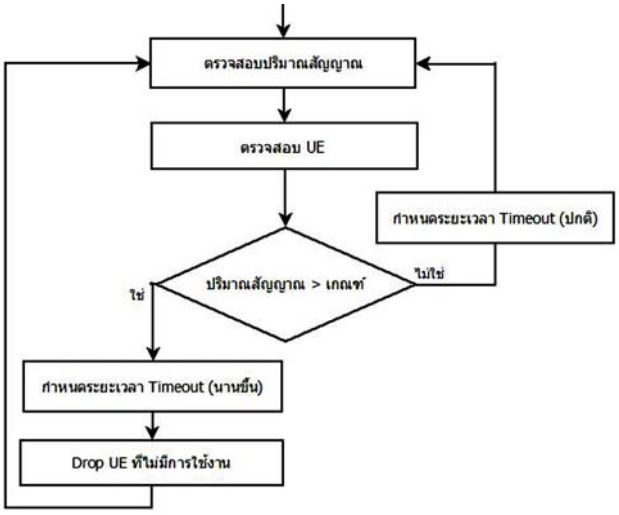


ภาพที่ 2 : สถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

งานวิจัยนี้พิจารณาปริมาณสัญญาณที่ส่งผ่าน RNC เปรียบเทียบกับ Capacity ที่รองรับได้ แล้วพิจารณาดำเนินการปรับระยะเวลา Timeout ของการเปลี่ยนสถานะ RRC ให้เหมาะสม หรือพิจารณา drop อุปกรณ์บางตัวที่ไม่ได้ใช้งานออกจากระบบ โดยพิจารณาร่วมกับพฤติกรรมในการสร้าง signaling ที่แตกต่างกันของระบบปฏิบัติการต่างๆ ของสมาร์ทโฟน

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

กลไกในการลดความคับคั่งของสัญญาณนี้ แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : การทำงานของกลไกการปรับระยะเวลา Timeout

จากภาพที่ 3 กลไกนี้จะทำงานตามรอบระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยทำงานตั้งแต่จุดเริ่มต้นไปจนสิ้นสุดทุกกระบวนการแล้วรอระยะเวลาเพื่อเริ่มการทำงานครั้งใหม่วนเช่นนี้เรื่อยไป โดยรายละเอียดของการทำงานแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

3.2.1 กระบวนการตรวจสอบปริมาณสัญญาณ

ทำการตรวจสอบปริมาณสัญญาณทั้งหมดที่ผ่านอุปกรณ์ RNC ในขณะนั้น ทั้งข้อมูลและสัญญาณควบคุม โดยให้ Capacity สูงสุดที่ RNC จะรองรับได้เป็น 100% เปรียบเทียบกับปริมาณสัญญาณในขณะนั้นออกมาเป็นเปอร์เซนต์ แล้วเทียบกับเกณฑ์ความคับคั่งของสัญญาณที่ตั้งไว้ เพื่อพิจารณาระดับการดำเนินการควบคุมปริมาณสัญญาณในกระบวนการต่อไป เนื่องจากเกณฑ์ที่ระบบเครือข่ายจะทำการ Block เมื่อมีความคับคั่งของสัญญาณ 75% และทำการ Drop เมื่อมีความคับคั่งของสัญญาณ 90% [8] จึงกำหนดเกณฑ์ความคับคั่งระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ไว้ที่ 60% และ 80% ตามลำดับ เพื่อให้กลไกนี้ทำงานก่อนที่ความคับคั่งของสัญญาณจะมากกว่าเกณฑ์ของการ Block และ Drop UE

3.2.2 กระบวนการตรวจสอบ UE

ทำการตรวจสอบปริมาณ UE ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย ตรวจสอบหมายเลข IMEI ของ UE แต่ละตัวเพื่อให้ทราบถึงระบบปฏิบัติการที่ใช้และประเภทของอุปกรณ์ รวมไปถึงตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของ UE ว่าอยู่ในสถานะ RRC ใด มีการรับ-ส่งข้อมูลอยู่หรือไม่ หรือไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลมานานเท่าใดแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการขั้นต่อไป

3.2.3 กระบวนการกำหนดระยะเวลา Timeout

เมื่อ RNC มีความคับคั่งของสัญญาณมากกว่าเกณฑ์ระดับที่ 1 ระบบจะพิจารณากำหนดระยะเวลา Timeout ให้แก่สมาร์ทโฟน Android นานกว่าปกติ ในขณะที่กำหนดระยะเวลา Timeout ปกติให้แก่สมาร์ทโฟน iOS และเมื่อปริมาณสัญญาณมากกว่าเกณฑ์ระดับที่ 2 ระบบจะพิจารณากำหนดระยะเวลา Timeout ให้แก่สมาร์ทโฟน iOS นานกว่าปกติ ในขณะที่กำหนดระยะเวลา Timeout ให้แก่สมาร์ทโฟน Android นานมากกว่าระยะเวลา Timeout ของเกณฑ์ระดับที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : การกำหนดระยะเวลา Timeout ตามเกณฑ์ความคับคั่ง

	ระยะเวลา Timeout	
ปริมาณสัญญาณ	**Android**	**iOS**
ต่ำกว่าเกณฑ์	ปกติ	ปกติ
เกณฑ์ระดับที่ 1	นาน	ปกติ
เกณฑ์ระดับที่ 2	นานมาก	นาน

ตารางที่ 2 : ระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ในระดับต่างๆ

	ระยะเวลา Timeout (วินาที)	
	Cell_DCH	**Cell_FACH**
ปกติ	10	50
นาน	15 - 20	75 - 100
นานมาก	25 - 30	125 - 150

เนื่องจากการกำหนดระยะเวลา Timeout ที่ยิ่งนานขึ้น จะยิ่งช่วยลดปริมาณสัญญาณมากขึ้นในขณะเดียวกันก็ยิ่งเพิ่มการใช้พลังงานของ UE มากขึ้นเช่นกัน อีกทั้งขึ้นอยู่กับพฤติกรรมในการใช้งานของ UE ด้วย สำหรับระยะเวลา Timeout ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของ UE ในการทดสอบด้วยแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดระยะเวลา Timeout แตกต่างกันออกไป และนำผลลัพธ์ที่ได้มาหาอัตราส่วนของปริมาณสัญญาณที่ลดลงต่อการใช้พลังงานเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของ UE เพื่อนำไปเปรียบเทียบหาระยะเวลาที่มี โดยช่วงระยะเวลาที่มีค่าอัตราส่วนที่สูงที่สุด (เหมาะสมที่สุด) แสดงดังตารางที่ 2

3.2.4 กระบวนการ Drop UE ที่ไม่มีการใช้งาน

เมื่อ RNC มีความคับคั่งของสัญญาณมาก อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พิจารณา Drop UE ที่ไม่มีการใช้งานมานานออกจากเครือข่าย เพื่อลดปริมาณของ UE ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายและลดโอกาสที่ UE เหล่านั้นจะสร้าง Signaling ขึ้นมาในระบบ แต่หาก UE ที่ถูก Drop ไปแล้วต้องการจะใช้งานบริการข้อมูล ก็จะต้องทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายใหม่

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การตรวจวัด Traffic ของระบบปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ทำการวัด traffic ของ จากการใช้งานจริงด้วยโปรแกรม Wireshark โดยใช้สมาร์ทโฟน Samsung Galaxy S2 ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชั่น 4.0.4 และ iPhone4 ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชั่น 5.1.1 ตั้งค่าสมาร์ทโฟนทั้ง 2 เครื่องให้ใช้งาน 3G เพียงอย่างเดียว และปิดโปรแกรมอื่นๆ นอกจากโปรแกรมที่จะตรวจจับ เพื่อตรวจจับเฉพาะ Traffic ของโปรแกรมที่ต้องการเท่านั้น ตรวจจับ Traffic จากพฤติกรรมการใช้งาน 2 ลักษณะ คือ การใช้งาน web browser และการเล่นเกมส์ Angry Bird เวอร์ชั่น 3.0.0 ทำการตรวจจับแต่ละกรณี

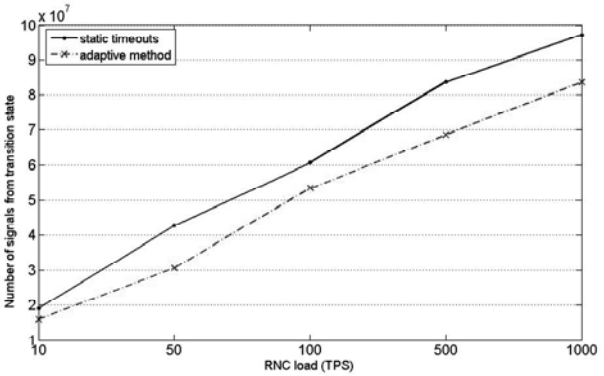
จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที นำ Traffic ที่ได้ไปวิเคราะห์สถานะ RRC ด้วยโปรแกรม ARO [4,5] พบว่าสมาร์ทโฟน Android มีจำนวนการเปลี่ยนสถานะ IDLE -> Cell_DCH และ Cell_FACH -> IDLE ซึ่งมีการสร้าง signaling message จำนวนมาก บ่อยกว่าสมาร์ทโฟน iOS คิดเป็นร้อยละ 63.8

4.2 การจำลองระบบ

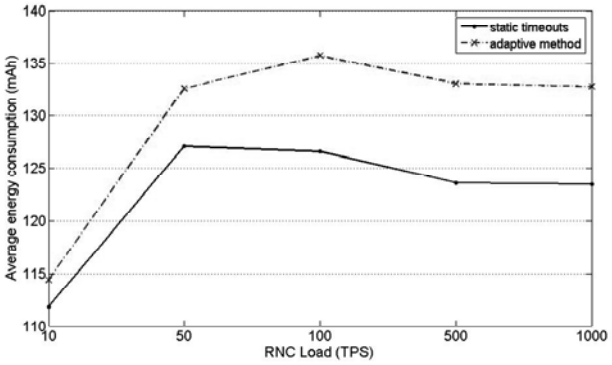
ผู้วิจัยได้ทำการจำลองการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยจำลองการทำงานของ RNC ในการควบคุม NodeB จำนวน 17 โหนด ซึ่งแต่ละโหนดมี 3 cell sectors แต่ละ cell sector มีการกำหนดตัวแปรต่างๆ เหมือนกับงานวิจัย [8] ใช้ traffic จากหัวข้อ 4.1 ในการกำหนดพฤติกรรมในการใช้งานบริการข้อมูลของ UE แต่ละเครื่องโดยจะสุ่มเลือก traffic ของ iOS และ Android ในอัตราส่วนเท่ากัน และกำหนดให้ UE มีระยะเวลาใช้งานเฉลี่ย 412 วินาที กำหนดระยะเวลา Timeout ของสถานะ Cell_DCH และ Cell_FACH ในแต่ละระดับ ด้วยระยะเวลานานที่สุดในแต่ละระดับตามตารางที่ 2 ดังนี้ Cell_DCH ในระดับ ปกติ, นาน, นานมาก มีระยะเวลา 10, 20 ,30 วินาทีตามลำดับ และ Cell_FACH ในระดับ ปกติ, นาน, นานมาก มีระยะเวลา 50, 100 ,150 วินาที ตามลำดับ การทดลองนี้กำหนดให้ UE ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายจะสามารถใช้งานได้จนกว่าจะครบระยะเวลาใช้งานหรือถูก Drop เนื่องจากเครือข่ายมีความคับคั่งของสัญญาณมากเท่านั้น จำนวน signaling message ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสถานะต่างๆ ดังนี้ IDLE -> Cell_DCH : 30, Cell_FACH -> Cell_DCH : 3, Cell_DCH -> Cell_FACH : 4, Cell_FACH -> IDLE : 22 ทั้งนี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดสอบการกำหนดระยะเวลา Timeout แบบคงที่กับงานวิจัย [8]

4.3 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบการทำงานของกลไกที่นำเสนอด้วยแบบจำลอง ได้ผลการทดสอบดังนี้



ภาพที่ 4 : ปริมาณสัญญาณจากการเปลี่ยนสถานะ RRC ที่ปริมาณ Load ต่างๆ



ภาพที่ 5 : การใช้พลังงานเฉลี่ยของสมาร์ทโฟนที่ปริมาณ Load ต่างๆ

จากภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณสัญญาณที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะ RRC ของกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ด้วยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนและการกำหนดระยะเวลา Timeout แบบคงที่ในกรณีที่ระบบเครือข่ายมีปริมาณ Load ที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อระบบมีปริมาณ RNC Load 10 - 1000 TPS กลไกการปรับระยะเวลา Timeout สามารถช่วยลด signaling message ได้ถึง 11 – 28% เป็นผลมาจากการปรับระยะเวลา Timeout ให้กับสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการต่างๆ ที่นานขึ้น ทำให้จำนวนครั้งในการเปลี่ยนสถานะลดลง จำนวนสัญญาณที่สร้างขึ้นระหว่างการเปลี่ยนสถานะจึงลดลงด้วย

จากภาพที่ 5 เปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยต่อเครื่องของสมาร์ทโฟนที่ใช้งานภายใต้เครือข่ายที่มีกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ด้วยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนและเครือข่ายที่ไม่มีกลไกดังกล่าว โดยทำการคำนวณการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนทุกเครื่องในระบบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าเมื่อระบบมีปริมาณ RNC Load 10 - 50 TPS สมาร์ทโฟนมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยต่อเครื่องเพิ่มขึ้น

2 - 4.5% เมื่อระบบมีปริมาณ RNC Load 100 - 1000 TPS สมาร์ทโฟนมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยต่อเครื่องเพิ่มขึ้น 7.5% ถ้าสังเกตุลักษณะของกราฟจะเห็นได้ว่าในตอนต้นของกราฟจะมีค่าน้อยที่สุด และปรับตัวสูงขึ้นก่อนที่จะปรับตัวลดลงมาเล็กน้อยและมีแนวโน้มที่จะคงที่ ในช่วง RNC Load 100 เป็นต้นไป ซึ่งทุกช่วงของกราฟมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานจากทุก RNC Load ได้ดังนี้ การกำหนดระยะเวลา Timeout แบบคงที่มีการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเครื่อง 122.51 mAh และกลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ด้วยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟน จะมีการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเครื่อง 129.69 mAh เมื่อนำมาเปรียบ เทียบระยะเวลาการใช้งาน โดยกำหนดให้สมาร์ทโฟนมีแบตเตอรี่ความจุ 1,650 mAh คำนวณเฉพาะการใช้พลังงานของสถานะ RRC เท่านั้น ไม่ได้รวมการใช้พลังงานในส่วนอื่นๆ เช่น จอภาพ ลำโพง เป็นต้น ถ้าใช้การกำหนดระยะเวลา Timeout แบบคงที่ซึ่งมีการใช้พลังงานเฉลี่ย 122.51 mAh จะสามารถใช้งานสมาร์ทโฟนได้ประมาณ 13.47 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้กลไกการปรับระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ด้วยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟน จะมีการใช้พลังงานเฉลี่ย 129.69 mAh ซึ่งสามารถใช้งานสมาร์ทโฟนได้ประมาณ 12.72 ชั่วโมง

5. สรุป

การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทอย่างกว้างขวางในปัจจุบันและพฤติกรรมการใช้งานบริการข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาความคับคั่งของสัญญาณในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสถานะ RRC ทรัพยากรของระบบเครือข่ายไม่เพียงพอต้องสูญเสียไปกับการประมวลผลสัญญาณที่มีจำนวนมากและเกิดขึ้นเกินความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางในการควบคุมความคับคั่งของสัญญาณในระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยการควบคุมระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะและสร้างสัญญาณควบคุมน้อยลง ทำให้การใช้ทรัพยากรในระบบเครือข่ายอย่างเหมาะสมและผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นต้องขยายความจุของระบบเครือข่ายโดยไม่จำเป็น

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอกลไกการควบคุมระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC แบบไม่คงที่ โดยพิจารณาจากปริมาณการใช้งาน เปรียบเทียบกับความจุสูงสุดของระบบเครือข่าย เมื่อมีปริมาณสัญญาณในระบบจำนวนมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะกำหนดระยะเวลา Timeout ของสถานะ RRC ให้นานขึ้น จากการศึกษาสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android มีการสร้างสัญญาณจากการเปลี่ยนสถานะ RRC จำนวนมาก จึงกำหนดให้สมาร์ทโฟน Android นั้นมีระยะเวลา Timeout นานกว่าสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการอื่นๆ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยแบบจำลอง พบว่า กลไกการปรับระยะเวลา Timeout ด้วยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนสามารถช่วยลด signaling message ได้ถึง 11 – 28% ในขณะที่การใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้น 2 – 7.5%

เอกสารอ้างอิง

[1] Donegan, M., “Docomo Counts Cost of Signaling Storm.” From http://www.lightreading.com/core-network/docomo-counts-cost-of-signaling-storm/240140700.

[2] 3GPP TS 25.331, version 8.18.0 (2012). “Radio Resource Control (RRC) Protocol specification (Release 8).” Valbonne Sophia Antipolis, France., 2012.

[3] Nokia Siemens Networks, *Signals Research Group. “Smartphones and a 3G network : Reducing the impact of smartphone-generated signaling traffic while increasing the battery life of the phone through the use of network optimization techniques*, Finland, 2010.

[4] Qian, F., Wang, Z., Gerber, A., Mao, Z. M., Sen, S., & Spatscheck, O., “ Profiling Resource Usage for Mobile Applications: A Cross-layer Approach.” In *MobiSys’11*. Bethesda, MD. , 2011.

[5] AT&T. “AT&T Application Resource Optimizer (ARO).” From http://developer.att.com/developer/legalAgreementPage.jsp?passedItemId=9700312.

[6] Puustinen, I., & Nurminen, J.K. , “ The effect of unwanted internet traffic on cellular phone energy consumption,” *Proceeding of the Fourth IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security*, pp. 1 - 5, Paris, 2011.

[7] Qian, F., Wang, Z., Gerber, A., Mao, Z.M., Sen, S., & Spatscheck, O., “TOP: Tail optimization protocol for cellular radio resource allocation.” *Proceeding of ICNP*

2010, the eighteenth IEEE International Conference on Network Protocols , pp. 285 – 294, Kyoto, Japan, 2010.

[8] Brosch, C. & Mitschele-Thiel, A. , "Adaptive Radio Resource Management Scheme for UMTS Packet Data," *Wireless Conference 2005 - Next Generation Wireless and Mobile Communications and Services (European Wireless), 11th European.*, pp. 1 – 7 , Nicosia, Cyprus, 2005.

[9] Nokia Siemens Networks. , *Understanding smartphone behavior in the network white paper* , Finland, 2011.

การหาค่าประสิทธิภาพการส่งผ่านข้อมูล ของระบบสื่อสาร PLC สำหรับอุปกรณ์สื่อสารปลายทางในระบบ Smart Grid ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

Data Traffic Performance Evaluation of Power Line Communication for Last Mile Network in PEA Smart Grid

กิตติวัฒน์ ศรีวิลาศ (Mr.Kittiwat Srivilas)[1] และวชิระ จงบุรี (Wachira Chongburee)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1]k_srivilas@hotmail.com, [2]fengwrc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาศักยภาพในการนำเทคโนโลยีระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง มาใช้กับโครงข่ายระบบสื่อสารปลายทาง (Last Mile Network) สำหรับระบบสมาร์ทกริดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดยใช้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้ โดยไม่เกิดภาวะคับคั่งของช่องสัญญาณเป็นเกณฑ์ชี้วัด พร้อมทั้งคำนวณหาค่าทรูพุตระหว่างสมาร์ทมิเตอร์กับอุปกรณ์ DCU ในสภาวะต่างๆ งานวิจัยได้สร้างแบบจำลองการส่งข้อมูลสำหรับวิเคราะห์สภาวะคับคั่งของช่องสัญญาณ (Congestion Model) การวิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดใน 3 สถานการณ์คือ การส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบด้วยวิธี CSMA/CA การส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นด้วยวิธี CSMA/CA และการส่งข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme เพื่อเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเทคนิควิธีการส่งข้อมูลแบบ Scheduling Scheme นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ให้ระบบสามารถรองรับจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ได้สูงขึ้น กฟภ. สามารถนำผลลัพธ์ของการทำจำลองนี้ ไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบสมาร์ทกริดได้

คำสำคัญ: โครงข่ายระบบสื่อสารปลายทาง สภาวะคับคั่งของช่องสัญญาณ ค่าทรูพุต สมาร์ทกริด สมาร์ทมิเตอร์

Abstract

This paper creates a simulation program for data traffic and congestion analysis in narrow band Powerline Communications (PLC) link between Smart Meters and Data Concentrator Unit (DCU) in PEA's last mile network. The aim is to evaluate the capability and suitability of PLC as a communication media in PEA's smart grid system. The created simulation program is capable evaluate the throughput for a given congestion scenario to determine the maximum number of smart meters that the network can handle. The simulation compare the number of smart meters that the network can handle as well as the throughput in 3 different scenarios, simulate periodic load profiles data traffic using CSMA/CA, simulate periodic load profiles and random access smart grid applications using CSMA/CA, and simulate data traffic by using Scheduling Scheme technique. The simulation result shows that it can improve the system performance of the network to accommodate more smart meters by using Scheduling Scheme technique. This simulation program can be used as one of the PEA smart grid design tool.

Keyword: Last Mile Network, Throughput, DCU, Congestion Model, PLC, Smart Grid

1. บทนำ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) (Provincial Electricity Authority : PEA) เป็นองค์กรที่มีหน้าที่ให้บริการจำหน่ายไฟฟ้าแก่ประชาชน ได้ประกาศนโยบายและจัดทำพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าเดิม ให้เป็นโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะสมาร์ทกริด (Smart Grid) ในปัจจุบัน กฟภ. กำลังพิจารณาเทคโนโลยีระบบสื่อสารที่จะนำมาใช้เป็น โครงข่ายระบบสื่อสารปลายทาง

(Last Mile Networks) ซึ่งเป็นโครงข่ายที่เชื่อมต่อระหว่างสมาร์ทมิเตอร์ ที่ติดตั้งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าปลายทาง เข้ามายังโครงข่ายระดับแอคเซส (Access Network) และโครงข่ายหลักแบคโบน (Backbone) ของ กฟภ. [1]

ระบบสื่อสาร PLC เป็นเทคโนโลยีที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากไม่ต้องลงทุนติดตั้งสายไฟฟ้าเพิ่มเติม และมีการใช้งานที่แพร่หลายสำหรับระบบสมาร์ทกริด โดย กฟภ. พิจารณาระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง เป็นตัวเลือกสำหรับโครงข่ายระบบสื่อสารปลายทาง เนื่องจากให้อัตราเร็วข้อมูลและพื้นที่ครอบคลุมที่เหมาะสม

การพิจารณาความเหมาะสมในการนำระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลางมาใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ที่ระบบสามารถรองรับได้ ในสถานการณ์การส่งข้อมูลแบบต่างๆ งานวิจัยนี้ จึงนำเสนอการพิจารณาประสิทธิภาพระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง โดยเลือกใช้มาตรฐาน PRIME การประเมินประสิทธิภาพการส่งข้อมูลใช้วิธีสร้างแบบจำลอง เพื่อคำนวณหาจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด ที่ระบบสามารถรองรับได้ โดยไม่เกิดภาวะคับคั่งของช่องสัญญาณ พร้อมทั้งคำนวณหาค่าทรูพุตของระบบ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งข้อมูลในสภาวะต่างๆ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอเทคนิควิธีปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูล ให้ระบบสามารถรองรับสมาร์ทมิเตอร์ได้สูงขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาประสิทธิภาพการส่งผ่านข้อมูลของ PLC ที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยหลายๆ ท่าน ได้ศึกษาไว้รวมทั้งนำทฤษฎีต่างๆ มาสร้างเทคนิคในการส่งข้อมูล เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการส่งผ่านข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การใช้งาน PLC สำหรับส่งข้อมูลด้านมัลติมีเดีย และนำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูล ด้วยเทคนิคทางโปรโตคอล Medium Access Control (MAC) [2] [3] นำเสนอการปรับปรุงโปรโตคอล Adaptive Backoff Algorithm สำหรับระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง โปรโตคอลนี้ใช้เทคนิคคำนวณค่าขนาดของคอนเทนชั่นวินโดว์ (Contention Window) สำหรับการทำอะแด็ปทีฟแบ็คออฟ ให้เหมาะสมกับจำนวน Node ในระบบ เพื่อประสิทธิภาพการส่งข้อมูลที่ดีขึ้น งานวิจัยการปรับปรุงโปรโตคอล MAC โดยใช้มาตรฐานร่วมกันระหว่าง Homeplug และ IEEE 802.11e [4] สำหรับการส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดีย ที่การันตีคุณภาพ QoS ของข้อมูล การปรับค่าขนาดของคอนเทนชั่นวินโดว์ และใช้พารามิเตอร์ QoS ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของหลายๆ Node ได้

งานวิจัยบางส่วนทำการวิเคราะห์ความเหมาะสม ของระบบสื่อสาร PLC สำหรับนำมาใช้งานแอพพลิเคชั่นรูปแบบต่างๆ โดยได้นำเสนอบทวิเคราะห์ความเป็นไปได้ หรือสร้างแบบจำลองการทำงาน รองรับแอพพลิเคชั่นที่งานวิจัยนั้นๆ ศึกษา [5] วิเคราะห์ความเหมาะสมของระบบสื่อสาร PLC สำหรับนำมาใช้กับระบบ AMR (Automatic Meter Reading System) โดยพิจารณาระบบ AMR สองรูปแบบคือ Clustered Simple Polling (CSP) และ Neighbor Relay Polling (NRP) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวิธีการส่งข้อมูลทั้งสองรูปแบบนี้ งานวิจัยศึกษาโปรโตคอล MAC ของระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง [6] เพื่อพิจารณาการรองรับการส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่น โดยงานวิจัยได้ศึกษาโปรโตคอลแบบต่างๆ แล้วสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าทรูพุตของระบบของแต่ละมาตรฐาน

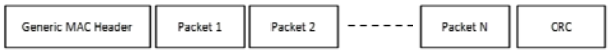
ทั้งนี้จะเห็นว่าในการศึกษาของงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมา มีวัตถุประสงค์ และลักษณะเฉพาะของการศึกษา รวมทั้งแบบจำลองที่นำเสนอที่แตกต่างกัน จึงทำให้ไม่สามารถนำผลลัพธ์ของงานวิจัยเหล่านี้ มาใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการส่งผ่านข้อมูลของระบบสื่อสาร PLC ย่านความถี่ปานกลาง สำหรับอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ในระบบสมาร์ทกริดของ กฟภได้ .

3. มาตรฐาน PRIME

PRIME (Powerline Intelligent Metering Evolution) เป็นมาตรฐานกลางของระบบ PLC ย่านความถี่ปานกลาง เพื่อรองรับการใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์สมาร์ทมิเตอร์ ที่มาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกัน ให้ใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7] PRIME ใช้เทคนิคการสื่อสัญญาณแบบ OFDM สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงสุด 128.6 kbps โครงสร้างระบบโครงข่ายของ PRIME ระบบจะประกอบไปด้วยหลายๆ เครือข่ายย่อย ซึ่งประกอบไปด้วย Node สองชนิดคือ Base

Node ซึ่งมีเพียงหนึ่ง Node ในหนึ่งเครือข่ายย่อย และ Service Node [8]

ตามมาตรฐาน PRIME มีประเภทของเฟรมข้อมูลใช้งาน ในชั้น MAC Layer อยู่หลายประเภท โดยโครงสร้างเฟรมที่ใช้งานสำหรับการส่งแพ็คเก็ตข้อมูลของสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่น คือ Generic MAC PDUs (GPDU) ซึ่งประกอบไปด้วย Generic MAC Header แพ็คเก็ตข้อมูล และส่วนของ CRC ดังภาพที่ 1



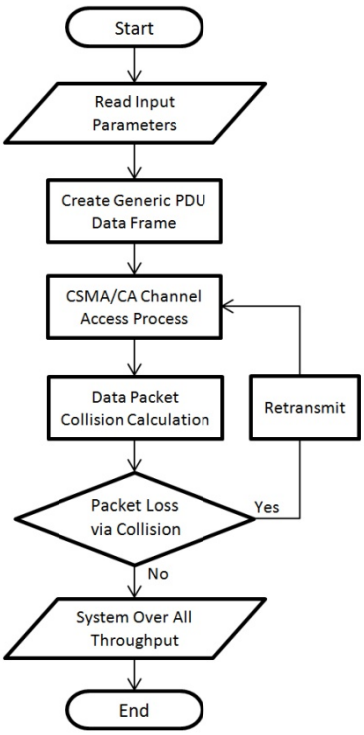
ภาพที่ 1: โครงสร้างของเฟรมข้อมูล Generic MAC PDUs

วิธีการเข้าใช้ช่องสัญญาณของ PRIME เป็นประยุกต์การใช้งานร่วมกันของทั้งแบบ CSMA/CA และแบบ TDM (Time Division Multiplex)

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 แบบจำลองของระบบ

ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมแบบจำลองสามารถเขียนเป็น Flowchart ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: Flowchart ขั้นตอนการประมวลผลของแบบจำลอง

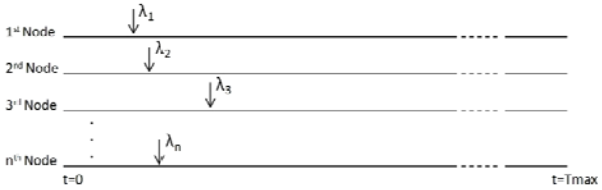
โปรแกรมจะอ่านค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อสุ่มค่าการส่งข้อมูล แบบปัวซอง ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3 พารามิเตอร์ได้แก่

1) จำนวนสมาร์ทมิเตอร์ทั้งหมดในระบบ : n (ตัว)

2) ขนาดแพ็คเก็ตข้อมูล : Data Packet Size (kbps)

3) ความถี่ในการส่งข้อมูลของสมาร์ทมิเตอร์แต่ละตัว : λ (ครั้ง/นาที)

4) อัตราเร็วข้อมูลของช่องสัญญาณ : Data Rate (kbps)



ภาพที่ 3: การสุ่มค่า ความต้องการส่งข้อมูลของแต่ละ Node

นำค่าขนาดแพ็คเก็ตข้อมูลมาสร้าง Generic PDU ซึ่งเป็นโครงสร้างเฟรมใน MAC Layer ของ PRIME แล้วคำนวณค่าเวลาที่ Node ใช้ในการส่งเป็นค่า H (วินาที) ดังสมการที่ 1 สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4

$$H = \frac{[3+(1024\ \text{byte} \times Data\ Packet\ Size \times 14)+4] \times 8\ \text{bits}}{Data\ Rate \times 60\ \text{sec}} \quad (1)$$

ภาพที่ 4: ช่วงเวลาที่ Node ใช้ในการส่งข้อมูล

จากนั้นตรวจสอบสำหรับแพ็คเก็ตข้อมูลที่ถูกชน ของแต่ละ Node เพื่อส่งข้อมูลซ้ำใหม่ (Retransmit) เมื่อโปรแกรมทำจำลองจนครบเวลาที่กำหนด *Tmax* (นาที) ก็จะได้ผลลัพธ์ของการส่งข้อมูลของทุก Node ออกมาดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5: ผลลัพธ์ของการส่งข้อมูลของทุก Node ในระบบ

นำผลลัพธ์ที่ได้มาหาผลรวมของการส่งข้อมูลของทุกๆ Node ได้เป็นค่า Total Time (นาที) โปรแกรมจึงสามารถคำนวณค่าทรูพุต Throughput (kbps) โดยรวมของระบบได้ดังสมการที่ 2

$$Throughput = \frac{Total\ Time \times Data\ Rate}{Tmax} \quad (2)$$

โปรแกรมทำการเพิ่มจำนวน Node ในระบบไปเรื่อยๆ เพื่อหาจุดที่ได้จำนวน Node สูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้ โดยไม่เกิดภาวะความคับคั่งของช่องสัญญาณ

4.2 การทำจำลองเปรียบเทียบจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด

การทำจำลองเปรียบเทียบจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด ในแต่ละสถานการณ์นั้น พิจารณาจากภาวะการทำงานของสมาร์ทมิเตอร์ ที่ต้องส่งข้อมูล Load Profile ซึ่งประกอบด้วยค่าข้อมูลสถานะทางไฟฟ้า เช่น ค่า Active Power (kW), Active Energy (kWh) และ RMS Voltage (kV) เป็นต้น ไปยังอุปกรณ์ DCU ในทุกๆ 15 นาที ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบรายคาบ

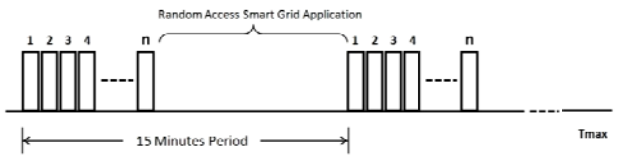
นอกจากนี้สมาร์ทมิเตอร์แต่ละตัว จะต้องส่งข้อมูลแบบ On Demand ของสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่น ที่ต้องการค่าแบบเรียลไทม์ได้ซึ่งความต้องการใช้งานข้อมูลลักษณะนี้ไม่สามารถคาดการณ์เวลาในการเกิดเหตุการณ์ได้ จึงเป็นการส่งข้อมูลแบบสุ่ม ดังนั้นจึงออกแบบวิธีการทดลองเป็น 2 สถานการณ์ คือ

1) จำลองการส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบด้วยวิธี CSMA/CA

2) จำลองการส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบด้วยวิธี CSMA/CA ร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มด้วยวิธี CSMA/CA

4.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme

งานวิจัยนำเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูลของสมาร์ทมิเตอร์ ด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme โดยเป็นการส่งข้อมูล Load Profiles ด้วยวิธี TDM ร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มด้วยวิธี CSMA/CA ในทุกๆ รอบของเวลา 15 นาที จะให้สมาร์ทมิเตอร์แต่ละตัวส่งข้อมูล Load Profiles แบบ TDM เรียงลำดับต่อกันจนครบก่อน จึงส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มด้วยวิธี CSMA/CA ได้ ดังแสดงในภาพที่ 6



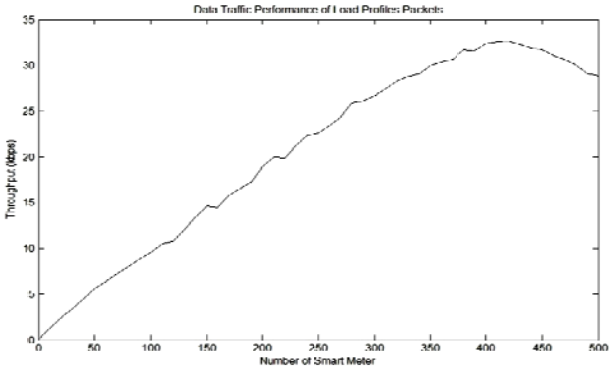
ภาพที่ 6: การส่งข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme

แพ็คเก็ตข้อมูล Load Profiles จะไม่ถูกชนโดยแพ็คเก็ตข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่น ทำให้สามารถการันตีการส่งข้อมูล Load Profiles ของสมาร์ทมิเตอร์ทุกตัวได้

5. ผลการวิจัย

5.1 จำลองการส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบด้วยวิธี CSMA/CA

แบบจำลองให้สมาร์ทมิเตอร์ทุกตัวในระบบ ส่งข้อมูล Load Profiles ขนาด 1 กิโลไบต์ ไปยังอุปกรณ์ DCU ทุกๆ 15 นาทีต่อครั้ง ด้วยอัตราข้อมูลของช่องสัญญาณ 128.6 กิโลบิตต่อวินาที ได้ผลลัพธ์ เป็นค่าทรูพุตต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ในระบบ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ค่าทรูพุตต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ของการส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบแบบ CSMA/CA

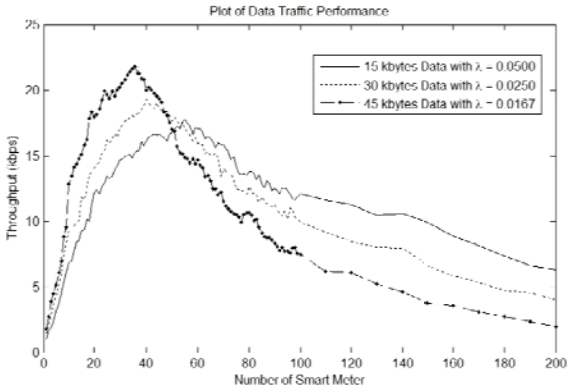
ได้ผลลัพธ์จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดในระบบ 420 ตัว ให้ค่าทรูพุตเท่ากับ 32.66 กิโลบิตต่อวินาที

5.2 จำลองการส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบด้วยวิธี CSMA/CA ร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มด้วยวิธี CSMA/CA

ในการทดลองจะใช้ข้อมูล 3 ชุดที่ค่าอินเทนซิตี้ (intensity) หรือค่าความหนาแน่นของการส่งข้อมูล เท่ากัน กล่าวคือการทำงานในแต่ละสภาวะของข้อมูลทั้ง 3 ชุด จะมีค่าผลคูณระหว่าง ขนาดแพ็คเก็ตของข้อมูล และความถี่ในการส่งข้อมูลเท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบว่าปัจจัยของการส่งข้อมูลที่มีความแตกต่างระหว่างขนาดแพ็คเก็ตและความถี่ในการส่ง มีผลต่อค่าทรูพุตและจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดหรือไม่ อย่างไร

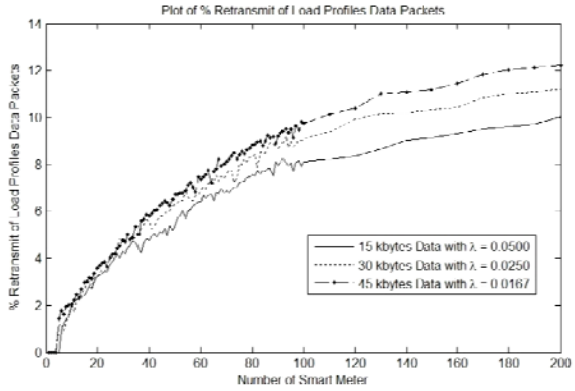
แบบจำลองให้สมาร์ทมิเตอร์ทุกตัวในระบบ ส่งข้อมูล Load Profiles ขนาด 1 Kbytes ไปยัง DCU ทุกๆ 15 นาทีต่อครั้ง

ร่วมกับการส่งข้อมูลแบบสุ่ม 3 ชุด ที่ค่าอินเทนซิตี้เท่ากัน ได้แก่ 1) ข้อมูล 15 Kbytes ที่ความถี่ 3 ครั้งต่อชั่วโมง (λ = 0.0500 ครั้ง/นาที) 2) ข้อมูล 30 Kbytes ที่ความถี่ 1.5 ครั้งต่อชั่วโมง (λ = 0.0250 ครั้ง/นาที) และ 3) ข้อมูล 45 Kbytes ที่ความถี่ 1 ครั้งต่อชั่วโมง (λ = 0.0167 ครั้ง/นาที) ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9



ภาพที่ 8: ค่าทรูพุตต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ ส่ง Load Profiles แบบรายคาบ ร่วมกับข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่ม ด้วยวิธี CSMA/CA

ผลลัพธ์ของการส่งข้อมูลทั้ง 3 ชุดได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 55 ตัวที่ทรูพุต 17.6 kbps ข้อมูลชุดที่ 2 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 40 ตัวที่ทรูพุต 19.3 kbps และข้อมูลชุดที่ 3 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 37 ตัวที่ทรูพุต 21.8 kbps

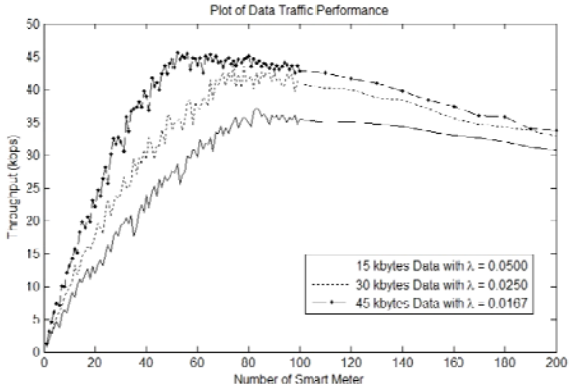


ภาพที่ 9: เปอร์เซ็นต์การส่งข้อมูล Load Profiles ซ้ำ ต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ในระบบ

สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์การส่งข้อมูล Load Profiles ซ้ำ ต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ในระบบจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ในระบบเพิ่มสูงขึ้น

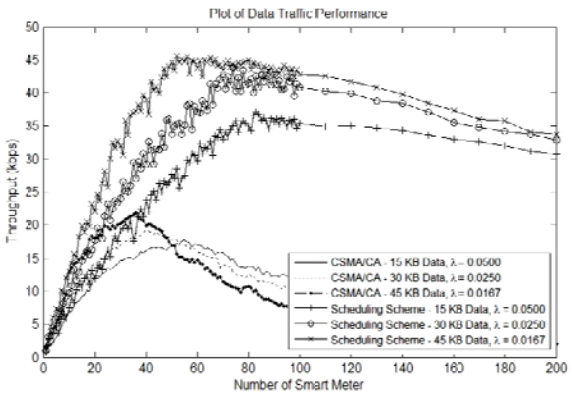
5.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูล ด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme

การทำจำลองใช้เทคนิคการส่งข้อมูลแบบ Scheduling Scheme โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหมือนกรณีการส่งข้อมูล Load Profiles ร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มด้วยวิธี CSMA/CA ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 10 และสามารถแสดงเป็นผลการเปรียบเทียบ ระหว่างการส่งทั้งสองแบบ ได้ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 10: ค่าทรูพุตต่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ ส่งข้อมูลแบบ Scheduling Scheme

ผลลัพธ์ของการส่งข้อมูลทั้ง 3 ชุดได้แก่ ข้อมูลชุดที่ 1 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 83 ตัวที่ทรูพุต 37.13 kbps ข้อมูลชุดที่ 2 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 74 ตัวที่ทรูพุต 43.91 kbps และข้อมูลชุดที่ 3 ได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุด 52 ตัวที่ทรูพุต 45.59 kbps



ภาพที่ 11: ผลการเปรียบเทียบ ระหว่างการส่งแบบ Scheduling Scheme กับการส่งที่ใช้วิธี CSMA/CA เพียงอย่างเดียว

สำหรับเปอร์เซ็นต์การส่งข้อมูล Load Profiles ซ้ำ จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากการส่งข้อมูลด้วยวิธี TDM ทำให้ไม่มีโอกาสการชนกันของข้อมูล Load Profiles

6. สรุป

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำจำลองส่งข้อมูล Load Profiles แบบรายคาบทุกๆ 15 นาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถรองรับสมาร์ทมิเตอร์ได้เป็นจำนวนมาก โดยสามารถรองรับได้สูงถึง 420 ตัว ในขณะที่เมื่อมีการทำจำลองให้สมาร์ทมิเตอร์ทุกตัวในระบบ ส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มร่วมกับภาวะการทำงานปกติที่ต้องส่งข้อมูล Load Profiles นั้น ระบบจะรองรับจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดได้ลดลง และเปอร์เซ็นต์การส่งข้อมูล Load Profiles ซ้ำที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจำนวนสมาร์ทมิเตอร์ในระบบสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าในสภาวะเช่นนี้การส่งข้อมูล Load Profiles อันเป็นหน้าที่หลักของสมาร์ทมิเตอร์นั้นขาดความเชื่อถือได้ อุปกรณ์ DCU มีโอกาสที่จะไม่ได้รับข้อมูล Load Profiles

จากการทดลองการปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งข้อมูลด้วยเทคนิควิธี Scheduling Scheme จะเห็นได้ว่าระบบสามารถรองรับสมาร์ทมิเตอร์ได้มากขึ้น และเป็นการส่งข้อมูล Load Profiles ด้วยวิธี TDM จึงทำให้การันตีได้ว่าแพ็คเก็ตข้อมูลจะไม่มีโอกาสถูกชน การส่งข้อมูล Load Profiles ไปยัง DCU มีความน่าเชื่อถือได้ นอกจากนี้ จากการทดลองโดยการใช้ข้อมูล 3 ชุดที่แตกต่างกันแต่ให้ค่าอินเทนซิตี้เท่ากัน ทำให้ได้ข้อสรุปว่า การส่งข้อมูลที่มีขนาดแพ็คเก็ตใหญ่ จะให้ค่าทรูพุตที่สูง แต่จะได้จำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดน้อยกว่า การส่งข้อมูลที่มีขนาดแพ็คเก็ตที่เล็กกว่า

6.2 อภิปรายผล

การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ CSMA/CA มีความเหมาะสมกับลักษณะการส่งข้อมูลที่มีความต้องการรับ/ส่ง ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่นข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่น แต่ CSMA/CA ก็มีข้อจำกัดเมื่อระบบมี Node จำนวนมากต้องการส่งข้อมูลพร้อมๆ กัน หรือแพ็คเก็ตข้อมูลที่ส่งมีขนาดใหญ่ จะทำให้โอกาสการชนกันของข้อมูลสูงขึ้น จนเข้าสู่ภาวะคับคั่งของช่องสัญญาณในที่สุด ผลลัพธ์ของการจำลองการส่งข้อมูล Load Profiles ร่วมกับส่งข้อมูลสมาร์ทกริดแอพพลิเคชั่นแบบสุ่มที่ใช้วิธี CSMA/CA เพียงอย่างเดียว จึงทำให้ระบบสามารถรองรับจำนวนสมาร์ทมิเตอร์สูงสุดได้ลดลงเป็นอย่างมาก

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอเทคนิควิธี Scheduling Scheme ซึ่งใช้การส่งแบบ TDM ร่วมกับ CSMA/CA การจัดสรรไทม์สล๊อตในการส่งของ TDM ทำให้หลีกเลี่ยงปัญหาการชนกันของข้อมูล จึงทำให้มั่นใจได้ว่าแพ็คเก็ตข้อมูล Load Profiles ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญและต้องการความเชื่อถือได้ในการขนส่ง จะไม่มีโอกาสถูกชน สามารถการันตีความเชื่อถือได้ในการส่งข้อมูล Load Profiles ไปยัง DCU ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, “รายงานฉบับที่ 3 งานจ้างที่ปรึกษาจัดทำแผนที่นำทาง (Roadmap)” *การศึกษาความเหมาะสมโครงการ PEA Smart Grids และ AMI การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค*, พ.ศ. 2553

[2] S. Mudriievskyi and I. Tsokalo, “Performance evaluation of MAC backoff algorithm in Narrowband PLC,” *Smart Grid Communications (SmartGridComm) IEEE International Conference*, Oct 17-20, 2011.

[3] K. H. Liu, “Throughput improvement for power line communication by adaptive MAC protocol,” *Power Engineering and Optimization Conference (PEDCO) Melaka, Malaysia, IEEE International*, June 6-7, 2012.

[4] L. Youngjoon and A. Haniph, “QoS Augmented CSMA-CA MAC Protocol for High Speed Multimedia PLC,” *Power Line Communications and Its Applications (ISPLC), 16th IEEE International Symposium on*, Mar 27-30, 2012.

[5] B. Sivaneasan, P. L. So and E. Gunawan, “Modeling and Performance Analysis of Automatic Meter Reading Systems Using Power Line Communications,” *11th IEEE Singapore International Conference*, Nov 1, 2008.

[6] B. Y. Yoav, G. Ronen, and H. Abdelfatteh, “Performance evaluation of MAC mechanisms in high-speed narrowband PLC for smart grid applications,” *Power Line Communications and Its Applications (ISPLC), 16th IEEE International Symposium on*, Mar 27-30, 2012.

[7] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, “รายงานความก้าวหน้าของเทคโนโลยี PLC ประจำไตรมาสที่ 1/2553 ถึง ไตรมาสที่ 1/2554” *รายงานความก้าวหน้าของเทคโนโลยี PLC*, 2554.

[8] PRIME Alliance, “PRIME Technology Whitepaper PHY, MAC and Convergence layers [Online]” Available from http://www.prime-alliance.org/Docs/Ref/MAC_Spec_white_paper_1_0 _080721.pdf, Accessed 1 July 2012.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ VPN กรณีศึกษา: บริษัท โกลเด้นดั๊ก อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

VPN Performance Comparison Case study: Goldenduck International Co., Ltd.

สมศักดิ์ พึ่งธรรม(Somsak Puengtam)[1] และ ศิรปัฐช์ บุญครอง(Sirapat Boonkrong)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]somsakp26@gmail.com, [1]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการประเมินผลการทำงาน VPN จาก 5 ค่ายได้แก่ Cyberoam UTM, Fortigate UTM, Check Point Firewall, Endian Firewall และ Monowall ทำการประเมินโดยวัดความเร็วของกระบวนการ 3 Way Handshake และ ความเร็วของการส่ง Packet ที่มีขนาด 100KB, 1MB, 10MB, 20MB และ ประสิทธิภาพการทำงานของ VPNs เมื่อใช้การเข้าถึงแบบระยะไกลเป็นตัววัดผล ผลปรากฏว่า Endian Firewall มีประสิทธิภาพดีกว่าค่ายอื่น ในการทำ 3 Way Handshake ในเวลาเพียง 0.014s และใช้เวลาเพียง 0.898s, 8.957s, 92.282s และ 188.253s ส่ง Packet ขนาด 100KB, 1MB, 10MB, 20MB ตามลำดับ

คำสำคัญ : VPN, 3-way handshake, การเข้าถึงแบบระยะไกล

Abstract

The purpose of the research is to evaluate the performance of VPN from five manufacturers: Cyberoam UTM, Fortigate UTM, Check Point Firewall, Endian Firewall and Monowall. We evaluate them by measuring the speed in the three-way handshake process and the speed of transmission when sending 100KB, 1MB, 10MB and 20MB packets. The performance of the VPNs when using remote desktop is also measured. The results show that the Endian Firewall outperforms the others in that it completes the three-way handshake in just 0.014s, and spends only 0.898s, 8.957s, 92.282s and 188.253s to transmit 100KB, 1MB, 10MB and 20MB packets respectively.

Keyword: VPN, three-way handshake, remote desktop

1. บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการธุรกิจ การศึกษา และการวิจัยมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการธุรกิจ ซึ่งเป็นวงการที่ต้องการให้ข้อมูลขององค์กรมีความปลอดภัยและสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับ บริษัท โกลเด้นดั๊ก อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่รู้จักกันดีในฐานะผู้นำด้านระบบสารสนเทศของโรงภาพยนตร์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ดำเนินธุรกิจมาเป็นเวลากว่า 20 ปี ติดตั้งเครื่องฉายภาพยนตร์ ซ่อมบำรุงและให้บริการที่เกี่ยวกับระบบเครื่องฉายเป็นหลัก นอกจากนี้บริษัทฯ ยังได้ทำการปรับปรุงการฉายภาพยนตร์และระบบเสียงให้แก่ลูกค้าอยู่เสมอ โดยการแนะนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ในโรงภาพยนตร์อย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันบริษัทฯ มีสำนักงานตั้งอยู่ใน 4 ประเทศที่แตกต่างกันในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและฟิลิปปินส์ โดยมีการให้บริการแก่โรงภาพยนตร์มากกว่า 1,000 จอทั่วทั้งภูมิภาค และจากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าไปร่วมงานในบริษัทฯ อีกทั้งการดำเนินธุรกิจในปัจจุบันทำให้ทราบถึงปัญหาและความต้องการขององค์กร ไม่ว่าจะเป็น

- ปัญหาในด้านความปลอดภัยและความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูล การแชร์ไฟล์ร่วมกัน การประชุมผ่านวิดีโอคอนฟิ

เร้นซ์ (Video conference) และการสนทนาโทรศัพท์ผ่านเครือข่าย (VoIP)

- ปัญหาการเข้าถึงฐานข้อมูลและทรัพยากรขององค์กรให้สามารถเข้าถึงได้จากทุกที่บนโลกด้วยความรวดเร็วและปลอดภัย เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่วิศวกร พนักงาน และผู้บริหาร ในการเรียกใช้ทรัพยากรเหล่านั้น

- ปัญหาการเข้าถึงทรัพยากรของผู้ใช้ในระยะไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานที่อยู่ในประเทศไทยกับผู้ใช้งานที่อยู่ในต่างประเทศ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- ปัญหาสำหรับเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ ที่มีข้อจำกัดในการแก้ไขปัญหาในระยะไกลและไม่ปลอดภัยเท่าที่ควร

จากปัญหาที่พบข้างต้น ทางผู้บริหารจึงมีความต้องการระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการจัดการ ซึ่งเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network: VPN) จึงถือว่าเป็นการออกแบบเครือข่ายด้วยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่สามารถรองรับความต้องการขององค์กรได้เป็นอย่างดี การศึกษาปัญหาพิเศษนี้ จึงเป็นการมุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ VPN เพื่อทำให้ผู้บริหารมีความมั่นใจและนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มประสิทธิภาพ รวมไปถึงการช่วยในเรื่องของการตัดสินใจเลือกค่าย VPN ไปใช้งานจริงในอนาคตด้วย

บทความนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3. วิธีดำเนินงานการวิจัย 4. ผลการทดลอง 5. สรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Virtual Private Network (VPN)

เครือข่ายเสมือนส่วนตัว ที่ทำงานโดยใช้ โครงสร้างของเครือข่ายสาธารณะ หรืออาจจะวิ่งบน เครือข่ายไอพีก็ได้ แต่ยังสามารถ คงความเป็นเครือข่ายเฉพาะ ขององค์กรได้ ด้วยการเข้ารหัสแพ็กเก็ตก่อนส่ง เพื่อให้ข้อมูล มีความปลอดภัยมากขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network: VPN) นั้น ถือว่าเป็นการออกแบบเครือข่ายที่สามารถรองรับความต้องการขององค์กรให้เกิดประโยชน์ในการบริหารจัดการขององค์กรได้เป็นอย่างดี ซึ่งในปัจจุบันการวัดประสิทธิภาพของ VPN นั้น ได้มีนักวิจัยที่ให้ความสำคัญทำการศึกษาและพัฒนาอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบหลายเทคนิคดังนี้

Narayan et al. [1] ได้ตั้งข้อสังเกตุในการประเมินความแตกต่างประสิทธิภาพของระบบปฏิบัติการ 3 ระบบสำหรับการทำ Test-bed และดูประสิทธิภาพของเครือข่ายที่ใช้ชุดโปรโตคอลที่ใช้อุโมงค์ในการรับส่งข้อมูล (VPN Tunnel) และอัลกอริทึมที่แตกต่างกัน ชุดโปรโตคอลที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ ระบบปฏิบัติการ Windows Vista, ระบบปฏิบัติการ Window Server 2003 และระบบปฏิบัติการ Linux Fedora Core 6 โดยในงานวิจัยนี้การประเมินผลเชิงประจักษ์สำหรับชุดโปรโตคอล VPN ทั้งสามชุดได้ดำเนินการโดยใช้ความหลากหลายของอัลกอริทึมสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายทั้งสามระบบปฏิบัติการ ค่าตัวชี้วัดที่ใช้การศึกษาเปรียบเทียบครั้งนี้ผ่านการใช้งานของ CPU และเวลาเริ่มต้นในการใช้ VPN จากผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของเครือข่ายของ VPN Tunnel ขึ้นอยู่กับทางเลือกของระบบปฏิบัติการ, ชุดโปรโตคอล VPN และอัลกอริทึมของ VPN ยกตัวอย่างเช่น การส่งผ่านข้อมูลในระบบปฏิบัติการ Linux มีค่าอยู่ระหว่าง 65 – 95 Mbps แต่ระบบปฏิบัติการ Windows มีค่าอยู่ระหว่าง 15-95 Mbps และระบบปฏิบัติการ Linux ต้องใช้ CPU ที่สูงสุดของ VPN End Nodes เมื่อเปรียบเทียบกับระบบปฏิบัติการ Windows Vista และ Windows Server 2003 เป็นต้น

Kotuliak et al. [2] ได้ทำการทดสอบโดยใช้ระบบปฏิบัติการ Linux Debian โดยใช้โปรแกรม “VmWare Virtualization” และ Windows Vista ใช้เป็นระบบปฏิบัติการแม่ข่ายสำหรับคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่อง คำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นความแตกต่างของอัลกอริทึมทั้งการทดสอบ โดยการใช้สคริปต์ “IxChariot” กับชุดขนาดของไฟล์ 1,000,000 ไบท์ เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพของพารามิเตอร์ โดยการทดสอบประสิทธิภาพแสดงให้เห็นว่าทั้ง OpenVPN และ IPSec มีความสามารถในการสร้างการเชื่อมโยงเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูงในการเข้ารหัสระหว่างสองเว็บไซต์หรือมากกว่านั้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพการทำงานขึ้นอยู่กับ 3

ปัจจัยหลัก ได้แก่ Bandwidth ที่เชื่อมต่อความเร็วของอุปกรณ์ การเข้ารหัสและถอดรหัส และประเภทของตัวเลขเป็นผู้ใช้ การทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมแบบ “DES” เป็นตัวเลขในอดีตและไม่ควรใช้ในปัจจุบัน อัลกอริทึมแบบ AES หรือ Blowfish

Narayan et al. [3] ประเมินประสิทธิภาพของเครือข่ายทั้งสามแบบของอัลกอริทึม IPSec ได้แก่ AES, DES และ 3DES โดยทดสอบเครือข่ายบนการทำงานของระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เช่น Windows Server 2008, Windows 7, Vista หรือ XP Professional จากการประเมินผลในการทำ Test-bed สามารถสรุปได้ว่า โดยทั่วไปไม่มีความแตกต่างที่สำคัญระหว่างระบบปฏิบัติการทั้ง 3 แบบที่ได้ทำการทดสอบในเรื่องของ ปริมาณงานต่อหน่วยเวลา (Throughput) และค่าความผิดพลาดทางเวลา (Jitter) ยกเว้น UDP Throughput กับ 3DES, Windows XP ให้ค่า Throughput สูงกว่าอีก 2 ระบบปฏิบัติการ, ค่า Throughput และ Jitter มีการเทียบเคียงระหว่างระบบปฏิบัติการทั้ง 3 แบบและกลไกของ VPN ทั้ง 3 แบบ ไม่มีความแตกต่างที่เป็นนัยสำคัญ และระหว่าง TCP และ UDP จะมีความแตกต่างที่สำคัญในการกำหนดรูปแบบของอัลกอริทึมสำหรับ VPN กับ AES 128-SHA1 ในกรณีนี้ความแตกต่างใน Jitter จะมีค่าเกือบ 60%

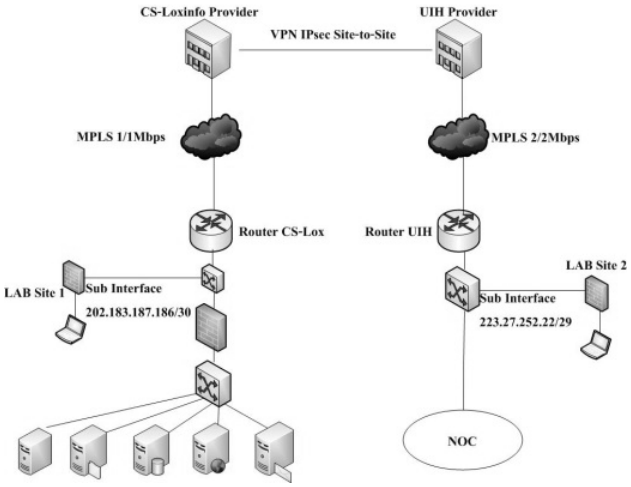
Adeyinka, O. [4] สร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมา 4 แบบ โดยที่สองสถานการณ์จำลองสำหรับการประชุมทางวีดิทัศน์และส่วนสองสถานการณ์จำลองที่เหลือนั้นได้สร้างทราฟิก (Traffic) บน TCP-PTP ผ่านการดาวน์โหลดไฟล์ขนาดใหญ่ขนาด 500 เมกกะไบท์ที่ได้รับการออกแบบตามการทำงานของทราฟิกในช่วงเวลาที่ปริมาณการเข้าชมอย่างหนาแน่นภายใต้เงื่อนไขที่มีปริมาณผู้เข้าชมที่แตกต่างกันโดยใช้ระบบ IPSec VPN จากผลการทดสอบพบค่าความแตกต่างค่อนข้างกว้าง ดังนั้นกรณีที่ไม่มีระบบ IPSec VPN แพ็คเก็ตเสียงและภาพวิดีโออยู่ในระดับ 116 – 177 มิลลิวินาทีของค่าความหน่วงเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (latency) แต่ในทางกลับกัน ถ้ามีระบบ IPSec VPN ค่าความหน่วงเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (latency) จะอยู่ในระดับ 284 – 291 มิลลิวินาที โดยประมาณสำหรับเสียงและภาพวิดีโอ ในส่วนของความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแพ็คเก็ตที่เป็นสัญญาณเสียง (Voice Jitter Packet) ที่ใช้เทคโนโลยีทั้ง IPSec VPN และ ไม่มี IPSec VPN จะใช้เวลา 20 มิลลิวินาที สูงกว่าเวลาที่ควรจะอยู่ที่ 50 มิลลิวินาที ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 70 มิลลิวินาที

Narayan et al. [5] ประเมินความแตกต่างประสิทธิภาพการทำงานในการใช้ชุด VPN โปรโตคอล (IPSec, PPTP และ SSL) โดยใช้อัลกอริทึมที่แตกต่างในสภาพแวดล้อมของ Windows Server 2003 ผลการทดสอบพบว่า VPN Tunnel ที่ดำเนินการในสภาพแวดล้อมของ Windows 2003 จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเมื่อ PPTP ใช้เป็นชุดโปรโตคอลในการสร้างอุโมงค์ที่ใช้รับส่งผ่านข้อมูล (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90 Mbps) ค่าที่ได้ชี้ให้เห็นว่าค่าของ PPTP ใกล้เคียงกับเครือข่ายที่ไม่ได้ใช้ VPN สำหรับ IPSec มีประสิทธิภาพเป็นอันดับรองมา ในขณะที่ SSL แสดงค่าต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40 Mbps) ในกรณีของ SSL ค่าส่งผ่านข้อมูลจะมีความแตกต่างกันเกือบ 30% ขึ้นอยู่กับทางเลือกของอัลกอริทึม และการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของ VPN Server ขึ้นอยู่กับชุดโปรโตคอลที่สร้างอุโมงค์การส่งผ่านข้อมูลและอัลกอริทึม ในขณะที่ IPSec ใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดและ SSL ใช้ทรัพยากรเป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้ชัดว่าอัลกอริทึมของ SSL ใช้ทรัพยการของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ยังไม่พบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงาน VPN โดยใช้การประเมินผลการทำงาน VPN จาก 5 ค่าย บนสภาพแวดล้อมของเครือข่ายจริง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยในการศึกษาและออกแบบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ VPN ใช้การวิจัยเชิงทดลองและมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของตารางและกราฟให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 4 ส่วนคือ ศึกษาและออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล, การวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ, ทดสอบประสิทธิภาพ และสรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1: เครือข่ายที่ใช้ในการทดสอบ

จากภาพที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการจำลองสถานที่ขึ้นโดยแบ่ง Sub Interface จาก Router ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต MPLS ทั้งสองค่าย เป็น Public IP สำหรับอุปกรณ์ Firewall ทั้ง 5 ค่ายที่ได้เลือกมา โดยใช้ Protocol IPsec VPN ของทั้ง 5 ค่ายในการทดลอง และเชื่อมต่อกันของ LAB ทั้ง 2 Site สำหรับ Mode ของ Firewall ทั้ง 5 ค่ายที่ใช้คือ Tunnel Mode

อัลกอริทึมการเข้ารหัสของ Endian Firewall และ Monowall ที่มีคุณลักษณะเป็น Software Base มีดังนี้

ค่าย Endian Based on Red Hat ใช้อัลกอริทึม ESP: 3DES, AH: SHA1, IKE: Main mode DH Group 5 ขนาด 1536 Bit

ค่าย Monowall Based on FreeBSD ใช้อัลกอริทึม ESP: 3DES, AH: MD5, IKE: Aggressive mode DH Group 2 ขนาด 1024 Bit

อัลกอริทึมการเข้ารหัส และ คุณลักษณะของ Cyberoam, Fortigate และ Check Point ที่เป็น Appliance มีดังนี้

ค่าย Cyberoam ใช้เทคโนโลยี Intel Base, ใช้อัลกอริทึม ESP: 3DES, AH: MD5, IKE: Main mode DH Group 2 ขนาด 1024 Bit

ค่าย Fortigate ใช้เทคโนโลยี ASIC Chip, ใช้อัลกอริทึม ESP: 3DES, AH: MD5, IKE: Main mode DH Group 5 ขนาด 1536 Bit

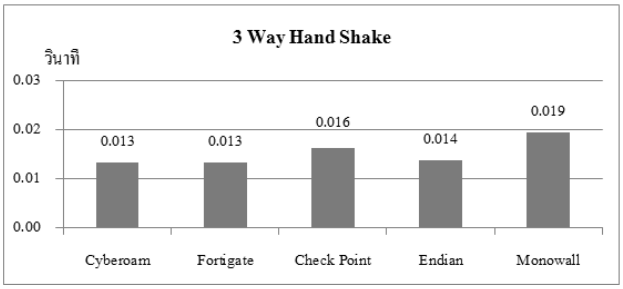
ค่าย Check Point ใช้เทคโนโลยี Multi-Core Base, ใช้อัลกอริทึม ESP: AES, AH: SHA1, IKE: Main mode DH Group 2 ขนาด 1024 Bit

ทดสอบโดยการ Transfer Packet ขนาด 100KB, 1MB, 10MB, 20MB ผ่านโปรแกรม FileZilla Server และจับเวลาในการทำ 3 Way hand shake 5 ครั้ง, เวลาในการ Transfer packet 5 ครั้ง, การเข้าถึงระยะไกลด้วย Remote Desktop ด้วยโปรแกรม Wireshark และนำเวลาที่ได้จาก Wireshark ทั้ง 5 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย

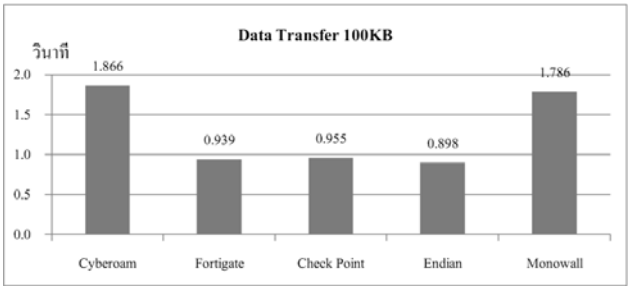
4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ VPN โดยการจำลองสถานที่ของบริษัท โกลเด้นด๊ัก อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ครั้งนี้ทำให้ผู้ศึกษาสามารถรู้ถึงองค์ประกอบและสภาพแวดล้อมรวมไปถึงเทคโนโลยีของ Internet ที่ควรนำมาตัดสินใจในการเลือกใช้ VPN เพื่อเชื่อมต่อสาขาและเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับปัจจัยที่มีอยู่

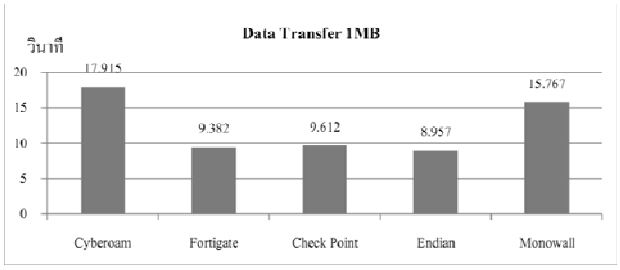
สำหรับการจำลองรูปแบบการจัดวางอุปกรณ์ในการทำ VPN IPsec Site-to-Site เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจำลองขึ้นบนสถานที่จริง เครือข่ายที่ใช้เป็นเครือข่ายที่ให้บริการจากผู้ให้บริการและใช้งานจริงอยู่ในส่วนงานของบริษัทโกลเด้นด๊ัก พบว่าการจัดวางระบบเครือข่ายประเภทนี้มีองค์ประกอบหลักคือ เทคโนโลยีเครือข่ายของผู้ให้บริการ, อุปกรณ์และพื้นที่สำหรับการวางอุปกรณ์ โดยทั่วไปนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีของเครือข่าย หรือ Internet ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่ระบุ Public IP แบบ Fix และการันตีถึงแบนด์วิธที่ใช้เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้จะทดสอบประสิทธิภาพ พื้นที่สำหรับการวางอุปกรณ์นั้นก็สำคัญไม่แพ้กันเนื่องจากอุปกรณ์ VPN ก็เปรียบเสมือนกับ Server ตัวนึงซึ่งต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาดังนั้นพื้นที่จัดวางควรมีสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิห้อง, ตู้ Rack ที่เหมาะสม



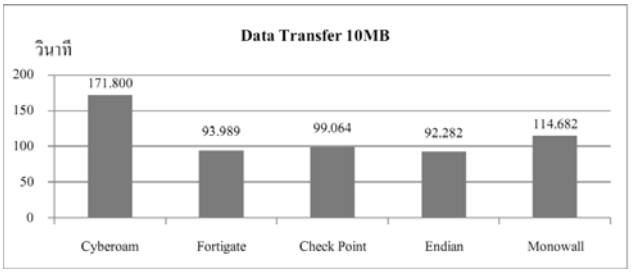
ภาพที่ 2: การเปรียบเทียบความเร็วของการทำ 3 Way Handshake ทั้ง 5 ค่าย



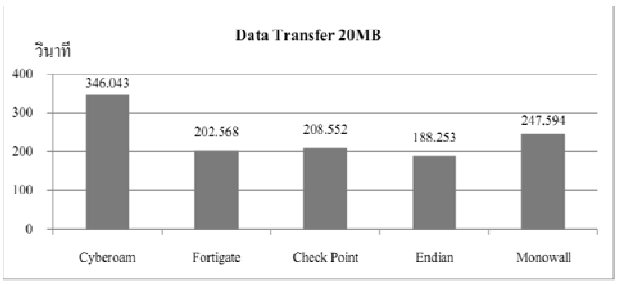
ภาพที่ 3: การเปรียบเทียบความเร็วของการ Transfer Packขนาด 100KB ทั้ง 5 ค่าย



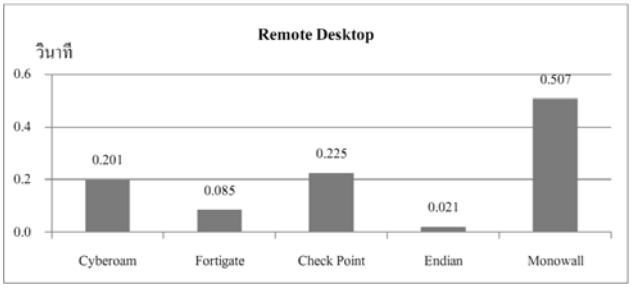
ภาพที่ 4: การเปรียบเทียบความเร็วของการ Transfer Packet ขนาด 1MB ทั้ง 5 ค่าย



ภาพที่ 5: การเปรียบเทียบความเร็วของการ Transfer Packetขนาด 10MB ทั้ง 5 ค่าย



ภาพที่ 6: การเปรียบเทียบความเร็วของการ Transfer Packet ขนาด 20MB ทั้ง 5 ค่าย



ภาพที่ 7: การเปรียบเทียบความเร็วของการเข้าถึงระยะไกลด้วย Remote Desktop ทั้ง 5 ค่าย

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ VPN ด้านความเร็ว ของการส่ง Packet ของทั้ง 5 ค่าย

หน่วย : วินาที	Cyberoam	Fortigate	Check Point	Endian	Monowall
3 Way Hand Shake	**0.013**	**0.013**	0.016	0.014	0.019
Data Transfer 100KB	1.866	0.939	0.955	**0.898**	1.786
Data Transfer 1MB	17.915	9.382	9.612	**8.957**	15.767
Data Transfer 10MB	171.800	93.989	99.064	**92.282**	114.682
Data Transfer 20MB	346.043	202.568	208.552	**188.253**	247.594
Remote Desktop	0.201	0.085	0.225	**0.021**	0.507

ตารางที่ 2: การเปรียบเทียบการใช้ทรัพยากรทั้ง 5 ค่าย

หน่วย : %	Appliance			Opensource	
	Cyberoam	Fortigate	Check Point	Endian	Monowall
CPU	**0.5**	16.0	8.0	8.0	20.0
Memory	37.4	35.0	20.5	10.0	**2.0**
Capacity				5.0	-

จากตารางที่ 1 และ 2 สามารถสรุปผลการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความเร็วในการส่ง Packet พบว่า การทำ 3 Way Handshake , Transfer Data, การเข้าถึงระยะไกล ทั้ง 5 ค่าย เริ่มจากค่ายที่มีคุณลักษณะเป็น Appliance ทั้งสามค่าย โดยค่าย Fortigate ที่ใช้เวลาน้อยนั้นเนื่องจาก Fortigate ใช้เทคโนโลยี ASIC Chip มี Performance ที่ดี สามารถรองรับ Load ของ Internet Traffic ที่ผ่านได้ดี ค่าย Cyberoam ที่ใช้เทคโนโลยี

Intel Base และ Check Point ที่ใช้เทคโนโลยี Multi-Core นั้น มีการทำงานที่คล้ายกับ Computer หรือ Server ซึ่งเน้นพัฒนาประสิทธิภาพของ Software จึงทำให้ผลการทดลองนั้นใช้เวลาในการทดลองค่อนข้างเยอะ ค่ายที่มีคุณลักษณะเป็น Software Base ค่าย Endian ถูกพัฒนามาจาก Red Hat ดังนั้นผลการทดลองที่ใช้เวลาน้อย เพราะถูกออกแบบมาเป็น Server และ มีความเสถียรภาพสูงพัฒนาได้ง่าย ค่าย Monowall ถูกพัฒนามาจาก FreeBSD ใช้เวลาในการทดสอบค่อนข้างเยอะมาก FreeBSD จัดว่าเป็น Linux ที่มีความเสถียรภาพอีกค่ายหนึ่ง แต่ยังคงพบข้อเสียในการไม่เข้ากันกับ Hardware หลายๆอย่าง

2. ด้านการใช้ทรัพยากร เนื่องจากค่าย Cyberoam, Fortigate, Checkpoint ที่เป็น Appliance จะไม่มีระบุสถานะการใช้งานของความจุ Harddisk ในขณะที่ Fortigate ที่ใช้ ASIC Chip จะต้องทำการประมวลผลมากกว่า ค่าย Cyberoam และ Check Point ที่ใช้ Intel Base กับ Multi-Core ส่วนค่าย Endian และ Monowall เป็นแบบ Software Base พบว่าค่าย Monowall มีการประมวลผลที่ค่อนข้างเยอะ แต่ปริมาณการใช้งาน Memory ค่าย Endian จะมากกว่าค่าย Monowall เหตุเพราะว่าด้วย ความสามารถของค่าย Endian นั้นมีมากกว่าค่าย Monowall อีกทั้งอัลกอริทึมที่ใช้, Mode การทำงานของ IKE ของค่าย Endian นั้นใช้การประมวลผลและทรัพยากรมากกว่าค่าย Monowall

5. สรุปผล

ประสิทธิภาพความเร็วในการทำ 3 Way Handshake, การรับส่งข้อมูล และ การเข้าถึงระยะไกล พบว่าค่ายที่มีคุณลักษณะเป็น Appliance ทั้ง 3 ค่ายนั้น ค่าย Fortigate ที่ใช้ ASIC Chip ค่าย Cyberoam ที่ใช้ Intel Base และ Check Point ที่ใช้ Multi-Core เทคโนโลยี ASIC Chip มีประสิทธิภาพในการรองรับ Load Internet Traffic จริง เมื่อเทียบผลการทดสอบแล้วแต่ ASIC Chip ไม่สามารถพัฒนาหรืออัพเกรด Software รุ่นใหม่ๆได้ หรือ อัพเกรดได้แต่จะทำให้ประสิทธิภาพนั้นลดลงด้วย ซึ่งต่างจาก Intel Base และ Multi-Core สามารถรองรับ Software รุ่นใหม่เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้ดีขึ้นโดยที่ได้ประสิทธิภาพเท่าเดิม ส่วนค่าย Monowall พัฒนาโดย FreeBSD และ Endian พัฒนาโดย Red Hat

เอกสารอ้างอิง

[1] Narayan, S. et. al., "Network Performance Analysis of VPN Protocols: An Empirical Comparison on Different Operating Systems," *Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing*, pp. 645-648, 2009.

[2] Kotuliak, I., et. al., "Performance Comparison of IPsec and TLS Based VPN technologies" *Conference on Emerginge Learning Technologies and Applications (ICETA)*, pp. 217-221, 2011.

[3] Narayan, S., et. al., "Empirical network performance evaluation of IPsec algorithms on Windows operating system implemented on a test-bed." *Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)*, pp. 1-4, 2010.

[4] Adeyinka, O. "Analysis of IPsec VPNs performance in a multimedia environment." *Conference on Intelligent Environments*, pp. 1-5, 2008.

[5] Narayan, S. et. al., "Performance Evaluation of Virtual Private Network Protocols in Windows 2003 Environment." *Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE '08)*, pp. 69-73, 2008.

การตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ร่วมกับฮันนี่พอทบนเครือข่าย
DoS Detection with Honey Pot on Network

นิพนธ์ คชชะ (Niphon Khotcha)[1] และศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ แขนงวิชาสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]niphon_k@hotmail.com, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ร่วมกับฮันนี่พอทบนเครือข่าย มุ่งเน้นการตรวจหาการโจมตีในรูปแบบ ICMP Flood, TCP/SYN Flood และ UDP Flood เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจหาการโจมตีคือโปรแกรม Snort โดยการเขียนกฎ(Rule)ให้สอดคล้องกับการตรวจจับ และใช้โปรแกรม Honeyd กำหนดค่าคุณสมบัติให้เป็นเป้าหมายสำหรับการโจมตี ผลการวิจัยพบว่าจากการโจมตีตามรูปแบบ DoS ตัวตรวจหาการโจมตีสามารถตรวจจับการโจมตีตามรูปแบบที่กำหนดได้อย่างถูกต้องตามกฎที่ผู้วิจัยกำหนด และมีประสิทธิภาพในการตรวจหาการโจมตีโดยไม่เกิดค่าผิดพลาด False Positive และ False Negative

คำสำคัญ: ตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ฮันนี่พอท

Abstract

The purposes of research study were (1) to detect DoS on network (2) to evaluate the efficiency of False Positive and False Negative when detecting attacks. The instruments used in the research were : Snort as an IDS and Honeyd as a Honey Pot. On the closed network and open network Snort IDS can detect the DoS Attack, ICMP Flood, TCP/SYN Flood and UDP Flood.The result of research showed that DoS detection with Honey Pot can detect ICMP Flood, TCP/SYN Flood and UDP Flood accurately. The results did not show any False Positives and False Negatives.

Keywords: DoS Detection, Honey Pot

1. บทนำ

ปัจจุบันการโจมตีเครือข่ายเกิดขึ้นบ่อยครั้ง สำหรับการโจมตีเครือข่ายนั้นมีด้วยกันหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก่อให้เกิดผลเสียกับองค์กร ส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงของระบบ เช่น กรณีการโจมตีเครือข่ายในรูปแบบ DoS (Denial of Service) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในระบบถูกโจมตี ไม่สามารถให้บริการกับเครื่องอื่นๆ ที่ร้องขอใช้งานได้ ทำให้การรับส่งข้อมูลชะงักและไม่สามารถดำเนินกิจกรรมใดๆ ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับลูกข่ายในระบบได้

การตรวจหาการโจมตีของเครือข่ายมีหลายวิธี ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจหาแตกต่างกันไปหนึ่งในขั้นตอนนั้นประกอบด้วยการนำผลการตรวจสอบกลุ่มของข้อมูล (Data packet) ทีเคลื่อนที่บนเครือข่ายมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบการโจมตี เพื่อหาวิธีการป้องกันและแก้ไขจุดบกพร่องของเครือข่าย ในวิธีการตรวจหาการโจมตีเครือข่ายของผู้วิจัยได้นำการทำงานของฮันนี่พอท (Honey Pot) มาใช้ เพื่อช่วยตรวจหาการโจมตีโดยใช้เป็นตัวลวงจูงใจให้มีการโจมตีเกิดขึ้น และอาศัยข้อมูลการโจมตีนี้มาตรวจสอบ

ในการตรวจหาการโจมตีบนเครือข่ายนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดของพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550[1] พบว่างานวิจัยนี้ไม่เข้าข่ายความผิดในพระราชบัญญัติ ว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายขององค์กรของผู้วิจัย ซึ่งปัจจุบันภายในองค์กรมีเครือข่ายบางส่วนที่ยังไม่มีระบบตรวจจับการโจมตี จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะสามารถนำงานวิจัยนี้ไปใช้ในระบบเครือข่ายเพื่อตรวจจับและ

แจ้งเตือนสถานการณ์ของเครือข่ายให้ปลอดภัยจากการถูกโจมตีแบบ DoS ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจจับการโจมตีแบบ DoS โดยใช้โปรแกรม Snort ร่วมกับฮันนี่พอท บนเครือข่าย

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการตรวจหาการโจมตีแบบ DoS บนเครือข่าย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 IDS และ Honey Pot

ระบบตรวจจับผู้บุกรุก (Intrusion Detection Systems) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจจับความพยายามบุกรุกเครือข่ายและเป็นการตรวจสอบการจราจรของข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์จากฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ด้วยการวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมในกลุ่มของข้อมูล (Data packet) เพื่อค้นหาสิ่งที่ผิดปกติ (Anomaly) แล้วนำเข้าสู่ขบวนการทำนาย (Prediction) เพื่อตัดสินว่าเป็นเหตุการณ์บุกรุกจริงและแจ้งเตือน(Alert) ให้ผู้รับผิดชอบทราบเพื่อดำเนินการต่อไป[2]

ฮันนี่พอท[3] เป็นการนำกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ ติดตั้งไว้สำหรับลวงให้ผู้บุกรุกทำการโจมตี ประเภทของ Honey Pot สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Low-interaction honey pot เป็น Honey Pot ที่มีการตอบสนองต่อการโจมตีจากผู้บุกรุกค่อนข้างจำกัด นิยมนำมาทำเป็น Production Honey Pot ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ การติดตั้ง Honey Pot ประเภทนี้สามารถทำได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง Serviceต่างๆ ที่คาดว่าผู้บุกรุกจะทำการโจมตี เช่น HTTP Port 80, SSH Port 22 หรือ SMTP Port 25 เป็นต้น เป็นการจำลองความสามารถของระบบปฏิบัติการบางอย่างขึ้นเพื่อการตอบสนองการโจมตีจากผู้บุกรุกที่จำกัดการโจมตี ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ Honey Pot ประเภทนี้คือ honeyd เป็นต้น

2. High-interaction Honey Pot เป็น Honey Pot ที่ไม่ได้ถูกจำลองขึ้นมาจากการใช้ซอฟต์แวร์ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกติดตั้งระบบปฏิบัติการจริง ทำให้สามารถตอบสนองกับผู้บุกรุกได้เหมือนระบบปฏิบัติการจริง จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการโจมตีได้มากกว่า Low-interaction honey pot นิยมใช้เพื่อการวิจัยสำหรับศึกษาเทคนิคใหม่ๆ จากผู้บุกรุก ตัวอย่างของ Honey Pot ประเภทนี้เช่น Honeynet Project

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัยจากการใช้ระบบตรวจจับการบุกรุกพบว่าระบบตรวจจับผู้บุกรุกนำไปใช้กับระบบปฏิบัติการลีนุกซ์สามารถตรวจสอบและป้องกันการบุกรุกบนระบบเครือข่ายโดยรวมดีขึ้นและช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ดูแลระบบได้จริง[4] ผลการวิจัยจากการใช้ฮันนี่พอทเพื่อศึกษาเส้นทางของผู้โจมตีระบบ พบว่ามีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ข้อดีของการใช้ฮันนี่พอทคือชุดข้อมูลที่ได้จากการเก็บมีขนาดเล็กการจราจรของข้อมูลในฮันนี่พอทไม่มีผลกระทบกับโครงข่ายของระบบเครือข่ายจะเก็บข้อมูลเฉพาะตอนที่มีการปฏิสัมพันธ์ในช่วงการโจมตีของผู้บุกรุกใช้ทรัพยากรน้อยไม่ซับซ้อน มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้งานได้จริง มีโอกาสถูกผู้บุกรุกตรวจพบได้น้อยว่าเป็นตัวลวงฮันนี่พอท ข้อควรระวังในการใช้ฮันนี่พอทคือเนื่องจากอาจเป็นการเพิ่มความเสี่ยงให้กับระบบเครือข่ายเพราะผู้บุกรุกสามารถนำฮันนี่พอทแฝงมาโจมตีระบบได้เช่นกันและในบางประเทศอาจเข้าข่ายในเรื่องของการกระทำผิดกฎหมายเพราะเป็นการลวงหลอกให้ผู้อื่นกระทำผิด ดังนั้นก่อนการใช้งานฮันนี่พอทควรปรึกษานักกฎหมายของหน่วยงานก่อนว่าเหมาะสมหรือไม่ และเมื่อติดตั้งฮันนี่พอทแล้วควรมีการตรวจสอบอย่างเสมอ ให้อยู่ในสภาพที่ผู้บุกรุกจะไม่สามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการโจมตีเครือข่ายได้[5-6]

3. การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการออกแบบระบบและการติดตั้งของงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องในเรื่องของการกำหนดรูปแบบและการตั้งค่าต่างๆ ของส่วนประกอบที่ต้องใช้ในระบบการตรวจสอบการโจมตีแบบ DoS ซึ่งมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบเครือข่ายเพื่อใช้รองรับการทำงานของระบบในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการออกแบบระบบเครือข่ายที่มีขนาด 1 วง Network Class C และกำหนดรายละเอียดดังนี้

3.1.1 กำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องที่ใช้ในการโจมตี (Intruder) เป็นไอพีแอดเดรสหมายเลข 192.168.1.55/24

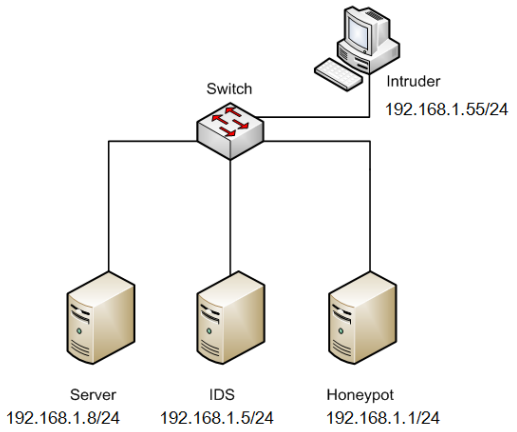
3.1.2 กำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องที่ใช้เป็นตัวลวง (Honey Pot) เป็นไอพีแอดเดรสหมายเลข 192.168.1.10/24 และ

กำหนดค่าคอนฟิกกูเรชั่นของ Honey Pot เป็น 192.168.1.1 ดังรายละเอียดการติดตั้ง Honey Pot ในหัวข้อ 3.3

3.1.3 เครื่องสำหรับใช้เป็นตัวตรวจหาการโจมตี (IDS) ไม่ต้องกำหนดค่าไอพีแอดเดรสเพราะใช้สำหรับ Mirroring Port

3.1.4 ในกรณีมีเครื่อง Server อื่นๆ ให้ตั้งค่าไอพีแอดเดรสในคลาสเดียวกัน จากภาพที่ 3-1 ไอพีแอดเดรส 192.168.1.8/24 เป็น Server อื่นๆ

3.1.5 ใช้สวิทช์เลเยอร์ 2 ของ Linksys รุ่น SRW2008P ทำ Mirroring Port ระหว่างตัวลวง (Honey Pot) กับตัวตรวจหาการโจมตี (IDS) ในการทำ Mirroring Port เพื่อเป็นการตรวจสอบกลุ่มของข้อมูลที่ไหลผ่านไปยังพอร์ตเป้าหมาย ในงานวิจัยนี้พอร์ตที่เชื่อมต่อกับ Honey Pot คือพอร์ตเป้าหมาย

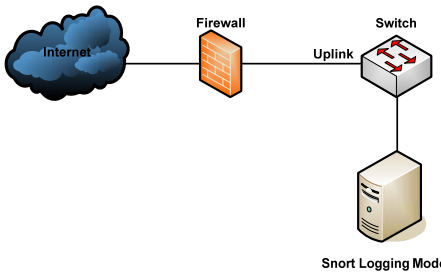


ภาพที่ 1: ระบบเครือข่ายสาย (LAN)

3.2 การติดตั้งโปรแกรม Snort เพื่อใช้ตรวจหาการโจมตี ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการลงโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Ubuntu Version 10.04 LTS Desktop เพื่อรองรับโปรแกรม Snort เมื่อลงโปรแกรม Snort Version 2.8.6.1 และหลังจากลงโปรแกรม Snort แล้ว กำหนดค่ากฎให้รองรับการตรวจจับการโจมตีแบบ DoS ตามรูปแบบการเขียนกฎ(Rule) เพื่อตรวจสอบการโจมตีก่อนดำเนินการเขียนกฎมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการเขียนกฎ(Rule) เพื่อตรวจจับการโจมตี

3.2.1 เก็บกลุ่มของข้อมูลในเครือข่ายนั้นๆ โดยการใช้ Sniffer เก็บรวบรวมข้อมูล หรือ logger Tool เก็บกลุ่มของข้อมูลให้ได้มากที่สุดเพื่อนำมาวิเคราะห์ ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Snort ในโหมด Logging เก็บกลุ่มข้อมูลในเครือข่ายที่ใช้ทดลองเป็นระยะเวลา 1 วัน โดยการเชื่อมต่อสาย Uplink ของสัญญาณหลักที่เชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเปิด เก็บกลุ่มของข้อมูลบันทึกเป็น Log files ได้กลุ่มของข้อมูลทั้งหมด จำนวน 424,801 Packets



ภาพที่ 2: การเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อเก็บกลุ่มของข้อมูล

3.2.2 นำกลุ่มของข้อมูลที่เก็บได้มาวิเคราะห์ด้วย Packet Analysis และสรุปผลหาจุดสำคัญที่ต้องการนำไปเป็นข้อแม้ในการตรวจจับการโจมตีจากงานวิจัยสรุปได้คือ จากจำนวน 424,801 Packets แบ่งเป็นกลุ่มของข้อมูล TCP จำนวน 94,858 Packets, UDP จำนวน 113,571 Packets และ ICMP จำนวน 5,641 Packets และกลุ่มข้อมูลอื่นๆ ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญเพื่อนำมาเป็นข้อแม้ในการเขียนกฎมีดังนี้

- IMCP Packets มีค่า Packet size สูงสุด 550 byte
- UDP Packets มีค่า TTL สูงสุด 128 ms
- UDP Packets มีค่า TTL สูงสุด 128 ms

3.2.3 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเขียนกฎตามรูปแบบการเขียนกฎ[7] ของโปรแกรมตรวจจับการโจมตีซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Snort และได้แยกการเขียนกฎการตรวจจับเป็นทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่ ICMP Flood RULES, TCP/SYNC Flood RULES และ UDP Flood RULES ดังต่อไปนี้

ICMP Flood Rules

ICMP Flood RULES เป็นกฎที่ผู้วิจัยใช้สำหรับตรวจสอบการโจมตีในรูปแบบของ ICMP Flood ข้อแม้ที่ใช้ในการตรวจจับของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับ ICMP Packet size ที่มีค่ามากกว่าจุดสูงสุดที่วิเคราะห์ได้จากการใช้งานจริง มีรูปแบบและส่วนประกอบดังนี้

รูปแบบกฎ :

alert icmp $EXTERNAL_NET any -> $HOME_NET any (msg:"DOS attack"; dsize:>550; itype:8; classtype:ICMP Denial of Service; sid:2701; rev:1;)

อธิบาย : สั่งให้มีการแจ้งเตือนเมื่อมีกลุ่มข้อมูล ICMP ที่มีขนาด Packet size มากกว่า 550 byte จากทุกไอพีแอดเดรสและทุกพอร์ต ที่เข้ามายังเครือข่ายที่ตรวจหาการโจมตีแบบ DoS

TCP/SYN Flood RULES

TCP/SYNC Flood RULES เป็นกฎที่ผู้วิจัยใช้สำหรับตรวจสอบการโจมตีในรูปแบบของ TCP/SYN Flood ข้อแม้ที่ใช้ในการตรวจจับของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับค่า TTL ในการรับส่งข้อมูลของ TCP Packet ที่มีค่ามากกว่าจุดสูงสุดที่วิเคราะห์ได้จากการใช้งานจริงมีรูปแบบและส่วนประกอบดังนี้

รูปแบบกฎ :

alert tcp $EXTERNAL_NET any -> $HOME_NET 80 (msg:"DOS attack"; flags:S; ttl: >128; classtype:TCP Denial of Service; sid:2702; rev:2;)

อธิบาย : สั่งให้มีการแจ้งเตือนเมื่อมีกลุ่มข้อมูล TCP ที่เป็น SYN มีค่า TTL มากกว่า 128 ms ที่เข้ามายังพอร์ต 80 ของเครือข่ายที่ตรวจหาการโจมตีแบบ DoS

UDP Flood RULES

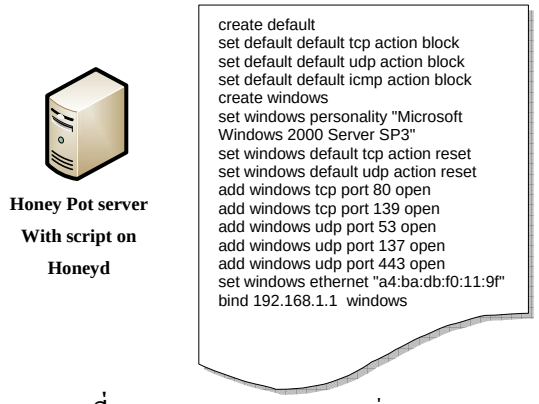
UDP Flood RULES เป็นกฎที่ผู้วิจัยใช้สำหรับตรวจสอบการโจมตีในรูปแบบของ UDP Flood ข้อแม้ที่ใช้ในการตรวจจับของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับค่า TTL ในการรับส่งข้อมูลของ UDP Packet ที่มีค่ามากกว่าจุดสูงสุดที่วิเคราะห์ได้จากการใช้งานจริงมีรูปแบบและส่วนประกอบดังนี้

รูปแบบกฎ :

alert udp $EXTERNAL_NET any -> $HOME_NET 53 (msg:"DOS attack"; ttl: >128; classtype:UDP Denial of Service; sid:2703; rev:3;)

อธิบาย : สั่งให้มีการแจ้งเตือนเมื่อมีกลุ่มข้อมูล UDP ที่มีค่า TTL มากกว่า 128 ms ที่เข้ามายังพอร์ต 53 ของเครือข่ายที่ตรวจหาการโจมตีแบบ DoS

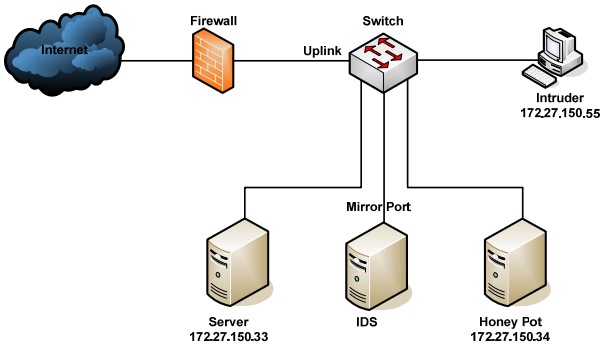
3.3 ติดตั้งโปรแกรม Honeyd เพื่อใช้เป็นตัวลวงสำหรับการโจมตีกำหนดเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องทำการลงโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Ubuntu Version 10.04 LTS Desktop เพื่อรองรับการลงโปรแกรม Honeyd Version1.5c และทำการกำหนดค่าคอนฟิกกูเรชั่นของ Honeyd ในรูปแบบของ Low-interaction honey pot ดังภาพที่ 3-3 เพื่อทำเป็น Production Honey Pot ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้คำสั่งในรูปแบบ Text file (Config file) กำหนดให้เปิดพอร์ตใช้งานเพื่อรองรับการโจมตี และสามารถตรวจสอบพอร์ตที่เปิดใช้งานได้โดยใช้โปแกรม Zenmap for Windows ตรวจสอบการทำงานของเครื่อง Honey Pot



ภาพที่ 3: การกำหนดค่าคอนฟิกกูเรชั่นของ Honeyd

3.4 ออกแบบการโจมตีโดยใช้โปรแกรม NetScanTools Pro Demo บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP ร่วมกับการใช้ Script ที่เขียนขึ้นในรูปแบบ Text file ส่ง Packet ตามรูปแบบที่กำหนด รวม 500 Packet ต่อหนึ่งรูปแบบการโจมตี เพื่อให้โปรแกรม NetScanTools Pro Demo นำไปใช้สำหรับโจมตีเป้าหมายในรูปแบบ TCP/SYN Flood Attack, ICMP Flood Attack และ UDP Flood Attack ซึ่งแบ่งออกเป็นสองชุด ชุดแรกเป็นชุดคำสั่ง script ที่ใช้เป็นตัวส่ง Packet ที่ไม่ถูกต้องตามกฎชุดที่สองเป็นชุดคำสั่งที่ถูกต้องตามกฎที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นตัวโจมตีตามรูปแบบ DoS

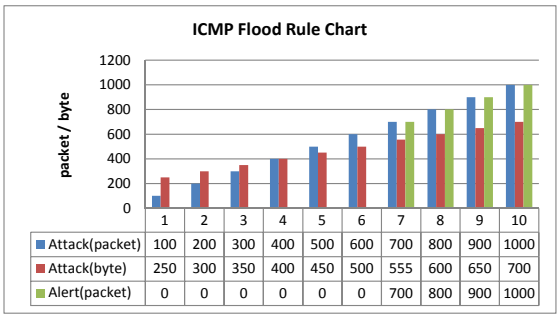
3.5 นำตัวตรวจหาการโจมตีตามรูปแบบ DoS ไปตรวจหาความถูกต้องในการตรวจหาการโจมตีบนเครือข่ายแบบเปิดตามรูปแบบ 2^n ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นโดยการนำรูปแบบการโจมตีที่มีด้วยกัน 3 รูปแบบคือ ICMP Flood, TCP/SYN Flood และ UDP Flood มาจัดรูปแบบการโจมตีเป็นลำดับและไม่ซ้ำกันโดยการยกกำลังสภาวะของการโจมตีเป็นได้ 2 ค่า คือ ตรงตามกฎและไม่ตรงตามกฎ ได้ทั้งหมด 8 สภาวะที่ไม่ซ้ำกันและทำการโจมตีคราวละลำดับทั้ง 8 ลำดับ โดยการโจมตีลำดับละ 3 ครั้งไม่พร้อมกัน ตามตารางการโจมตีที่กำหนดไว้ตามตารางผลการทดลองที่ 1 และ ทำการเชื่อมต่อเครือข่ายตามภาพที่ 4 ทดลองการโจมตีตามรูปแบบข้อ และบันทึกผล



ภาพที่ 4: การเชื่อมต่อระบบกับเครือข่ายแบบเปิด

4. ผลการทดลอง

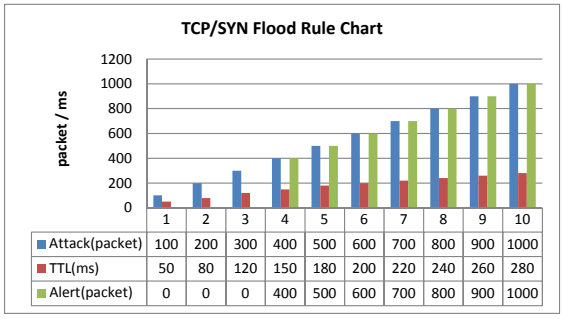
4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของการตรวจหาโดยวิธีการทดลองในเครือข่ายแบบเปิดโดยการนำระบบเข้าไปร่วมกับเครือข่ายที่ใช้งานจริงซึ่งในการทดลองนี้นำสายสัญญาณ Uplink เชื่อมต่อเข้ากับระบบตรวจหาการโจมตีและเครือข่ายแบบเปิด ซึ่งจากการวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลในเครือข่ายแบบเปิด 172.27.150.0/24 เป็นระยะเวลา 1 วัน ได้กลุ่มของข้อมูลจำนวน 424,801 Packets แบ่งเป็นกลุ่มของข้อมูล TCP จำนวน 94,858 Packets, UDP จำนวน 113,571 Packets และ ICMP จำนวน 5,641 Packets และกลุ่มข้อมูลอื่นๆ ซึ่งเมื่อผู้วิจัยพิจารณาแล้วสามารถนำกฎที่เขียนไว้สำหรับเครือข่ายแบบปิดมาใช้กับการทดลองนี้ได้ และแสดงค่าจากกฎเป็นกราฟดังนี้



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Attack(packet)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Attack(byte)	250	300	350	400	450	500	555	600	650	700
Alert(packet)	0	0	0	0	0	0	700	800	900	1000

ภาพที่ 5: กราฟแสดงตัวอย่างการทำงานของกฎ ICMP Flood

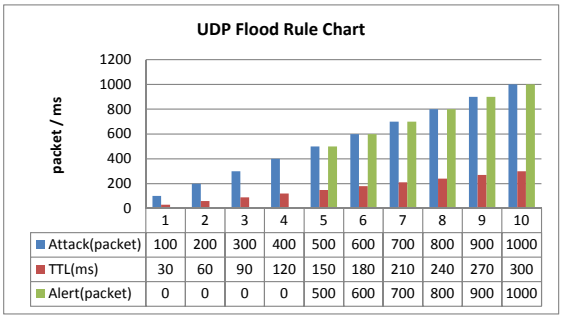
จากภาพที่ 5 สรุปได้คือเมื่อมีกลุ่มของข้อมูลที่เป็นโปรโตคอล ICMP เข้ามาในระบบตรวจหาการโจมตีและมีค่า Packet size ตั้งแต่ 551 byte เป็นต้นไป ระบบจะแจ้งเตือนและเก็บค่าเป็น Log file ไว้ จากกราฟแท่งแรกจากซ้ายมือแสดงจำนวน Packet ของการโจมตี แท่งที่สองแสดงให้เห็นถึงจำนวนไบต์ของการโจมตีที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงตัวอย่างจำนวน 10 ลำดับเมื่อไบต์ของการโจมตีมากกว่า 550 byte ในลำดับที่ 7 จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นเป็นแท่งที่สามที่ระยะแรกยังเป็นศูนย์มาโดยตลอดคือไม่มี Packet การโจมตีที่ตรวจหาได้ เมื่อมีการโจมตีตรงตามกฎจะเห็นได้ว่าสามารถตรวจหาจำนวน Packet ที่เกิดขึ้นตามที่กำหนดไว้ได้ดังตัวอย่างเท่ากับ 700 Packets



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Attack(packet)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
TTL(ms)	50	80	120	150	180	200	220	240	260	280
Alert(packet)	0	0	0	400	500	600	700	800	900	1000

ภาพที่ 6: กราฟแสดงการทำงานตามกฎ TCP/SYN Flood

จากภาพที่ 6 สรุปได้คือเมื่อมีกลุ่มของข้อมูลที่เป็นโปรโตคอล TCP ที่เป็น SYN เข้ามาในระบบตรวจหาการโจมตีและมีค่า TTL ของแต่ละ Packet ตั้งแต่ 129 ms เป็นต้นไป ระบบจะแจ้งเตือนและเก็บค่าเป็น Log file ไว้ จากกราฟแท่งแรกจากซ้ายมือแสดงจำนวน Packet ของการโจมตี แท่งที่สองแสดงให้เห็นถึงจำนวนค่าเวลา TTL ของการโจมตีที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงตัวอย่างจำนวน 10 ลำดับเมื่อการโจมตีเป็นไปตามกฎคือค่าเวลา TTL ของการโจมตีแต่ละ Packet มากกว่า 128 ms ในลำดับที่ 4 เป็นต้นไป จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นเป็นแท่งที่สามที่ระยะแรกยังเป็นศูนย์มาเรื่อยๆ หมายถึงไม่มี Packet การโจมตีที่ตรวจหาได้ เมื่อมีการโจมตีตรงตามกฎจะเห็นได้ว่าสามารถตรวจหาจำนวน Packet การโจมตีที่เกิดขึ้นตามที่กำหนดไว้ได้ดังรูปตั้งแต่ลำดับที่ 4 เป็นต้นมา



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Attack(packet)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
TTL(ms)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Alert(packet)	0	0	0	0	500	600	700	800	900	1000

ภาพที่ 7: กราฟแสดงการทำงานตามกฎ UDP Flood

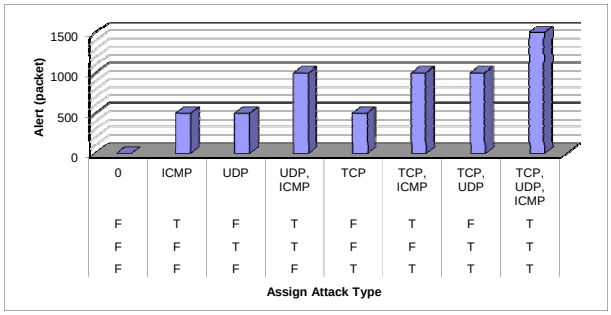
จากภาพที่ 7 สรุปได้คือเมื่อมีกลุ่มของข้อมูลที่เป็นโปรโตคอล UDP เข้ามาในระบบตรวจหาการโจมตีและมีค่า TTL ของแต่ละ Packet ตั้งแต่ 129 ms เป็นต้นไป ระบบจะแจ้งเตือนและเก็บค่าเป็น Log file ไว้ จากกราฟแท่งแรกจากซ้ายมือแสดงจำนวน packet ของการโจมตี แท่งที่สองแสดงให้เห็นถึงจำนวนค่าเวลา TTL ของการโจมตีที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ แสดงตัวอย่างจำนวน 10 ลำดับเมื่อการโจมตีเป็นไปตามกฎคือค่าเวลา TTL ของการโจมตีแต่ละ Packet มากกว่า 128 ms ในลำดับที่ 5 เป็นต้นไป จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นเป็นแท่งที่สามที่ระยะแรกยังเป็นศูนย์เรื่อยมา จนกระทั่งการโจมตีที่ตรวจหาได้ เมื่อมีการโจมตีตรงตามกฎตั้งแต่ลำดับที่ 5 เป็นต้นมาสามารถตรวจหาจำนวน Packet การโจมตีที่เกิดขึ้นตามที่กำหนดไว้ได้

4.2 ใช้ตารางรูปแบบการโจมตีแบบ DoS ในรูปแบบของ 2^n และบันทึกผลจากการโจมตีบนเครือข่ายแบบเปิด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: ผลการทดลองการโจมตีลักษณะ 2^n ในเครือข่ายแบบเปิด

ลำดับ (Step)	การกำหนดรูปแบบการโจมตี (Assign Attack Type)			รูปแบบการโจมตีที่ตรวจจับได้ (Flood Type)	จำนวนกลุ่มข้อมูลที่จับได้ (Packet)	ค่าความผิดพลาด False positive (Packet)	ค่าความผิดพลาด False negative (Packet)
	TCP flood	UDP flood	ICMP flood				
1	F	F	F	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
2	F	F	T	ICMP	500 Packets	ไม่มี	ไม่มี
3	F	T	F	UDP	500 Packets	ไม่มี	ไม่มี
4	F	T	T	UDP, ICMP	1000 Packets	ไม่มี	ไม่มี
5	T	F	F	TCP	500 Packets	ไม่มี	ไม่มี
6	T	F	T	TCP, ICMP	1000 Packets	ไม่มี	ไม่มี
7	T	T	F	TCP, UDP	1000 Packets	ไม่มี	ไม่มี
8	T	T	T	TCP, UDP, ICMP	1500 Packets	ไม่มี	ไม่มี

จากตารางที่ 4-1 มีการกำหนดลำดับและรูปแบบการโจมตีคือเมื่อมีการโจมตีด้วยรูปแบบที่ไม่ตรงตามกฎกำหนดเป็น F และการโจมตีที่ตรงตามกฎกำหนดเป็น T ซึ่งรูปแบบการโจมตีตามตารางอธิบายไว้ในข้อที่ 3.5 จากตารางสรุปได้ว่าสามารถตรวจหาการโจมตีได้อย่างถูกต้องตามกฎ(Rule) ที่กำหนดไว้และไม่เกิดความผิดพลาด False Positive และ False Negative จึงส่งผลให้การตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ในเครือข่ายแบบเปิดมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับการทดลองการโจมตีแบบ DoS ในระบบปิดและสามารถแสดงได้ดังกราฟในภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงผลการทดลองการโจมตีลักษณะ 2^n

จากภาพที่ 4-4 เป็นกราฟแสดงผลการทดลองการโจมตีลักษณะ 2^n ซึ่งในการทดลองตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้ทดลองกับระบบเครือข่ายแบบปิดและเครือข่ายแบบเปิด ซึ่งได้ผลเหมือนกันตามการทดลอง จากรูป T คือรูปแบบการโจมตีที่เป็นไปตามกฎและ F คือรูปแบบการโจมตีที่ไม่ตรงตามกฎ ในการโจมตีแต่ละครั้งๆละ 500 Packets นั่นหมายถึงว่าถ้ามีการโจมตีในลำดับใดๆ ตรงตามกฎผลที่ได้จะรวมค่าการโจมตีนั้นเป็นผลลัพธ์ดังกราฟ

5. สรุปผล

ในการทดสอบการใช้งานของระบบการตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ร่วมกับฮันนี่พอทบนเครือข่ายครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองหาความถูกต้องในการตรวจหาการโจมตีตามรูปแบบของ DoS คือ ICMP Flood, TCP/SYN Flood และ UDP Flood และหาประสิทธิภาพของการตรวจหาจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาก False Positive และ False Negative โดยการทดลองในรูปแบบการจำลองในเครือข่ายแบบปิดและการทดลองนำไปใช้ในเครือข่ายจริงในองค์กร เพื่อทดสอบการใช้งานของระบบการตรวจหาการโจมตี

สรุปผลการวิจัยได้ว่า

1. การตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ร่วมกับฮันนี่พอทในการวิจัยครั้งนี้สามารถตรวจหาการโจมตีแบบ DoS ได้อย่างถูกต้องทุกครั้งตามกฎที่กำหนดไว้
2. การตรวจหาการโจมตีในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพไม่มีความผิดพลาดที่เกิดจาก False Positive และ False Negative จากการทดลองตามรูปแบบการโจมตีที่กำหนดทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

[1] “พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550,” ราชกิจจานุเบกษา พ.ศ. 2550 หน้า 4-13.

[2] ธนกร มีหินกอง และประสงค์ ประณีตพลกรัง, “Intrusion Detection Systems : A Tutorial ระบบตรวจหาการบุกรุก,” สถาบันวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม พ.ศ. 2554 หน้า 1-18.

[3] ไตรรัตน์ พุทธรักษา, “รู้จักกับ Honeypot,” ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย พ.ศ.2550 หน้า 1-6.

[4] สรวิช รุจนวิศาล, “ระบบป้องกันและตรวจสอบผู้บุกรุกเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,” การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2546 หน้า 1-120.

[5] Iyatiti Mokube, and Michele Adams, “Honeypots: Concepts, Approaches, and Challenges,” Computer Science Armstrong Atlantic State University, pp. 321-326, 2011.

[6] Bhumika, and Vivek Sharma, “Use of Honeypots to Increase Awareness regarding Network Security,” International Journal of Recent Technology and Engineering, pp. 171-175, 2012.

[7] Rafeeq Ur Rehman, "Intrusion Detection Systems with Snort," Pearson Education, Inc. pp. 75-129, 2003.

การวัดประสิทธิภาพของการรักษาความมั่นคงบนเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายด้วย Back Track

Measuring the Effectiveness of Wireless Local Area Network Security by Using Back Track

พิกุลทอง แก้วดวงตา (Pigulthong Kaewduangta) [1] และศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong) [2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]pigul6@hotmail.com, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและป้องกันภัยคุมคามบนเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นด้วยการโจมตีแบบการถอดรหัสผ่าน WEP/WPA/WPA2, Man-in-the-middle และ De-Authentication DoS จากระบบปฏิบัติการ Back Track เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปป้องกันเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นขององค์กรต่าง ๆ โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอถึงหลักการและขั้นตอนต่าง ๆ ในการโจมตีทั้งหมด3 รูปแบบ ได้แก่ Password attack, Man-in-the-middle attack และ De-Authentication DoS attack รวมไปถึงหลักการ และรูปแบบวิธีการป้องกันที่นำไปใช้ป้องกันการโจมตีแต่ละรูปแบบ เพื่อให้ระบบเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นที่ใช้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าระบบแบบเดิม

คำสำคัญ: ป้องกันการโจมตี การถอดรหัสผ่าน การแทรกแซง-การสื่อสาร De-Authentication DoS

Abstract

This research aims to investigate and prevent the wireless local area network (WLAN) security threats including WEP/WPA/WPA2 password decryption, Man-in-the-middle attack, and De-Authentication DoS attack from the "Back Track" operating system. The results could be used to guide the organizations how to protect theirs WLAN. This research presents the principles and processes in all three types of attacks: Password attack, Man-in-the-middle attack, and De-Authentication DoS attack consisting of theirs principle methods and the protection methods applied to prevent them in order to use the network more security than traditional WLAN systems.

Keywords: Attack defense, Password attack, Man-in-the-middle attack, De-Authentication DoS attack

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีไร้สายมาใช้ในการติดต่อสื่อสารเป็นจำนวนมาก และได้มีการพัฒนาเทคนิคในการรับ – ส่งข้อมูลในแบบต่าง ๆ เพื่อให้มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน และสิ่งที่ถูกพัฒนาควบคู่ไปกับเทคโนโลยีไร้สายนี้ก็คือทางด้านความมั่นคง (Security) ซึ่งมีความจำเป็นเป็นอย่างมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้มองเห็นความสำคัญในจุดนี้ จึงได้มีการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพื้นฐานความมั่นคง และทำการวิเคราะห์ ประเมินผล เกี่ยวกับนโยบายด้านการรักษาความมั่นคงบนเครือข่ายไร้สาย [1-3] รวมไปถึงการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายในการใช้คอมพิวเตอร์บนเครือข่ายไร้สาย นอกจากนี้ยังได้มีการคิดค้นและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการโจมตีระบบในแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาทดสอบหาช่องโหว่ในการโจมตีเครือข่ายไร้สายของตน อาทิเช่น Aircrack–ng, Airsnort และ Back Track เป็นต้น แต่ปัจจุบันส่วนมากนิยมใช้ Back Track เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่รวมเอาเครื่องมือที่ใช้สำหรับการโจมตี โดย Back Track จะมีการพัฒนาหรืออัพเดทเครื่องมือภายในที่ใช้ในการโจมตีเหล่านี้ปีละ 1 ครั้ง และเป็นระบบปฏิบัติการฟรี ทำให้แฮกเกอร์หลายคนให้ความสนใจ และนำระบบปฏิบัติการตัวนี้มาใช้ในทางที่ผิดเป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อวัดประสิทธิภาพระบบรักษาความมั่นคงในเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นในรูปแบบการโจมตีที่ทำการโจมตีเพื่อเอารหัสผ่านจาก

WEP/WPA/WPA2, การโจมตีในแบบ Man-in-the-middle และการโจมตีแบบ De-Authentication DoS จากระบบปฏิบัติการ Back Track โดยเนื้อหาถัดไปจะนำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ วรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนในการดำเนินงาน ผลที่ได้จากการดำเนินงาน และผลสรุปของงาน รวมไปถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ

2. ทฤษฎีและหลักการ

2.1 Back Track

Back Track [5] เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจาก Ubuntu ซึ่งเป็นการรวมเอาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบระบบทั้งหมดไว้ในระบบปฏิบัติการเดียว ทำให้แฮกเกอร์มือใหม่ (Script Kiddies) นำมาใช้ในการหัดแฮก โดยสามารถโหลดและใช้งานได้ที่เว็บไซต์ของผู้พัฒนาโดยตรงได้ที่ www.Backtrack-linux.org ซึ่งจะมีทั้งแบบ 32 และ 64 bit อีกทั้งยังมีแบบใช้งานบน Virtual Machine หรือ VMware

2.1.1 เครื่องมือต่าง ๆ ของ Back Track ที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัย มีดังนี้

2.1.1.1 Privilage Escalation ได้แก่ โปรแกรมที่ใช้ทำ Spoofing ชนิดต่าง ๆ เช่น DNS Spoof, ARP Spoof และยังมีโปรแกรมดักจับรหัสผ่านและโปรแกรมโจมตีรหัสผ่าน เช่น โปรแกรม Ettercap, ICMP Redirect, Sing, tcpreplay เป็นต้น

2.1.1.2 Radio Network Analysis โปรแกรมในกลุ่มนี้มีไว้เพื่อโจมตี Wireless LAN, RFID, และ Bluetooth เช่น Airmon, Airodump, Aireplay เป็นต้น

2.2 Firewall

ไฟร์วอลล์ (Firewall) [6][7] คือ เครื่องมือที่ทำหน้าที่ป้องกันเครือข่ายไร้สายจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต ไม่ให้สามารถมาใช้หรือมองเห็นข้อมูลหรือเครือข่ายไร้สาย รูปแบบของ Firewall ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้คือ การทำแพ็กเก็ตฟิลเตอร์ริง (packet Filtering Firewall) หลักการคือ ตัว Firewall ชนิดนี้จะพิจารณาแพ็กเก็ต TCP เพื่อตรวจสอบว่าแพ็กเก็ตนั้นมีแอดเดรสที่ถูกต้องหรือไม่ ถูกส่งมาจากเครือข่ายไร้สายภายนอกหรือไม่ โพรโทคอลหรือเซอร์วิสนั้นผ่านการตรวจสอบแล้วหรือไม่ และออปชันหรือแฟล็กที่ส่งมานั้นถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่

2.3 Intrusion Detection System

Intrusion Detection System (IDS) [8] คือ Software หรือ Hardware ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ตรวจจับการบุกรุกและวิเคราะห์ตรวจสอบการเชื่อมต่อที่ไม่พึงประสงค์ หรือความพยายามที่จะเข้ามาทำอันตรายต่อเครือข่ายไร้สาย โดยอาจจะมาทางด้าน Web Server, Email Server หรืออาจมีการลักลอบใช้สิทธิ์ในทางที่ผิด ซึ่งระบบจะทำการแจ้งเตือนให้กับผู้ดูแลระบบทราบ และหยุดพฤติกรรมดังกล่าวทันที ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Kismet [9] ในการจำลอง IDS ขึ้นเพื่อตรวจจับการโจมตี ก่อนการเข้าถึงเครือข่ายไร้สายที่อยู่ภายในองค์กร โดยจะวาง IDS ไว้หน้า Firewall

2.4 เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับรักษาความมั่นคงบนเครือข่ายไร้สายแบบต่าง ๆ

2.4.1 WEP เป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในมาตรฐาน 802.11b ใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ Symmetrical (นั่นคือรหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้สำหรับการถอดรหัสข้อมูล) WEP นั้นมีบทบาทการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่มีรหัสข้อมูลสามารถเข้าใจหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศได้ และส่วนที่ 2 การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่มีรหัสผ่านสามารถเข้าใช้เครือข่ายไร้สายได้

2.4.2 WPA (WiFi Protected Access) เป็นเทคโนโลยีที่รองรับการเข้ารหัสแบบ TKIP และเป็นมาตรฐานความมั่นคงของข้อมูลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยองค์กร WiFi Aliance (WECA) เพื่อแก้จุดอ่อนของ WEP ในเรื่องการเข้ารหัสข้อมูล โดยการนำเอา Dynamic Key Distrubtion และการตรวจสอบสิทธิผู้ใช้งานมารวมอยู่ในกลไก WPA ซึ่งอุปกรณ์ที่สนับสนุนมาตรฐาน WPA จะมีการทำงานให้เลือก 2โหมด คือ WPA Pre-Shared Key และ Temporal Key Integrith Protocol (TKIP)

2.4.3 WPA2 เป็นเทคโนโลยีที่รองรับทั้ง TKIP และ AES-CCMP ซึ่งทั้งสองแบบนี้มีการทำงานที่แตกต่างกัน แต่ส่วน keying จะเหมือนกัน การโจมตีที่มีผลกับ TKIP ไม่จำเป็นต้องมีผลกับ AES-CCMP และการโจมตีที่มีผลกับ AES-CCMP ก็ไม่จำเป็นต้องมีผลกับ TKIP เช่นกัน แต่จุดที่ว่าในส่วนของ keying ของทั้ง TKIP และ AES-CCMP นั้นเหมือนกัน จึง

ทำให้ WPA/WPA2 ถูกโจมตีด้วยวิธีการที่ใช้การถอดรหัสโดยเปรียบกับค่าในตารางหรือดิกชันนารี (Dictionary attack) โดยตารางหรือดิกชันนารีที่นำมาใช้เปรียบเทียบนั้นเรียกว่าตารางเรนโบว์ (Rainbow table) ซึ่งวิธีการ Dictionary attack นั้นมีผลกับทั้ง TKIP และ AES-CCMP

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการทดสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายไร้สายเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงแยกออกได้ 2 ประเด็นคือ ด้านการรักษาความมั่นคง และด้านของปัญหาที่เกิดขึ้นในเครือข่ายไร้สาย ซึ่งสามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

ประเด็นที่เกี่ยวกับเรื่องของนโยบายรักษาความมั่นคง ได้มีงานวิจัยที่มุ่งเน้นในเรื่องของการตรวจสอบประสิทธิภาพความมั่นคง โดยวิเคราะห์และประเมินผลเครือข่ายไร้สายที่มีความมั่นคง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทำให้มีวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้ในการอ้างอิงสำหรับการประเมิน และการปรับนโยบายการรักษาความมั่นคงของเครือข่ายไร้สายให้มั่นใจว่าระบบเครือข่ายไร้สายนั้นได้รับความมั่นคง [1] อีกทั้งยังได้มีการตรวจสอบเป้าหมายหลักที่ใช้ในการโจมตี การทำงานของอิมโพสเตอร์(Imposters) เช่น การโจมตี DOS และการแทรกแซงแพ็กเก็ตข้อมูล เป็นต้น โดยการตรวจสอบจะการกำหนดกลไกการรักษาความมั่นคงของโหนดในเครือข่ายไร้สาย ว่าโหนดใดเป็นโหนดที่ถูกต้องในเครือข่ายไร้สายไม่ใช่โหนดที่แทรกแซงขึ้นมา [2]

ประเด็นที่สองประเด็นที่เกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายไร้สายนั้นได้มีการสำรวจโพรโทคอลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านความมั่นคง เช่น WEP, WPA, WPA2/802.11i โดยนำโพรโทคอลเหล่านี้มาทำการเปรียบเทียบวิธีการทำงานต่าง ๆ ความแตกต่างของแต่ละโพรโทคอล ข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน และรวมไปถึงวิธีการแก้ปัญหาการปลอมแปลง ARP (Address Resolution Protocol) ด้วยการกำหนดค่าใน Access Point (AP) ให้ทำการส่งต่อแพ็กเก็ตใน ARP ให้กับ IDS เพื่อตรวจสอบการปลอมแปลงใน ARP หากตรวจพบการปลอมแปลงก็จะทำการยุติการเชื่อมต่อระหว่างผู้โจมตีกับ AP [3][4]

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาอัลกอลิทึม หรือโพรโทคอล เพื่อเข้ามาช่วยในเรื่องของความมั่นคง แต่เทคโนโลยีที่พัฒนาไปเรื่อย ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด ทำให้จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาทางด้านการรักษาความมั่นคงควบคู่ไปด้วย งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอหลักการและวิธีการในการโจมตีระบบเครือข่ายไร้สายจากเครื่องมือที่อยู่ในระบบปฏิบัติการที่เรียกว่า “Back Track” เพื่อนำหลักการนั้นมาใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบเครือข่ายไร้สาย รวมไปถึงหลักการและวิธีการป้องกัน เมื่อถูกโจมตีในรูปแบบ Password attack, Man-in-the-middle attack และ De-Authentication DoS attack

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 จำลองระบบเครือข่ายไร้สาย

เริ่มแรกผู้วิจัยจะต้องทำการจำลองเครือข่ายไร้สายขึ้นมา โดยอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการจำลอง ได้แก่ คอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง การ์ดไวร์เลส 2 ตัว และ AP 1 ตัว ดังภาพที่ 1 จากนั้นก็ทำการกำหนดค่า IP Address และรหัสผ่านต่าง ๆ ให้กับอุปกรณ์

ภาพที่ 1: รูปแบบการจำลองเครือข่ายไร้สาย

จากภาพที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการตั้งค่า IP Address ให้กับอุปกรณ์แต่ละตัว ดังนี้ AP คือ 192.168.0.1, Client คือ 192.168.0.101 และในส่วนของเครื่องที่ทำการโจมตีเข้า ผู้วิจัยจะไม่ทำการตั้งค่า IP Address ให้เนื่องจากไม่มีความจำเป็น จากนั้นทำการตั้งค่า Wireless Security ให้กับ AP เป็น WEP, WPA และ WPA 2 ซึ่งในแต่ละรูปแบบผู้วิจัยได้กำหนดรหัสผ่านที่มีระดับความมั่นคง [10] ที่ต่างกัน โดยรหัสผ่านที่ใช้ทดสอบระบบความมั่นคง WEP นั้น ในอุปกรณ์ AP ของ Cisco ได้มีข้อกำหนดทางด้านความมั่นคงของอุปกรณ์ คือจะต้องตั้งรหัสผ่านเป็นเลขฐานสิบหกเท่านั้น เพื่อให้เกิดความแตกต่างของรหัสผ่าน ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสผ่านที่ 1, 2 อยู่ในระดับ

รหัสผ่านที่ง่ายที่สุด คือ กำหนดให้เป็นตัวอักษรหรือตัวเลขที่เรียงกันตามลำดับชั้น, รหัสผ่านที่ 3 – 6 เป็นรหัสผ่านที่มีตัวเลขและตัวอักษรสลับกัน และมีความยาวของรหัสผ่าน 40/64-bit สุดท้ายรหัสผ่านที่ 7 – 9 กำหนดให้มีความยาว 104/128-bit และความตัวอักษรสลับตัวเลข แต่การกำหนดรหัสผ่านของ WPA/WPA2 นั้น สามารถตั้งรหัสผ่านได้โดยไม่มีข้อกำหนดทางด้านความมั่นคง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรหัสผ่านดังต่อไปนี้ รหัสผ่านที่ 1, 2 ระดับความมั่นคงน้อย เพราะเป็นคำที่มีความหมาย หรือชื่อ, รหัสผ่านที่ 3 - 9 ระดับความมั่นคงปานกลาง เพราะมีตัวเลขสลับกับตัวอักษร มีความยาวมากกว่า 8 ตัวอักษร และมีช่องว่างอยู่ในคำ และรหัสผ่านที่ 10 ระดับความมั่นคงสูง เพราะมีตัวอักษรมากกว่า 8 ตัวอักษร ไม่เป็นคำที่มีความหมาย เป็นตัวเลขสลับตัวอักษร และไม่มีช่องว่างในคำ

4.3 วัดประสิทธิภาพระบบป้องกัน

4.3.1 การโจมตีด้วยการถอดรหัสรหัสผ่าน WEP/WPA/WPA2

ในระบบปฏิบัติการ Back Track หลักการที่นำมาใช้ในการโจมตีเพื่อถอดรหัสผ่านในแบบต่าง ๆ คือ จะทำการเปิดโหมดมอนิเตอร์เพื่อทำการเก็บข้อมูลแพ็กเก็ตที่วิ่งอยู่บนเครือข่ายไร้สาย โดยจะใช้คำสั่ง airbase-ng เพื่อทำให้ตัวมันเองเสมือนเป็น Client ตัวจริง แล้วทำการร้องขอเข้าใช้เครือข่ายไร้สาย จากนั้นก็ส่งแพ็กเก็ตปลอมออกไปเพื่อทำการ Handshake ข้อมูลกับ AP ซึ่งแพ็กเก็ตปลอมที่ถูกส่งออกไปนั้นจะเรียกว่า “ARP request” เมื่อทำการเก็บข้อมูลแพ็กเก็ตเพียงพอแล้ว จะทำการส่งข้อมูลนั้นไปยังเครื่องมือที่เรียกว่า “Aircrack” เพื่อทำการประมวลผลหารหัสผ่าน โดยแบบ WEP จะใช้อัลกอลิทึมที่ใช้ในการเข้ารหัสมาถอดรหัสในแบบย้อนกลับ แต่แบบ WPA/WPA2 ไม่สามารถถอดรหัสแบบย้อนกลับได้ จึงใช้การโจมตีแบบเทียบคำใน Dictionary attack แทน

4.3.2 โจมตีแบบ Man-in-the-Middle attack

การโจมตีในรูปแบบ Man-in-the-middle ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อดักจับรหัสผ่านจาก Client ซึ่งหลักการที่ Back Track ใช้คือ ทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ APในโหมด Bridge โดยใช้คำสั่ง Brctl เมื่อทำการเชื่อมต่อกับ AP ได้แล้ว ก็ใช้คำสั่งเพื่อสร้างให้ตัวมันเองทำหน้าที่เสมือน AP แล้วทำการปล่อยสัญญาณที่มีชื่อเครือข่ายไร้สายเดียวกันกับเครือข่ายไร้สายที่เหยื่อเชื่อมต่ออยู่ เมื่อเครื่องเหยื่อพยายามเชื่อมต่อเข้ามาในเครือข่ายไร้สายอีกครั้ง ก็จะเชื่อมต่อมายัง AP ปลอมที่สร้างขึ้น จากนั้นผู้โจมตีก็ทำหน้าที่แค่รอเหยื่อกรอกรหัสผ่านผ่านหน้าเว็บ และทำการดักจับรหัสผ่านที่ผ่านเข้ามาด้วยโปรแกรมที่เรียกว่า “Wireshark” ผู้โจมตีก็จะสามารถมองเห็นรหัสผ่านที่เครื่องเหยื่อกรอกเข้ามา

4.3.3 โจมตีแบบ De-Authentication DoS attack

การโจมตีแบบ De Authentication DoS เป็นการโจมตีเพื่อทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้ ณ ช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง ซึ่ง Back Track มีหลักการของการทำ De-Authentication DoS แบบ Flooding โดยการใช้คำสั่ง aireplay-ng ทำการ Broadcast De-authentication ออกไปยัง AP เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ทรัพยากรทางด้านเครือข่ายไร้สายเต็มจนไม่สามารถให้บริการได้

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการทดลองการโจมตีด้วยการถอดรหัสผ่านแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 1: ผลการโจมตีแบบ WEP

ครั้งที่	รูปแบบรหัสผ่านที่ใช้	เวลาที่ใช้ในการถอดรหัส (นาที)
1	123456789a	00.02
2	aaaaaaaaaa	00.38
3	6203E2B4E2	00.26
4	41228CDB3C	00.08
5	aaa123455a	00.02
6	66C7974123	00.40
7	aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa	02.13
8	0B649B5A82868817FEC9A6E7	02.51
9	C857D2F72C3ABFB1E8001B1737	01.30

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการถอดรหัสผ่านมีความแตกต่างทางด้านเวลา ซึ่งความยากง่ายของรหัสผ่านไม่มีข้อกำหนดตายตัวแน่นอนในเรื่องของเวลาในการถอดรหัสผ่าน เช่น รหัสผ่านที่ 2 และ 5 ซึ่งในรหัสผ่านที่ 2 นั้นเป็นรหัสผ่านที่มีตัวอักษรเรียงกัน แต่ในรหัสผ่านที่ 5 เป็นรหัสผ่านที่มีตัวเลขและตัวอักษรสลับกัน แต่ผลทางด้านเวลาของรหัสผ่านที่ 2 กลับมีค่ามากกว่า จึงไม่สามารถสรุปได้ว่ารหัสผ่านที่มีตัวอักษรเรียง

กัน หรือสลับกัน จะช่วยให้ชะลอในการถอดรหัสผ่านได้อย่างแน่นอน แต่สิ่งที่เห็นเด่นชัด คือ ทางด้านความยาวของรหัสผ่าน ตั้งแต่รหัสผ่านที่ 7 – 9 ผลทางด้านเวลา สามารถชะลอการถอดรหัสผ่านได้คิดหน่วยเป็นนาที ดังนั้นรหัสผ่านที่มีความยาวจึงสามารถชะลอการถอดรหัสผ่านได้มากที่สุดสำหรับการเข้ารหัสแบบ WEP

ตารางที่ 2: ผลการโจมตีแบบ WPA/WPA2

ครั้งที่	รูปแบบรหัสผ่านที่ใช้	เวลาที่ใช้ในการถอดรหัส (นาที)
1	Adoption	00.38
2	Andromacheque	00.38
3	46i13n355	00.24
4	1 KASEFF	00.05
5	1774123h0u53m4n	00.14
6	3x7124di413c741	00.20
7	0v312n312v0u5	00.02
8	3c7120m31ic	00.18
9	6203E2B4E2ae	ถอดไม่ได้
10	C857D2F72C3ABFB1E8001B1737	ถอดไม่ได้

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าความแตกต่างกันทางด้านเวลาในการถอดรหัสนั้น ขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการตั้งรหัสผ่าน โดยการโจมตีแบบ WPA/WPA2 นั้น จะนำตารางDictionary attack เข้ามาช่วยในการถอดรหัส ดังนั้นรหัสยิ่งยาว และไม่มีความหมายจะส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการโจมตี หรืออาจจะทำให้ไม่สามารถถอดรหัสผ่านได้เลย เนื่องจากรหัสผ่านที่ตั้งไม่มีคำที่อยู่ภายในตารางเรนโบว์ที่นำมาใช้

5.1.2 ระบบเครือข่ายไร้สายที่มี IDS และ Firewall

ผลการทดลองที่ได้นั้นไม่มีความแตกต่างจากระบบที่ยังไม่มีการป้องกัน เนื่องจากวิธีการที่ใช้ในการทำการทดลองเป็นการโจมตีระบบเครือข่ายแบบภายใน ซึ่งเป็นการโจมตีที่อยู่หลังการป้องกันของ Firewall ไปแล้ว ทำให้การป้องกันของ Firewall ใช้ไม่ได้ผลสำหรับการโจมตีในรูปแบบ WEP

หมายเหตุ การโจมตีภายนอก คือการโจมตีที่ทำการโจมตีผ่านหน้าเว็บขององค์กร เพื่อเข้ามาในองค์กร และการโจมตีภายนอก คือการที่ทำการโจมตีอยู่ภายในองค์ โจมตีผ่านสัญญาณไวร์เลสขององค์กร

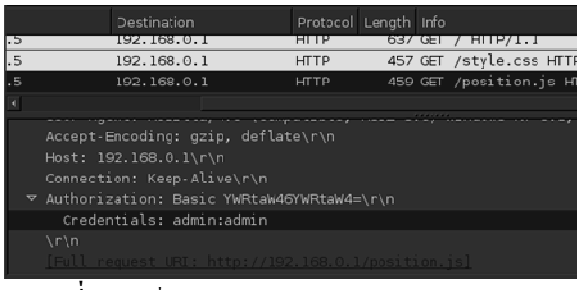
5.1.3 วิธีการป้องกันการโจมตีรหัสผ่าน

การป้องกันการถูกโจมตีแบบ WEP สามารถทำได้โดยการยกเลิกการใช้ WEP ในระบบเครือข่ายไร้สาย เนื่องจาก WEP เป็นโพรโทคอลด้านความมั่นคงที่ค่อนข้างเก่า และมีความมั่นคงต่ำมาก โดยทำการเปลี่ยนไปใช้เปลี่ยนไปใช้WPA หรือ WPA2 แทน [3],[11]

5.2 ผลการทดลองการโจมตีแบบ Man-in-the-middle

5.2.1 ระบบเครือข่ายไร้สายที่ไม่มีการป้องกัน

หลังจากทำการโจมตีตามขั้นตอนแล้ว ลองทำเชื่อมต่อไปยังเว็บเบราว์เซอร์ http://192.168.0.1 โดยใส่ยูสเซอร์เนมคือ admin และรหัสผ่านคือ admin ซึ่งสามารถดักจับยูสเซอร์เนมและรหัสผ่านได้จากโปรแกรม Wireshark (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2: ผลที่ดักจับได้จากเว็บเบราว์เซอร์ http://192.168.0.1

5.2.2 ผลการทดลองที่มีการป้องกันด้วย IDS และ Firewall ในระบบ

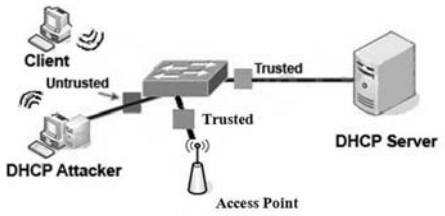
ผลลัพธ์ได้ออกมาไม่แตกต่างจากระบบที่ไม่มีการป้องกัน เนื่องการโจมตีแบบ Man-in-the-middle นั้นเป็นลักษณะการโจมตีแบบ Passive ซึ่ง IDS ทำการตรวจจับได้ยากมาก ทำให้ไม่มีการแจ้งเตือนเมื่อมีการโจมตี และในส่วนของ Firewall เมื่อ IDS ตรวจจับไม่ได้ Firewall ที่ทำหน้าที่เฉพาะในส่วนของการป้องกันจึงทำการป้องกันไม่ได้นั้นเอง

หมายเหตุ การโจมตีแบบ Passive เป็นการโจมตีในลักษณะการแอบฟังข้อมูลที่ AP และ Client คุยกัน แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลผล ส่วนการโจมตีแบบ Active เป็นการโจมตีแบบตรง ๆ โจมตีเพื่อให้ผู้ถูกโจมตีรู้ตัว เช่น การทำ De-Authentication DoS

5.2.3 วิธีการป้องกัน

สามารถป้องกันโดยการนำสวิตช์ (Switch) เข้ามาช่วยและทำการตั้งค่าให้ทำงานในโหมดของ DHCP Snooping เพราะเป็นฟังก์ชั่นบนสวิตช์ Cisco ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันการทำงานของ Rogue DHCP Server และสามารถใช้ร่วมกับฟังก์ชั่น Dynamic ARP Inspection เพื่อป้องกัน ARP

Spoof/Poision ซึ่งการตั้งค่านั้นจะต้องกำหนดที่สวิตช์ว่าจะให้พอร์ต (Port) ใดเป็น Trust และให้พอร์ตใดเป็น Untrust จากนั้นสวิตช์จะสร้าง DHCP Snooping Table ซึ่งเป็นตารางที่ใช้ตรวจสอบการจับคู่ที่ถูกต้องของ IP Address กับ MAC Address เพื่อตรวจสอบ DHCP OFFER ว่ามาจากพอร์ตที่เรากำหนดให้เป็น Trust หรือไม่ ถ้ามาจากพอร์ต Trust มันจะอนุญาตแพ็กเก็ตนั้น แต่หากมาจากพอร์ต Untrust มันจะทิ้งแพ็กเก็ตนั้นไป



ภาพที่ 3: ตัวอย่างโครงสร้างการทำ DHCP Snooping

5.3 ผลการทดลองการโจมตีแบบ De-Authentication DoS

ผลที่ได้หลังจากทำการโจมตี คือ AP ไม่สามารถให้บริการได้ และ Client ที่ทำการเชื่อมต่อกับ AP อยู่ในขณะนั้นหลุดจากการเชื่อมต่อและไม่สามารถเชื่อมต่อเข้าไปใหม่ได้ในช่วงเวลาที่ผู้โจมตียังทำการใช้คำสั่ง aireplay-ng เพื่อทำการบรอดคาสต์ (Broadcast) De-authentication อยู่

5.3.1 วิธีการป้องกัน

สามารถใช้เทคโนโลยี WPA2 [12][13] เข้ามาช่วยในการป้องกันการโจมตีได้ เนื่องจาก WPA2 เป็นโพรโทคอลที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11i ทั้งหมด ซึ่งในการทดลองผู้วิจัยได้ทดลองนำ WPA2 มาใช้ในระบบเครือข่ายไร้สาย และทำการโจมตีตามขั้นตอนอีกครั้ง ผลที่ได้คือ ระบบยังสามารถทำงานได้เป็นปกติ และ Client ที่ทำการเชื่อมต่ออยู่กับระบบก็สามารถเชื่อมต่อได้อย่างปกติ ดังนั้นการนำ WPA2 มาใช้จึงทำให้การโจมตีแบบ De-Authentication DoS ไม่มีผลต่อเครือข่ายไร้สาย

6 สรุป

การศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงหลักการและวิธีการในการโจมตีรวมไปถึงการป้องกันการโจมตีในรูปแบบของการถอดรหัสผ่าน การโจมตีแบบ Man-in-the-middle และ การโจมตีแบบ De-Authentication DoS ซึ่งผลการโจมตีในแบบการถอดรหัสผ่านนั้น การเข้ารหัสแบบ WEP แม้ผลที่ได้จะช่วยชะลอการโจมตี แต่หน่วยเวลาที่ช่วยในการชะลอการโจมตี มีหน่วยเวลาที่น้อยมาก ซึ่งเพิ่มความมั่นคงให้ระบบเครือข่ายไร้สายได้ไม่มากนัก จึงควรยกเลิกการใช้ WEP ในระบบเครือข่ายไร้สาย และในแบบ WPA/WPA2 แม้จะมีวิธีป้องกันได้ แต่ก็ไม่สามารถรับรองผลได้ 100 % ว่า รหัสที่ตั้งจะไม่ไปตรงกับคำที่อยู่ในตารางเรนโบว์ซึ่งได้มีการพัฒนาและอัพเดทคำที่ใช้ในการโจมตีอยู่เสมอ ส่วนการโจมตีแบบ Man-in-the-middle เราสามารถนำสวิตช์เข้ามาช่วยในการป้องกัน โดยตั้งค่าให้ทำงานในโหมด DHCP Snooping แต่การป้องกันในแบบนี้ไม่สามารถป้องกัน Man-in-the-middle ในลักษณะการโจมตีที่เครื่องผู้โจมตีต่อสายแลนเข้ากับ AP โดยตรง แต่จะป้องกันได้เฉพาะเมื่อผู้โจมตีทำการโจมตีผ่านสวิตช์เท่านั้น และในส่วนของ De-Authentication DoS อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ อย่างเช่น IDS, Firewall และสวิตช์ไม่สามารถป้องกันได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่ว่าจะมีหรือไม่มีอุปกรณ์เหล่านี้ก็ไม่สามารถป้องกัน De-Authentication DoS ได้ แต่สามารถป้องกันได้ด้วยการนำเทคโนโลยี WPA2 มาใช้ในระบบเครือข่ายไร้สาย

เอกสารอ้างอิง

[1] C. Tang and S. Yu, “Assessment of network security policy based on security capability.” *11th IEEE Singapore International Conference on Communication Systems.* (Nov. 2008) pp. 1204 - 1208.

[2] D. Boyle and T. Newe, “Securing Wireless Sensor Networks: Security Architectures.” *Journal of Networks, Vol 3, No 1 (2008)* pp. 65-77

[3] A. H. Lashkari, “A survey on wireless security protocols (WEP, WPA and WPA2/802.11i).” *2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology.* (Aug. 2009) pp. 48 - 52.

[4] B. Zhou, “Wireless Security Issues in Pervasive Computing.” *Fourth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC).* (Dec. 2010) pp.509 - 512.

[5] V. Ramachandran, “BackTrack 5 Wireless Penetration Testing.” Packt Publishing Ltd. (Sep. 2011) pp. 1 – 220.

[6] B. Khan,“Security Analysis of Firewall Rule Sets in Computer Networks.” *Fourth International Conference on Emerging Security Information Systems and Technologies (SECURWARE).* (July 2010) pp. 51 – 56.

[7] A. X. Liu, “Firewall Design and Analysis.” Singapore: World Scientific Publishing Co.PtelLtd., 2011.

[8] Z. Hu, "Design of Intrusion Detection System Based on a New Pattern Matching Algorithm." *International Conference on Computer Engineering and Technology, 2009. ICCET '09.* (Jan. 2009) pp. 545 – 548.

[9] http://www.kismetwireless.net/

[10] Microsoft, "Create strong passwords," *Safety & Security Center, 2013,* http://www.microsoft.com/security/online-privacy/passwords-create.aspx

[11] J. Li and M. Garuba "Encryption as an Effective Tool in Reducing Wireless LAN Vulnerabilities." *Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, 2008. ITNG 2008.* (Dec. 2010) pp. 509 – 512.

[12] P. Arana, "Benefits and Vulnerabilities of Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2)." *INFS 612 – Fall 2006.* pp.1 – 6.

[13] F. H. Katz, "WPA vs. WPA2: Is WPA2 Really an Improvement on WPA?." *4th Annual Computer Security Conference (CSC 2010),* (April 2010) pp. 1 – 4.

การแสดงและบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจบน Smart Phone
Electrocardiogram Monitoring and Recording Base on Smart Phone

คณศักดิ์ ลีลาวิไลลักษณ์ (Kanasak Leelawilailak)[1] และกอบชัย เดชหาญ (Kobchai Dejhan)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]rom_bass@hotmail.com, [2]kobchai@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบจัดเก็บและแสดงผลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจบน Smart phone เพื่อให้แพทย์ ที่อยู่ห่างไกลสามารถวินิจฉัยอาการของผู้ป่วยในขณะเวลาจริงและย้อนหลังได้ การทำงานของระบบเริ่มจากทำการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีด และอัตราการเต้น จากนั้นสัญญาณจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega8 และส่งเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลและส่งข้อมูลไปบันทึกยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายโดยใช้เครือข่าย TCP/IP ด้วยเทคโนโลยี GPRS หรือ 3G ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์หรือ Smart phone ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลเพื่อแสดงกราฟสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจและอัตราการเต้นโดยผ่านเครือข่าย TCP/IP ผลการทดลองพบว่าการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจและอัตราการเต้นเป็นไปอย่างถูกต้อง การบันทึกข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้พื้นที่หน่วยความจำ 12 kByte/min/Lead และการแสดงผลโดยใช้ Smart Phone และคอมพิวเตอร์ ด้วย โปรแกรม Web browser สามารถเลือกช่วงเวลาการแสดงสัญญาณได้

คำสำคัญ: สมาร์ทโฟน สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เครือข่าย3จี ไมโครคอนโทรเลอร์

Abstract

The research will develop a system for doctors to use online from any location to diagnose data and study illnesses from a distance. The system will use heart rate and ECG signals with will be converted from analog to digital signals using microcontroller ATmega8. The digital signals will be sent to microcomputer for storage, analysis and record to file sever by TCP/IP network with GPRS, and 3G technology. Then doctors can use the data (ECG graph and hart rate signal) from computer or smart phone. Our research we found ECG and heart rate signal were display correctly on smart phone and computer with web browser.

Keyword: Smart phone, ECG, 3G, Microcontroller

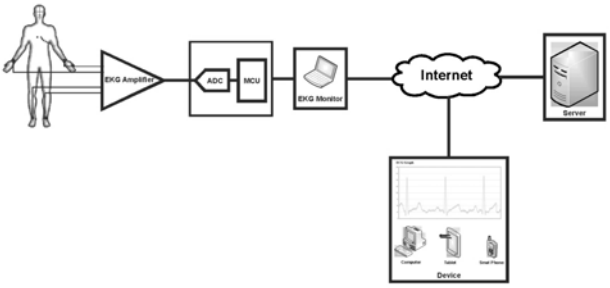
1. บทนำ

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นสัญญาณชีพที่มีความจำเป็นมากต่อการวินิจฉัยความผิดปกติของผู้ป่วย โดยทั่วไปการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยจะกระทำที่โรงพยาบาลและแพทย์จะทำการวินิจฉัยความผิดปกติ แต่ในบางกรณีการวินิจฉัยความผิดปกติของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจผู้ป่วยเป็นเวลานานและบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยลงในหน่วยความจำโดยเครื่อง Holter monitor [1], [2] โดยอาจจะทำการวัดสัญญาณที่โรงพยาบาลหรือที่พักของผู้ป่วยก็ได้ จากนั้นจะนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในหน่วยความจำไปให้แพทย์วินิจฉัยภายหลัง ทำให้การวินิจฉัยความผิดปกติของผู้ป่วยล่าช้าและอาจเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยได้ แต่เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีความเจริญและเข้ามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอระบบการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สามารถวัดและแสดงผล นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจไปบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และจัดทำเป็นฐานข้อมูล [3] โดยใช้เครือข่าย TCP/IP ด้วยเทคโนโลยี GPRS [4], [5] หรือ 3G ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์

หรือ Smart phone ที่มีใช้กันอย่างมากและแพร่หลายในปัจจุบัน ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันที โดยแสดงผลด้วยโปรแกรม web browser[6] นอกจากนี้ข้อมูลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ถูกบันทึกทั้งหมดสามารถทำให้แพทย์สามารถเลือกช่วงเวลาการแสดงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อีกด้วย ทำให้แพทย์สามารถวินิจฉัยความผิดปกติของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันท่วงที ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้ป่วย

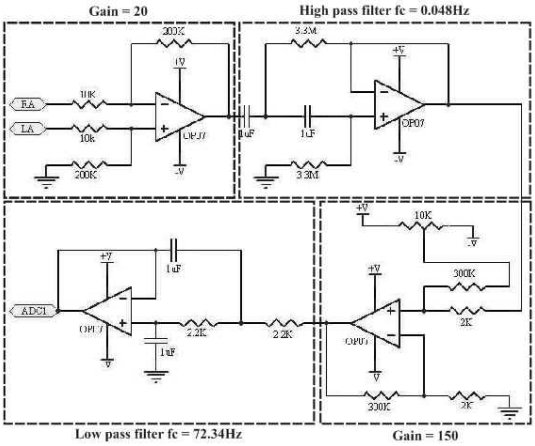
2. การออกแบบ

ระบบการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สามารถแสดงผล ส่งข้อมูล และบันทึกข้อมูลแสดงได้ดังภาพที่ 1

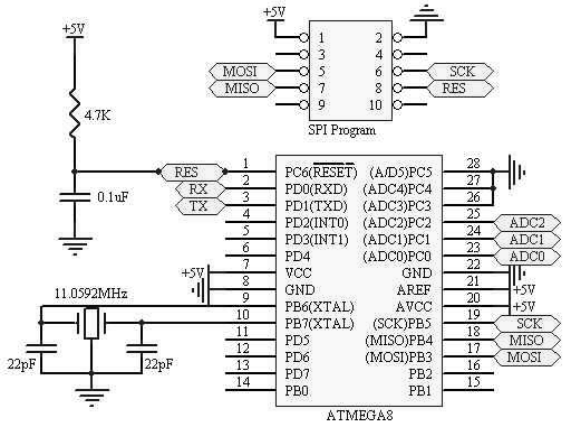


ภาพที่ 1: แผนผังการทำงานของระบบการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สามารถแสดงผล ส่งข้อมูล และบันทึกข้อมูล

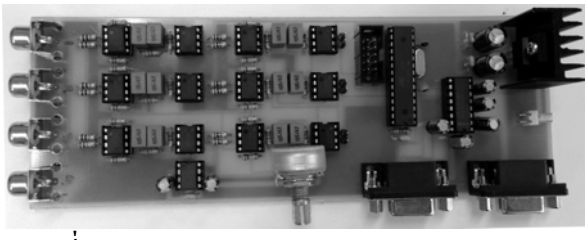
จากภาพที่ 1 สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะถูกขยายให้มีขนาดใหญ่โดยมีอัตราการขยายเท่ากับ 3,000 เท่าและกรองสัญญาณรบกวนด้วยตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) และตัวกรองสัญญาณความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) [7], [8] จากนั้นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยวงจร A/D ที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega8 และทำการกรองสัญญาณรบกวนจาก Power line ด้วยตัวกรองแบบ notch ด้วยเทคนิคการกรองสัญญาณแบบดิจิตอล [9] จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะจัดเรียงข้อมูลและส่งออกทางพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับ USB พอร์ตของ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊คและที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะเชื่อมต่อกับเครือข่าย TCP/IP ด้วยเทคโนโลยี GPRS หรือ 3G เพื่อบันทึกข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จากนั้นที่ปลายทางก็สามารถใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์หรือ Smart phone เข้าถึงข้อมูลเพื่ออ่านสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อไป รูปวงจรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจและไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงได้ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2: วงจรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 1 ลีด



ภาพที่ 3: วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 4: แผ่นวงจรขยายสัญญาณและวงจรไมโครคอนโทรเลอร์

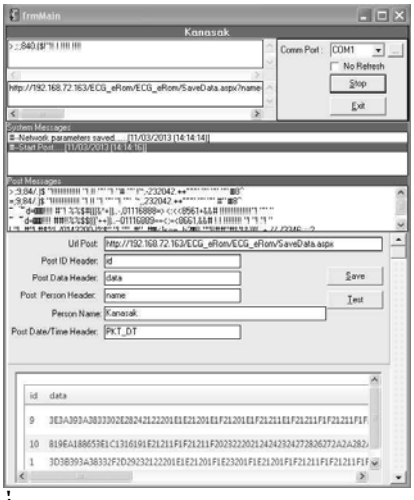
การจัดเรียงข้อมูลที่ใช้ส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแสดงดังภาพที่ 5 และการส่งข้อมูลสามารถแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 6 ตามลำดับ

STX	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	...	Byte100	ETX

ภาพที่ 5: จัดเรียงข้อมูลที่ใช้ส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อ STX: Start Byte of packet
Byte1 – Byte100: Data from A/D
ETX: End Byte of packet



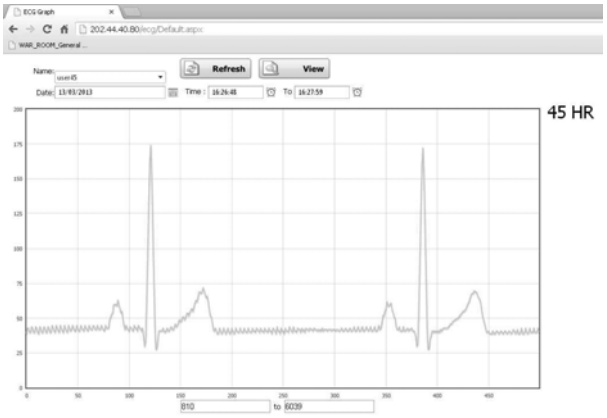
ภาพที่ 6: รายละเอียดการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

3. การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองได้ใช้เครื่องจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาตรฐานต่อเข้ากับระบบการวัดและส่งสัญญาณที่ได้นำเสนอสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 7 และในการทดลองได้กำหนดให้สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีอัตราการเต้น 45 60 90 และ120 bmp ภาพที่ 8(a) – 11(a) แสดงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีดในขณะทำการวัด และภาพที่ 8(b) – 11(b) แสดงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจลีด 2 บน iPad 2 ส่วนภาพที่ 12 แสดงการเลือกเวลาสำหรับการแสดงรูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ภาพที่ 7: การต่อเครื่องจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาตรฐานเข้ากับระบบการวัดและส่งสัญญาณ

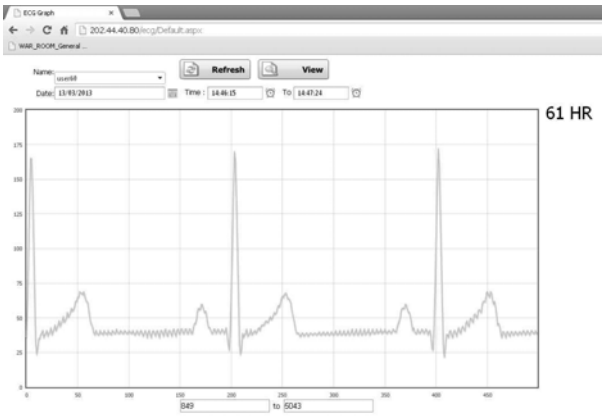
(a)



(b)

ภาพที่ 8: (a) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีด ที่มีอัตราการเต้น 45 bmp ในขณะทำการวัด (b) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจลีด 2 บน iPad 2

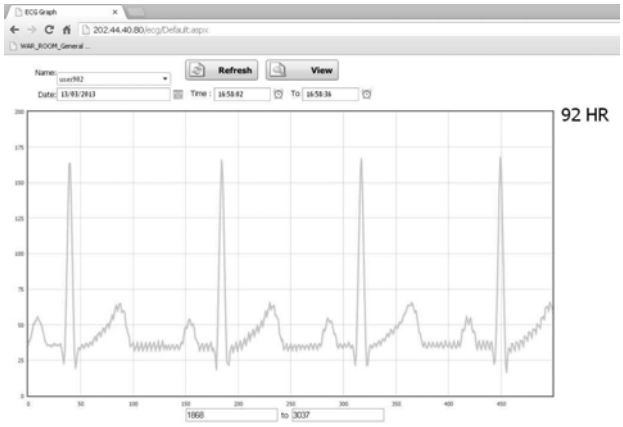
(a)



(b)

ภาพที่ 9: (a) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีด ที่มีอัตราการเต้น 60 bmp ในขณะทำการวัด (b) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจลีด 2 บน iPad 2

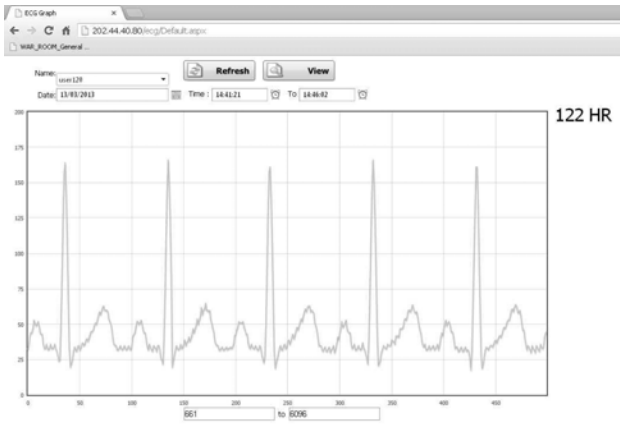
(a)



(b)

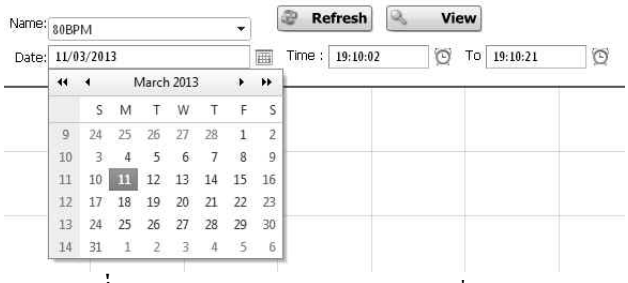
ภาพที่ 10: (a) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีด ที่มีอัตราการเต้น 90 bmp ในขณะทำการวัด (b) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจลีด 2 บน iPad 2

(a)



(b)

ภาพที่ 11: (a) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 ลีด ที่มีอัตราการเต้น 120 bmp ในขณะทำการวัด (b) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจลีด 2 บน iPad 2



ภาพที่ 11: การเลือกเวลาสำหรับการแสดงรูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ทำการวัดและบันทึกสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง และที่สำคัญในการแสดงผลที่ปลายทางหรือบน Smart phone สามารถเลือกช่วงเวลาการแสดงผลได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการเลือกข้อมูลสำหรับการวินิจฉัยความผิดปกติของผู้ป่วย และการแสดงผลบน Smart phone นั้น กราฟสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะมีความต่อเนื่องโดยไม่ขาดหายแต่อาจมีการสะดุดบ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของข้อมูลบนระบบเครือข่าย แต่ข้อมูลจะไม่มีการขาดหาย

เอกสารอ้างอิง

[1] Delgado and Edilson, “Recognition of cardiac arrhythmias by means of beat clustering on ECG-holter records,” *IEEE Trans. on Computers in Cardiology*, pp. 161-164, 2007.

[2] Jin and Hailong, “Design of Holter ECG System Based on MSP430 and USB Technology,” *IEEE transactions on Bioinformatics and Biomedical Engineering*, pp. 976-979, 2007.

[3] Magrabi and Farah, “Database replication and synchronization for longitudinal monitoring of ECG,” *IEEE Trans. on Engineering in Medicine and Biology*, Vol. 2, 1999.

[4] Kai and Liang, “A system of portable ECG monitoring based on Bluetooth mobile phone,” *IEEE Trans. on IT in Medicine and Education*, Vol. 2, pp. 309-312, 2011.

[5] Zhang and Kaiyu, “Design of remote ECG monitoring system based on GPRS,” *IEEE Trans. on Computer Science and Network Technology*, Vol. 1, pp. 319-322, 2011.

[6] Islam and Md Kafiul, “Embedded programmable web-based ECG monitoring & detection system using a fast

algorithm," *IEEE transactions on Bioinformatics and Biomedical Technology*, pp. 156-159, 2010.

[7] ประจวบ ยุงสันเทียะ พยุง เดชอยู่ และ วัชรพงศ์ หินจิตร์, "การวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่" *การประชุมวิชาการประจำปี วิศวกรรมชีวการแพทย์แห่งชาติ* ครั้งที่ 4 2548 กรุงเทพฯ ประเทศไทย หน้า107 – 115.

[8] จาลอง แสนคา, "ระบบตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับแพทย์ทางไกล (Personal Computer Electrocardiogram (ECG) Monitoring System for Telemedicine)" *วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 2548 หน้า5 - 11.

[9] C.Sorawat D.Kobchai and Y.Surapan, "Design of IIR Notch Filter for Removal of Baseline wander and Power Line Interference from ECG Signal," *ICCAS2005*.

กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมของจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทางสำหรับเครือข่ายเมชไร้สาย

Performance Improvement Mechanism for Routing-based Dynamic Channel Assignment Algorithm for Wireless Mesh Networks

พนา จันทิวาสน์ (Pana Jantivas)[1] และศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ (Sakchai Thipchaksurat)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การจัดสรรช่องสัญญาณและการค้นหาเส้นทางเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในเครือข่ายเมชไร้สาย กระบวนการทั้งสองสามารถทำงานร่วมกันได้ เช่นในงานวิจัย การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทางที่เรียกว่า (R-CA) จากการพิจารณาการทำงานของ R-CA เราพบว่าประสิทธิภาพของ R-CA สามารถปรับปรุงให้สูงขึ้นได้โดยการลดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ต ดังนั้นงานวิจัยที่เราเสนอ กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง เราเรียกวิธีการที่นำเสนอว่า PIM-R-CA เราประเมินประสิทธิภาพของ PIM-R-CA โดยเปรียบเทียบกับวิธีการ R-CA ด้วยการจำลองการทำงานและผลการจำลองการทำงานได้แสดงให้เห็นว่า PIM-R-CA สามารถลดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ตได้ดีกว่าวิธีการของ R-CA และส่งผลให้อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จและทรูพุทของ PIM-R-CA สูงกว่าของ R-CA

คำสำคัญ: เครือข่ายเมชไร้สาย การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต การค้นหาเส้นทาง

Abstract

The channel assignment and routing algorithms are the essential processes in wireless mesh networks. The both algorithms can work together such as in the research entitled "Routing-based dynamic channel assignment algorithm in wireless mesh networks (R-CA) ". As we have considered R-CA algorithm; we found that the performance of R-CA can improved by reducing delay and loss of packets. In this research, we propose "Performance improvement mechanism for routing-based dynamic channel assignment algorithm". Called PIM-R-CA. We evaluate the performances of PIM-R-CA comparing with those of R-CA algorithm using simulation. The simulation results show that PIM-R-CA can reduce delay and loss of packets better than those of R-CA. The packet delivery ratio and throughput provided by PIM-R-CA are also higher than those of R-CA.

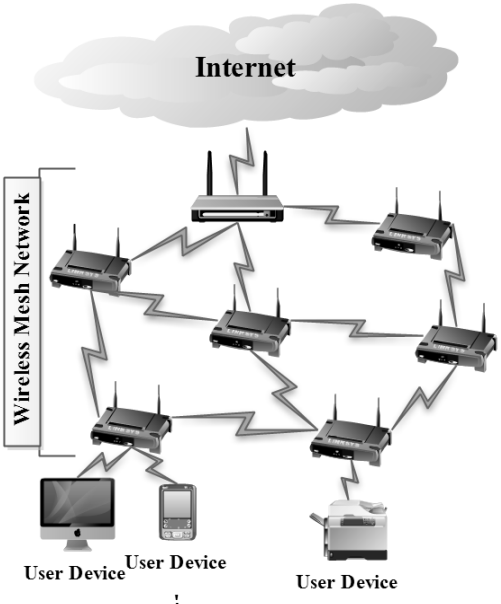
Keyword: Wireless Mesh Network, Dynamic Channel Assignment, Routing Algorithm

1. บทนำ

ระบบการสื่อสารไร้สายในปัจจุบันถูกแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ การสื่อสารฮอพเดียว (Single-hop Communications) เป็นการสื่อสารถึงกันผ่านทางเสาสัญญาณตัวกลางเพียงตัวเดียว ทำให้เกิดข้อจำกัด เช่น จำนวนช่องสัญญาณของเสาสัญญาณตัวกลางที่ไม่เพียงพอในการให้บริการเมื่อมีผู้ใช้บริการจำนวนมาก เป็นต้น จึงได้เกิดแนวคิดของการสื่อสารแบบหลายฮอพ (Multi-hop Communications) การสื่อสารแบบนี้ส่วนมากอยู่ภายใต้มาตรฐานของไอสามอี 802.11 แบบมัลติฮอพ เช่น เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เครือข่ายเมชไร้สาย และเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค เป็นต้น เครือข่ายเมชไร้สายเป็นเครือข่ายไร้สายที่นิยมนำมาใช้งานและมีการศึกษากันหลากหลายเพราะเครือข่ายไร้สายแบบเมชนั้นโหนดสามารถเชื่อมต่อกับโหนดอื่นๆ ได้หลายโหนด ทำให้โหนดในเครือข่ายแต่ละโหนดสามารถเชื่อมต่อได้มากกว่าหนึ่งเส้นทางทำให้การรับส่งข้อมูล

มีประสิทธิภาพมาก ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของเครือข่ายเมชไร้สายประกอบด้วย เมชเราเตอร์ไร้สาย และ อุปกรณ์ของผู้ใช้งาน เมชเราเตอร์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกับเมชเราเตอร์อื่นได้มากกว่าหนึ่งโหนดและมีเมชเราเตอร์หนึ่งที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ของผู้ใช้จะเชื่อมต่อกับเมชเราเตอร์ เครือข่ายเมชไร้สายเดิมมีช่องสัญญาณในการให้บริการเพียงช่องสัญญาณเดียว เมื่อมีผู้ใช้งานหนาแน่นขึ้น จะทำให้เกิดดีเลย์ในการรับส่งข้อมูล จึงเริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับเครือข่ายเมชไร้สายที่มีหลายช่องสัญญาณ [1] [2] ทำให้โหนดที่อยู่ในเครือข่ายมีช่องทางในการรับส่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งช่องทาง

ถึงแม้ว่าโหนดต่างๆ ในเครือข่ายมีช่องทางการเชื่อมต่อได้หลายช่องทางแล้วก็ยังทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับโหนดต่างๆ ที่ต้องการเชื่อมต่อกับเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ จึงเกิดการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับโหนดต่างๆ ในเครือข่ายเกิดขึ้น



ภาพที่ 1: เครือข่ายเมชไร้สาย

การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (R-CA) [3] เป็นวิธีหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสัญญาณในเครือข่ายเมชไร้สายโดยยึดหลักของการค้นหาเส้นทางจากต้นทางไปยังปลายทางแบบ Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) และจัดสรรช่องสัญญาณให้กับโหนดไปพร้อมกัน โหนดที่ต้องการส่งข้อมูลจะเป็นผู้ร้องขอช่องทางที่ต้องการใช้โดยส่งไปพร้อมกับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง ทำให้เมื่อร้องขอเส้นทางไปที่โหนดเดิมหลายครั้ง เกิดการสร้างเส้นทางไปยังโหนดเดียวกันโดยใช้ช่องสัญญาณไม่ซ้ำกัน ด้วยเหตุนี้เมื่อเครือข่ายมีการรับส่งข้อมูลมากขึ้นอาจจะทำให้เกิดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ตเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้เราสนใจในการปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (R-CA) เพื่อลดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ต เราเสนอกลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมของจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง เรียกว่า PIM-R-CA โดยให้ผู้ที่ต้องการส่งข้อมูลส่งสถานะช่องสัญญาณของตัวเองทั้งหมดไปในแพ็คเก็ตร้องขอการสร้างเส้นทาง เพื่อให้ผู้รับตรวจสอบและเลือกช่องสัญญาณที่ถูกต้องเหมาะสมให้

งานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 อธิบายถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 อธิบายถึงวิธีการที่เราได้นำเสนอในงานวิจัยนี้เรียกว่า PIM-R-CA ส่วนที่ 4 แสดงถึงการจำลองการทำงานและผลการจำลองการทำงาน ส่วนที่ 5 บทสรุปของงานวิจัยนี้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาของการจัดสรรช่องสัญญาณโดยทั่วไปมีการศึกษากันในระบบเครือข่ายเคลื่อนที่แอดฮอค ภายใต้พื้นฐานของการศึกษานี้จึงมีการนำเสนอ ทฤษฎีและวิธีการ

M. Kodialam และคณะ [4] ได้เปรียบเทียบการหลีกเลี่ยงการชนกันของข้อมูล 3 รูปแบบ คือ การหลีกเลี่ยงการชนกันแบบหลัก การหลีกเลี่ยงการชนกันที่ผู้รับ และ การหลีกเลี่ยงการชนกันทั้งผู้ส่งและผู้รับ การรบกวนในงานวิจัยมีค่าการรบกวนช่องสัญญาณค่อนข้างสูง เมื่อโหนดใดรับส่งข้อมูลโหนดอื่นที่อยู่ใกล้เคียงจะไม่สามารถ รับหรือส่งข้อมูลได้ A. Raniwala และคณะ [5] นำรายละเอียดของโครงสร้างระบบเครือข่ายและปัญหาของการจัดสรรช่องสัญญาณในระบบเครือข่ายไปใช้ในวิธีการ NP difficult multiple subset problem สำหรับ M.K. Marina และคณะ [6] นำเสนอวิธีการ Connected Low Interference Channel Assignment (CLICA) แก้ปัญหาการจัดสรรช่องสัญญาณด้วยวิธี Coloring Problem โดยสร้างค่าน้ำหนักของกราฟให้สอดคล้องกับรูปแบบของโพรโทคอล และใช้กราฟแสดงสถานะของช่องสัญญาณ ทำให้สามารถลดค่าการรบกวนช่องสัญญาณได้ A.P. Subramanian และคณะ

[7] ได้เสนอวิธีแก้ปัญหาการจัดสรรช่องสัญญาณเพื่อลดค่าของการรบกวนช่องสัญญาณสูงสุดเมื่อจำนวนของความถี่มีจำนวนจำกัด โดยใช้เทคนิคการค้นหาของ Tabu ในการกำหนดสีของโหนดในกราฟความขัดแย้ง แต่วิธีการนี้จะใช้ได้ดีในเครือข่ายแบบคงที่ A. Raniwala และคณะ [8] เสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณโดยใช้ Greedy algorithm โดยให้ความสนใจเส้นทางส่งข้อมูลที่เกิดเหตุขัดข้องเมื่อโหนดเปลี่ยนช่องสัญญาณ วิธีการนี้ต้องใช้งานโหนดทุกๆโหนด เพื่อคำนวณหาค่าของการรบกวน K. Ramachandran และคณะ [9] นำเสนอวิธีโครงสร้างของ Hyacinth โดยคำนึงถึงความเสถียรของระบบเครือข่ายเมชและความสมดุลของการสร้างเส้นทาง

W.F. Sun และคณะ [3] เสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเมชไร้สาย (R-CA)โดยสร้างตารางข้อมูลขึ้นมาในแต่ละโหนดเรียกว่าตารางข้อมูลช่องสัญญาณ (Channel Information) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลช่องสัญญาณที่คาดว่าจะได้ใช้งาน (Cpre) ใช้กำหนดช่องสัญญาณที่โหนดต้องการใช้งาน ข้อมูลช่องสัญญาณที่ไม่สามารถใช้งานได้ (Ccur) ใช้ตรวจสอบว่าช่องสัญญาณช่องใดบ้างที่ไม่สามารถใช้งานได้ในขณะนั้นและข้อมูลเวลาที่แต่ละโหนดใช้ในการรับส่งข้อมูล (Tpre) เป็นข้อมูลของเวลาที่โหนดใช้ในการรับส่งข้อมูลอยู่ในขณะนั้น วิธีการแบบ R-CA สามารถแบ่งการทำงานออกเป็นสองวิธี คือ วิธีการแบบกระจาย และ วิธีการจัดการการตอบสนอง

วิธีการ R-CA เมื่อโหนดใดต้องการส่งข้อมูลไปยังปลายทางจะสร้างแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง (RREQ) โดยเพิ่มข้อมูลช่องสัญญาณที่คาดว่าจะได้ใช้งาน และเวลาที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าไป เมื่อโหนดข้างเคียงได้รับแพ็คเก็ตร้องของเส้นทางจะเริ่มทำงานวิธีการแบบการกระจาย โดยนำข้อมูลของช่องทางที่คาดว่าจะได้ใช้งานที่มากับแพ็คเก็ตมาตรวจสอบกับข้อมูลในตารางข้อมูลช่องสัญญาณที่ถูกใช้งานอยู่ของตัวเอง ถ้าไม่มีการใช้งาน (สถานะว่าง) จะจัดสรรช่องสัญญาณนั้นให้ แต่ถ้ากำลังถูกใช้งานอยู่ (สถานะไม่ว่าง) จะใช้วิธีการจัดการการตอบสนองมาช่วยตัดสินใจ โดยนำค่าของเวลาที่โหนดร้องขอส่งมาในแพ็คเก็ตมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ตัวเองใช้รับส่งข้อมูลอยู่ ถ้าเวลาที่โหนดร้องขอมามากกว่าเวลาที่ตัวเองกำลังใช้งานอยู่ ก็แจ้งกลับไปให้รอช่องสัญญาณว่าง แต่ถ้าไม่ใช่ จะแจ้งกลับให้สร้างเส้นทางผ่านไปยังโหนดอื่น

จากการพิจารณาและจำลองการทำงานพบว่าวิธีการ R-CA เกิดปัญหาของการซ้ำซ้อนกันของช่องทางที่กำหนดให้กับโหนดร้องขอที่เป็นโหนดเดียวกันเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ตในการส่งข้อมูลสูง ส่งผลให้ค่าอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จในเครือข่ายลดลงและทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตข้อมูลในเครือข่ายสูงมากขึ้น

3. งานวิจัยที่นำเสนอ

วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (R-CA) เมื่อมีการร้องขอเส้นทางจากโหนดเดียวกันหลายๆ ครั้ง โหนดที่รับคำร้องขอเส้นทางจะจัดสรรช่องสัญญาณให้กับโหนดเดียวกันเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ทำให้การส่งข้อมูลไปโหนดเดียวกันที่ปลายทางต่างกันใช้ช่องสัญญาณต่างกัน ทำให้มีโหนดที่ต้องรอช่องสัญญาณในคิวมาก เมื่อมีการส่งข้อมูลปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้เกิดดีเลย์และแพ็คเก็ตสูญหายระหว่างการส่งเป็นจำนวนมาก ทำให้อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จในเครือข่ายมีค่าลดลง จากการพิจารณาการทำงานของ R-CA เราพบว่าประสิทธิภาพของ R-CA ยังสามารถปรับปรุงให้สูงขึ้นได้โดยการลดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ต ดังนั้นเราจึงเสนองานวิจัย กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง เราเรียกวิธีการที่เรานำเสนอว่า PIM-R-CA การทำงานของ PIM-R-CA สามารถอธิบายได้ดังนี้

การทำงานเริ่มจากกระบวนการค้นหาเส้นทางซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โพรโทคอล Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) ที่มีการปรับปรุงให้สามารถทำงานแบบหลายการเชื่อมต่อหลายช่องสัญญาณได้

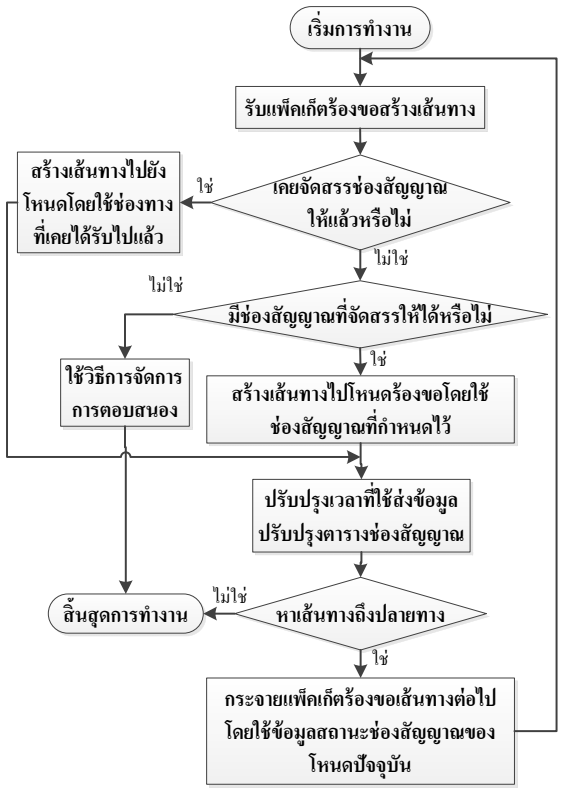
ตารางที่ 1: ตารางข้อมูลช่องสัญญาณ

ข้อมูลสถานะช่องสัญญาณของโหนด	Ccur
ข้อมูลเวลาที่โหนดใช้รับส่งข้อมูลในขณะนั้น	Tpre

เราได้เพิ่มข้อมูลของสถานะช่องสัญญาณและข้อมูลเวลาที่ต้องการใช้ส่งข้อมูลจากตารางข้อมูลช่องสัญญาณของโหนดที่

ส่งคำร้องไปในแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางซึ่งขั้นตอนการทำงานสามารถแสดงเป็นผังงานในภาพที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

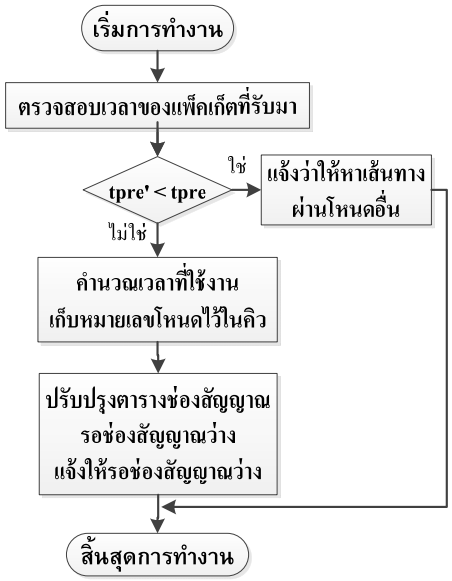
จากภาพที่ 2 เมื่อโหนดใกล้เคียงได้รับคำร้องขอเส้นทาง โหนดที่รับการร้องขอจะตรวจสอบว่าโหนดที่ส่งแพ็คเก็ตมาเคย



ภาพที่ 2: การทำงานของโหนดที่รับการร้องขอ

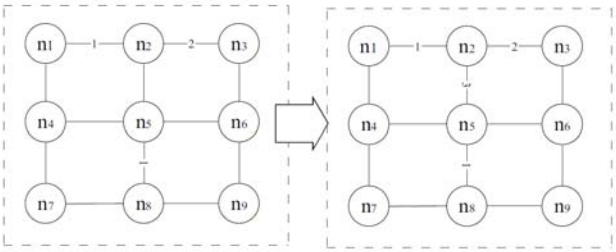
จัดสรรช่องสัญญาณให้หรือไม่ ถ้าใช่โหนดที่รับการร้องขอจะคำนวณเวลาที่โหนดนั้นต้องการใช้งานและสร้างเส้นทางไปยังโหนดนั้นโดยใช้ช่องสัญญาณเดิมที่โหนดนั้นเคยได้รับและปรับปรุงตารางข้อมูลช่องสัญญาณ แต่ถ้าไม่ใช่จะตรวจสอบสถานะช่องสัญญาณของโหนดที่รับมากับสถานะช่องสัญญาณของตัวเองในตารางข้อมูลช่องสัญญาณ ถ้ามีช่องสัญญาณที่พร้อมใช้งานตรงกันจะสร้างเส้นทางไปยังโหนดที่ส่งคำร้องมาโดยใช้ช่องสัญญาณนั้น โหนดที่รับการร้องขอจะคำนวนเวลาที่ต้องใช้ในการส่งข้อมูลและปรับปรุงตารางข้อมูลช่องสัญญาณ โหนดที่รับการร้องขอจะตรวจสอบว่าถ้าเป็นปลายทางของการร้องขอแล้วก็จะส่งแพ็คเก็ตตอบกลับไป แต่ถ้าไม่ใช่จะแก้ไขสถานะช่องสัญญาณในแพ็คเก็ตให้เป็นสถานะช่องสัญญาณของตนเองและกระจายแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางต่อไป ถ้าไม่มีช่องสัญญาณพร้อมใช้งานตรงกันจะเรียกใช้วิธีการจัดการการตอบสนอง

จากภาพที่ 3 วิธีจัดการการตอบสนองเมื่อไม่มีช่องสัญญาณที่สามารถจัดสรรให้โหนดที่ส่งคำร้องขอมา เราจะนำเวลาที่โหนดร้องขอใช้ส่งข้อมูลในแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง (tpre') เปรียบเทียบกับเวลาที่โหนดนั้นใช้รับส่งข้อมูล (tpre) ถ้า tpre' น้อยกว่า tpre จะแจ้งกลับไปยังโหนดร้องขอว่าไม่พร้อมให้บริการให้สร้างเส้น



ภาพที่ 3: การทำงานของวิธีจัดการการตอบสนอง

ทางผ่านโหนดอื่น แต่ถ้าไม่ใช่ จะคำนวนเวลาที่โหนดที่ส่งการร้องขอต้องการใช้งานและเก็บที่อยู่ของโหนดไว้ในคิวเพื่อรอช่องสัญญาณว่างเมื่อมีการคืนช่องสัญญาณจากโหนดอื่นที่ใช้งานอยู่ ทำการปรับปรุงตารางข้อมูลช่องสัญญาณของตนเองและแจ้งกลับไปยังโหนดที่ส่งคำร้องขอเส้นทางให้รอช่องสัญญาณว่าง



ภาพที่ 4: การทำงานของ PIM-R-CA

ภาพที่ 4 แสดงวิธีการทำงานของวิธีการ PIM-R-CA ในภาพที่ 4 ทางด้านซ้าย n1 กับ n2 ใช้ช่องสัญญาณ 1 ในการสื่อสาร n2 กับ n3 ใช้ช่องสัญญาณ 2 และ n8 กับ n5 ใช้ช่องสัญญาณ 1 เมื่อโหนด 5 ต้องการติดต่อกับโหนด 2 โหนด 5 จะส่งแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังโหนด 2 โดยเพิ่มสถานะช่องสัญญาณของตนเองไปในแพ็คเก็ต เมื่อโหนด 2 ได้รับแพ็คเก็ตจึงตรวจสอบสถานะช่องสัญญาณของตนเองในตารางข้อมูลช่องสัญญาณพบว่าช่องสัญญาณ 1 และ 2 ไม่พร้อมใช้งานจึงนำช่องสัญญาณ 3 ที่พร้อมใช้งานมา

ตรวจสอบกับสถานะช่องสัญญาณของโหนด 5 พบว่าช่องสัญญาณ 3 ของโหนด 5 พร้อมใช้งานเช่นเดียวกัน ดังนั้น จึงจัดสรรช่องสัญญาณ 3 ให้กับโหนด 5 ทำการปรับปรุงตารางช่องสัญญาณของตนเอง และ ตอบกลับไปยังโหนด 5 ว่าสามารถใช้ช่องสัญญาณ 3 ในการสื่อสารได้ดังภาพที่ 4 ทางด้านขวา

4. การจำลองการทำงาน

การจำลองการทำงานเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของ PIM-R-CA โดยเปรียบเทียบกับวิธีการ R-CA โปรแกรม NS (Network Simulation) เวอร์ชั่น 2.35 มีการติดตั้งส่วนเสริม Multi Interface Multi Channel (MIMC) [10] ที่ได้ปรับปรุงโพรโทคอล Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) ชั้นของ MAC และส่วนอื่นๆ ในโปรแกรม NS2 เพื่อให้สามารถจำลองแบบหลายช่องสัญญาณได้ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของเครือข่ายที่เราประเมินประกอบด้วย ดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง การสูญหายของแพ็คเก็ต อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จในเครือข่าย และทรูพุท

4.1 พารามิเตอร์ของการจำลองการทำงาน

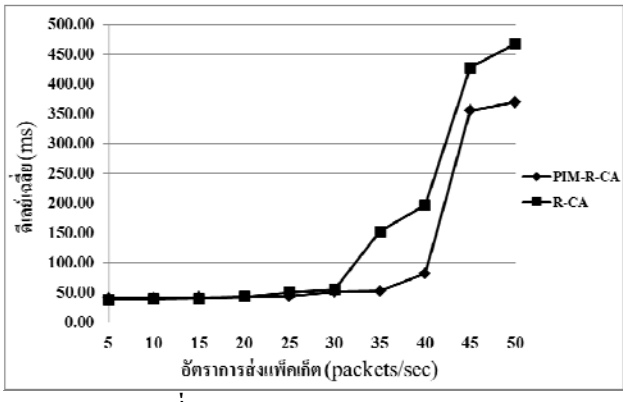
ในการจำลองการทำงานเราได้กำหนดค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ การส่งข้อมูลเป็นแบบ Constant Bit Rate (CBR) ขนาดของแพ็คเก็ต 512 ไบต์ เวลาในการจำลอง 100 วินาที จำนวนช่องสัญญาณของแต่ละโหนด 4 จำนวนโหนดในเครือข่าย 30 โหนด แต่ละโหนดไม่มีการเคลื่อนที่ มีคิวที่ใช้เก็บโหนดที่รอใช้งานช่องสัญญาณ 10 และมีพารามิเตอร์อื่นๆ จะแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด
โปรแกรมที่ใช้ในการจำลอง	NS-2.35
พื้นที่ที่ใช้ในการจำลอง	1200 * 1200
เวลาในการจำลอง	100 วินาที
จำนวนช่องสัญญาณ	4
จำนวนโหนด	30
ระยะห่างระหว่างโหนด	100 เมตร
ระยะทางที่โหนดส่งข้อมูลได้	120 เมตร
ระยะที่จะเกิดการรบกวนช่องสัญญาณ	250 เมตร
ขนาดของแพ็คเก็ต	512 ไบต์

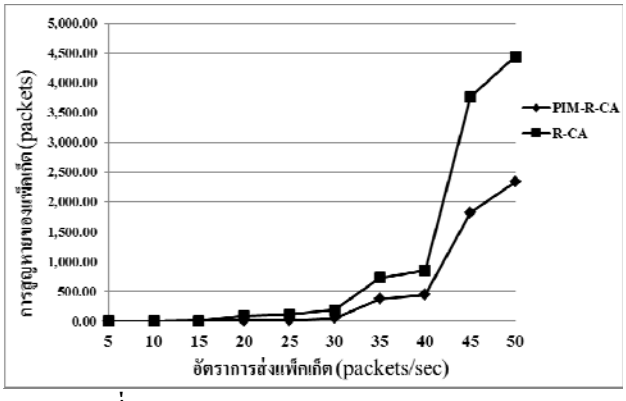
4.2 ผลการจำลองการทำงาน

จากการจำลองเราได้วัดประสิทธิภาพของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (R-CA) และ กลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (PIM-R-CA) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองวิธีการดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นผลการจำลองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5 ถึง 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 5: ดีเลย์เฉลียกับอัตราการส่งแพ็คเก็ต

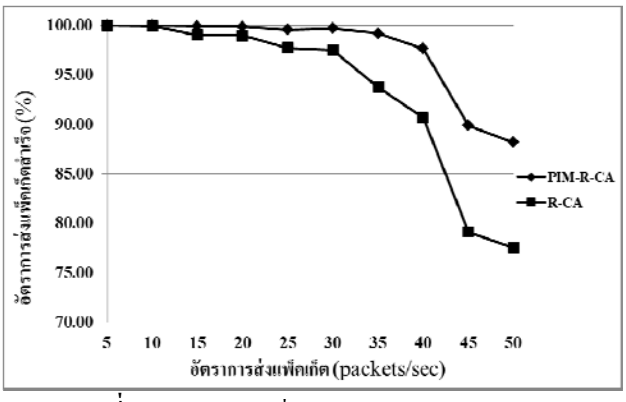
ดีเลย์ของการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่ายนั้นถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ส่งผลกับการทำงานของเครือข่าย ทั้งการสูญหายของแพ็คเก็ตในเครือข่ายซึ่งทำให้อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จในเครือข่ายลดลงและยังทำให้ทรูพุทโดยรวมของระบบเครือข่ายมีค่าน้อยลงตามไปด้วย จากภาพที่ 5 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของดีเลย์ในการส่งข้อมูลในเครือข่ายที่เราได้จำลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการ PIM-R-CA ให้ค่าของดีเลย์น้อยลงกว่าวิธีการ R-CA อย่างชัดเจนเมื่ออัตราการส่งแพ็คเก็ตมีค่ามากกว่า 35 แพ็คเก็ตต่อวินาที



ภาพที่ 6: การสูญหายของแพ็คเก็ตกับอัตราการส่งแพ็คเก็ต

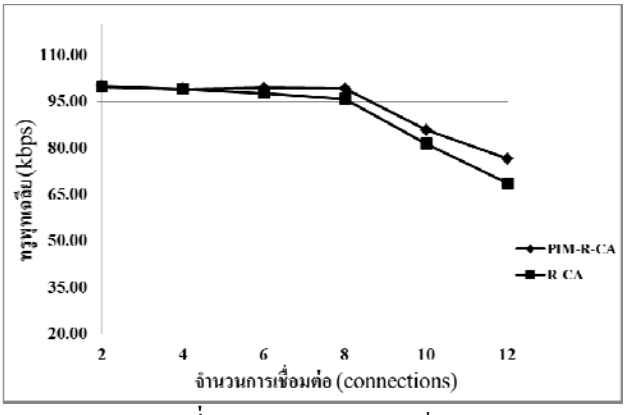
ภาพที่ 6 แสดงการสูญหายของแพ็คเก็ตกับอัตราการส่งแพ็คเก็ต จะเห็นได้ว่าวิธีการ PIM-R-CA ให้อัตราการสูญหาย

ของแพ็คเก็ตที่ต่ำกว่าวิธีการ R-CA ภาพที่ 7 แสดงอัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จกับอัตราการส่งแพ็คเก็ต จากภาพจะเห็นว่าวิธีการ PIM-R-CA ให้ค่าอัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จที่สูงกว่าวิธีการ R-CA ทั้งนี้เนื่องจากการสูญหายของแพ็คเก็ตที่ต่ำกว่าของวิธี PIM-R-CA เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ R-CA ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 7: อัตราแพ็คเก็ตที่ส่งสำเร็จกับอัตราการส่งแพ็คเก็ต

ทรูพุทกับอัตราการเชื่อมต่อแสดงในภาพที่ 8 เราจะเห็นว่าวิธีการ PIM-R-CA ให้ค่า ทรูพุทที่สูงกว่าวิธีการ R-CA เมื่ออัตราการเชื่อมต่อมีค่าตั้งแต่ 5 อัตราการเชื่อมต่อขึ้นไป



ภาพที่ 8: ทรูพุทกับจำนวนการเชื่อมต่อ

5. สรุป

งานวิจัยนี้เราเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเมชไร้สาย (R-CA) วิธีการที่เรานำเสนอเรียกว่ากลไกการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับอัลกอริทึมการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยกระบวนการค้นหาเส้นทาง (PIM-R-CA) วิธีการของ R-CA ใช้การร้องขอช่องสัญญาณโดยต้นทางจะระบุช่องสัญญาณที่ตนเองต้องการไปพร้อมกับแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเพื่อนบ้าน ซึ่งอาจก่อให้เกิดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ตสูงขึ้นเมื่อปริมาณข้อมูลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลง จากปัญหาดังกล่าวเราเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยกลไกการพิจารณาสถานะการใช้งานช่องสัญญาณของโหนดร้องขอเปรียบเทียบกับสถานะการใช้งานช่องสัญญาณในแต่ละโหนดเพื่อพิจารณาช่องสัญญาณที่เหมาะสมผ่านทางแพ็คเก็ตร้องขอเส้นทาง จากการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า PIM-R-CA สามารถลดดีเลย์และการสูญหายของแพ็คเก็ตได้มากกว่าวิธีการของ R-CA ส่งผลให้อัตราการส่งแพ็คเก็ตสำเร็จและทรูพุทเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกับวิธีการของ R-CA

เอกสารอ้างอิง

[1] T.C. Chiueh, and A. Raniwala, “Architecture and algorithms for an IEEE 802.11-based multi-channel wireless mesh network,” *IEEE Computer and Communications Societies*, Vol. 3, pp. 2223–2234, March, 2005.

[2] B. Wang, “NS2 Notebook: Multi-channel Multi-interface Simulation in NS2 (2.29),” http://www.cse.msu.edu/~wangbo1/ns2/nshowto8.html.

[3] W.F.. Sun, R. Cong, F. Xia, X. Chen, and Z. Qin, “R-CA: A Routing-based Dynamic Channel Assignment Algorithm in Wireless Mesh Networks,” *Autonomic & Trusted Computing* , pp. 228 - 232, Oct, 2010.

[4] M. Kodialam, and T. Nandagopai, “The effect of interference on the capacity of multi-hop wireless networks,” *Information Theory*, pp. 470, June, 2004.

[5] A. Raniwala, K. Gopalan, and T. Chiueh, “Centralized channel assignment and routing algorithms for multichannel wireless mesh networks,” *ACM SIGMOBILE*, Vol.8, pp. 50-65, April, 2004.

[6] M.K. Marina, and S.R. Das, “A topology control approach for utilizing multiple channels in multi-radio wireless mesh networks,” *BroadNets*, Vol.1, pp. 381 – 390, 2005.

[7] A.P. Subramanian, H. Gupta, S.R. Das, and J. Cao, “Minimum interference channel assignment in multiradio wireless mesh networks,” *IEEE Trans. Mobile Computing*, Vol.7, pp. 1459 - 1473, Dec, 2008.

[8] A. Raniwala, and T. Chiueh, “Architecture and algorithms for an IEEE 802.11-based multi-channel wireless mesh network,” *IEEE Trans. INFOCOM*, Vol.3, pp. 2223-2234, March, 2005.

[9] K. Ramachandran, K. Almeroth, and M. Buddhikot, "Interference aware channel assignment in multi-radio wireless mesh networks," *IEEE Trans. INFOCOM*, pp. 1-12, April, 2006.

[10] R.A. Calvo, and J.P. Campo, "Adding Multiple Interface Support in NS-2," January, 2007.

กลไกการปรับปรุงรายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสมโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานสำหรับการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเฟมโตเซลล์ในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์

Neighbor Cell List Optimization Improvement Mechanism Considering Mobility Direction of User Equipment for Femtocell-to-Femtocell Handover in Femtocellular Networks

มนัสวี สมเพชร (Manassawee Sompetch)[1] และศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ (Sakchai Thipchaksurat)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]s5611511@kmitl.ac.th, [2]ktsakcha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

แฮนด์โอเวอร์เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์ และเพื่อลดความล้มเหลวของการแฮนด์โอเวอร์ จึงจำเป็นต้องสร้างรายการเซลล์ข้างเคียงเพื่อใช้ในการแฮนด์โอเวอร์ การสร้างรายการเซลล์ข้างเคียง อุปกรณ์ผู้ใช้งานจะพิจารณาจากระดับสัญญาณที่ได้รับจากเซลล์ที่อยู่โดยรอบ ทำให้รายการเซลล์ข้างเคียงมีขนาดใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากอัลกอริทึมที่ผ่านมาไม่ได้มีการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน ในงานวิจัยนี้เราเสนอแนวทางเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ "วิธีการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม (เอ็นซีแอลโอ) [4]" ด้วยการเสนอกลไกพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้ในวิธีเอ็นซีแอลโอ วิธีการที่เรานำเสนอเรียกว่า "วิธีการปรับปรุงการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม (ไอเอ็นซีแอลโอ)" เพื่อลดจำนวนของเซลล์ข้างเคียงรวมทั้งเซลล์ที่ถูกซ่อนอยู่ด้วย ให้เหลือเฉพาะเซลล์ข้างเคียงที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานเท่านั้น เราทำการประเมินวิธีการที่เรานำเสนอด้วยซอฟต์แวร์แอลทีอี-ซิม จากผลการจำลองการทำงาน วิธีการที่เรานำเสนอสามารถที่จะลดจำนวนรายการเซลล์ข้างเคียงได้เมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิมและวิธีการเอ็นซีแอลโอ

คำสำคัญ: เฟมโตเซลล์ รายการเซลล์ข้างเคียง แฮนด์โอเวอร์ ทิศทางการเคลื่อนที่

Abstract

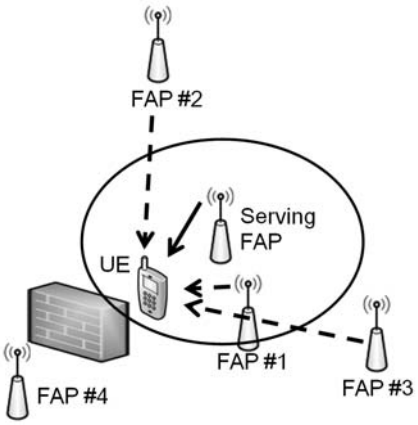
Handover is one of a major processes in femtocellular networks. The user equipment (UE) needs to create the neighbor cell list to reduce the failure of handover by considering received signal level from neighboring cells to create a neighbor cell list. By using this method, the neighbor cell list is large. To reduce the size of neighbor cell list, we consider that the direction of UE may be taken into account. In this paper, we present a mechanism for improving the performance of the neighbor cell list optimization (NCLO) scheme [4] by introducing the direction of user equipment consideration mechanism into NCLO scheme. Our proposed scheme is called improved neighbor cell list optimization (INCLO) scheme. INCLO scheme can reduce the number of neighbor cell list including the hidden cell. We evaluate the proposed scheme by a software LTE-Sim [5]. The simulation results show that the our scheme (INCLO) can reduce the neighboring cell in the neighbor cell list compared with those of the traditional scheme and NCLO scheme.

Keyword: Femtocell, Neighbor Cell List, Handover, Movement Direction

1. บทนำ

ยุคสมัยของโลกโลกาภิวัตน์ในปัจจุบันมีความต้องการส่งผ่านข้อมูลข่าวสารเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก เทคโนโลยีทางโทรศัพท์เคลื่อนที่กำลังเปลี่ยนผ่านจากยุคที่ 3 (3G) ไปยังยุคที่ 4 (4G) และเพื่อวัตถุประสงค์ให้ผู้ใช้ทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่พัฒนามากขึ้นจากที่เคยส่งได้เฉพาะข้อมูลเสียง มาเป็นการส่งข้อมูลทั้งภาพและเสียงแบบเรียลไทม์ หนึ่งในเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นที่นิยมกันมากและได้รับการสนับสนุนจากหลายๆ ประเทศ คือ แอลทีอี (Long Term Evolution: LTE) แต่แอลทีอีนั้นใช้งานอยู่บนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเดิมทำให้การใช้งานเกิดปัญหา เช่น การอับสัญญาณในอาคาร ใช้ความเร็วได้ไม่เต็มที่เนื่องจากต้องแย่งกันใช้ช่องสัญญาณกับผู้ใช้รายอื่นในพื้นที่เดียวกัน เป็นต้น ทำให้เกิดแนวคิดของการติดตั้งสถานีฐานขนาดเล็กเพิ่มเติมไปยังพื้นที่คับคั่งหรือพื้นที่ที่มีความต้องการการใช้งานข้อมูลความเร็วสูงอย่างมีเสถียรภาพ เราเรียกสถานีฐานขนาดเล็กนี้ว่า “เฟมโตเซลล์”

เฟมโตเซลล์ [1] [2] คือ สถานีฐานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีขนาดเล็ก กำลังส่งต่ำ ใช้ความถี่เดียวกับเครือข่ายเซลลูลาร์รองรับผู้ใช้งานได้ไม่มาก และราคาถูก มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มพื้นที่การใช้งานแอลทีอีที่ให้อัตราการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงในราคาที่คุ้มค่า เฟมโตเซลล์สามารถนำไปติดตั้งภายในอาคาร ผู้ใช้งานที่ต้องการใช้การรับส่งข้อมูลความเร็วสูงสามารถซื้อไปติดตั้งเองที่บ้านได้เนื่องจากมีขนาดเล็ก ตั้งค่าไม่ยุ่งยากปกติจะมีการตั้งค่ามาจากผู้ให้บริการแล้ว



ภาพที่ 1: สถานการณ์เซลล์ที่ถูกซ่อนในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์

และมีราคาถูก เฟมโตเซลล์จะถูกเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการโทรศัพท์โดยผ่านอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (xDSL)

เนื่องจากเฟมโตเซลล์เป็นเทคโนโลยีที่เกิดมาจากความต้องการแก้ปัญหา ไม่ได้มีการวางแผนมาตั้งแต่แรก ทั้งยังมีคุณลักษณะต่างๆ ต่างจากมาโครเซลล์ เมื่อมีการนำมาใช้ร่วมกับเครือข่ายเซลลูลาร์เดิมทำให้เกิดปัญหาหลายประการ [2] ปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่ง คือปัญหาการแฮนด์โอเวอร์

การแฮนด์โอเวอร์เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายเซลล์ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน (User Equipment: UE) จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งเพื่อให้การติดต่อสื่อสารสามารถดำเนินต่อไปได้ การแฮนด์โอเวอร์จะเกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์ผู้ใช้งานพบว่าระดับสัญญาณของช่องสัญญาณที่กำลังใช้งานอยู่ในเซลล์ปัจจุบันนั้นมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกต่อไป อุปกรณ์ผู้ใช้งานจึงจำเป็นต้องขอย้ายช่องสัญญาณจากเซลล์ปัจจุบันไปขอใช้งานช่องสัญญาณของเซลล์ข้างเคียงอื่นที่มีระดับสัญญาณที่ดีกว่าเซลล์ปัจจุบัน

ในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์มีการแฮนด์โอเวอร์ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ การแฮนด์โอเวอร์จากเฟมโตเซลล์ไปยังมาโครเซลล์ มาโครเซลล์ไปยังเฟมโตเซลล์ และระหว่างเฟมโตเซลล์ด้วยกันเอง

สำหรับการแฮนด์โอเวอร์ 2 กรณีหลังคือ การแฮนด์โอเวอร์ที่ปลายทางคือเฟมโตเซลล์ เมื่ออุปกรณ์ผู้ใช้งานพบว่าระดับสัญญาณที่ได้รับต่ำกว่าค่าที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์ผู้ใช้งานจะตรวจสอบสัญญาณที่ได้รับจากเฟมโตเซลล์ข้างเคียงทั้งหลายและนำเฟมโตเซลล์เหล่านั้นใส่ลงในรายการเซลล์ข้างเคียงเพื่อใช้รายการเซลล์ข้างเคียงนี้ในการแฮนด์โอเวอร์ต่อไป

วิธีดั้งเดิมในการสร้างรายการเซลล์ข้างเคียงนั้น อุปกรณ์ผู้ใช้งานจะพิจารณาเฉพาะระดับสัญญาณที่ได้รับ ทำให้รายการเซลล์ข้างเคียงเก็บเซลล์จำนวนมาก และอาจเกิดปัญหาเซลล์ที่ถูกซ่อนได้ ปัญหาเซลล์ที่ถูกซ่อนคือกรณีเมื่อเซลล์ข้างเคียงนั้นอยู่ใกล้อุปกรณ์ผู้ใช้งานมากๆ แต่อุปกรณ์ผู้ใช้งานไม่สามารถได้รับสัญญาณจากเซลล์นั้นได้ โดยมีสาเหตุจากมีบางสิ่งบางอย่างกั้นอยู่ เช่น กำแพง ภาพที่ 1 แสดงสถานการณ์เซลล์ที่ถูกซ่อนในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์ อุปกรณ์ผู้ใช้งานสามารถรับสัญญาณจากเฟมโตเซลล์แอสเซสพอยท์ (Femtocell

Access Point: FAP) ที่อยู่ข้างเคียงทุกตัว ยกเว้น FAP #4 เนื่องจากมีกำแพงกั้นอยู่

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาของเซลล์ที่ถูกซ่อน M. Z. Chowdhury และสมาชิกจึงได้เสนองานวิจัย Neighbor Cell List Optimization [4] โดยเพิ่มเติมการพิจารณา ความถี่ และระยะห่างของเฟมโตเซลล์ในการสร้างรายการเซลล์ข้างเคียง แต่ก็ยังมีปัญหาอยู่เพราะวิธีการนี้พิจารณาเซลล์ข้างเคียงทุกทิศทุกทางเพื่อสร้างรายการเซลล์ข้างเคียง ซึ่งบางเซลล์อาจจะไม่ได้อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน

จากการพิจารณาเราพบว่าถ้านำทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานมาพิจารณาร่วมด้วยอาจจะทำให้ขนาดของรายการเซลล์ข้างเคียงสามารถลดลงได้อีก และอาจทำให้ดีเลย์และความล้มเหลวของการแฮนด์โอเวอร์ลดลงได้ และสิ่งนี้คือแรงบันดาลใจของเราในการนำเสนองานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้เราจึงเสนอกลไกการปรับปรุงรายการเซลล์ข้างเคียงโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานสำหรับการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเฟมโตเซลล์ในเครือข่ายเฟมโตเซลล์ลูลาร์

งานวิจัยนี้ เราจัดลำดับหัวข้อในการนำเสนอ ดังต่อไป นี้ หัวข้อที่ 2 เราอธิบายถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 วิธีการที่เรานำเสนอ หัวข้อที่ 4 การจำลองการทำงาน และสรุปงานวิจัยในหัวข้อที่ 5

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การแฮนด์โอเวอร์ที่มีปลายทางไปยังเฟมโตเซลล์ อุปกรณ์ผู้ใช้งานต้องสร้างรายการเซลล์ข้างเคียงเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกเซลล์ที่เหมาะสมที่สุดในการแฮนด์โอเวอร์ วิธีดั้งเดิมในการสร้างรายการเซลล์ข้างเคียงจะพิจารณาเฉพาะระดับสัญญาณที่ได้รับ ทำให้เกิดปัญหามีเซลล์จำนวนมากในรายการเซลล์ข้างเคียง แต่อาจมีบางเซลล์ข้างเคียงที่อาจจะอยู่ใกล้กับเซลล์อ้างอิงที่ไม่ได้ถูกคัดเลือกให้อยู่ในรายการเซลล์ข้างเคียง เนื่องจากอาจจะถูกบดบังด้วยสิ่งกีดขวางระหว่างเซลล์ข้างเคียงนี้กับเซลล์อ้างอิง ทำให้เซลล์อ้างอิงได้รับระดับสัญญาณที่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด เราเรียกเซลล์เหล่านี้ว่า "เซลล์ที่ถูกซ่อน (Hidden Cell)" และจากปัญหาเซลล์ที่ถูกซ่อน M. Z. Chowdhury และสมาชิกได้นำเสนองานวิจัยเพื่อหาเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม (Neighbor Cell List Optimization: NCLO) [4] เพื่อแก้ปัญหานี้ โดยพิจารณาความถี่และระยะห่างของเฟมโตเซลล์เพิ่มเติม นอกเหนือจากระดับสัญญาณที่ได้รับในการสร้างรายการเซลล์ข้างเคียง ในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 เราอธิบายรายละเอียดของทั้ง 2 วิธีการข้างต้น

2.1 วิธีดั้งเดิม

เฟมโตเซลล์แอสเซสพอยท์ (FAP) ที่ถูกจัดให้อยู่ในรายการเซลล์ข้างเคียง โดยพิจารณาเฉพาะระดับสัญญาณที่รับได้ แสดงได้ดังเซต A:

$$A = \{ \cdots FAP\ \#i(\ RSSI_i\ ), \cdots : 1 \le i,\ RSSI_i \ge S_{T0}\ \} \quad (1)$$

โดยที่ $FAP\ \#i(RSSI_i)$ แสดงถึง FAP ข้างเคียงตัวที่ i ที่มีระดับสัญญาณที่ได้รับ (Received Signal Strength Indication: RSSI) จากอุปกรณ์ผู้ใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับค่า S_{T0} ซึ่ง S_{T0} คือระดับสัญญาณที่ได้รับต่ำสุดที่อุปกรณ์ผู้ใช้งานรับได้

2.2 วิธีการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม

วิธีการหารายการเซลล์ข้ามเคียงที่เหมาะสม (Neighbor Cell List Optimization) หรือเรียกว่าเอ็นซีแอลโอ จะพิจารณาระดับสัญญาณที่ได้รับ ความถี่ของ FAP ที่ให้บริการ และระยะห่างของ FAP กับอุปกรณ์ผู้ใช้งานในการสร้างรายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม โดยพิจารณาค่า S_{T1} ซึ่งเป็นค่าระดับสัญญาณที่ได้รับที่สูงขึ้นกว่าค่า S_{T0} เพื่อเลือก FAP ที่มีสัญญาณคุณภาพดีขึ้น รายการเซลล์ข้างเคียงที่พิจารณาระดับสัญญาณที่ได้รับค่า S_{T1} แสดงได้ดังเซต B:

$$B = \{ \cdots FAP\ \#j(\ RSSI_j\ ), \cdots : 1 \le j,\ RSSI_j \ge S_{T1}\ \} \quad (2)$$

ในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์ FAP ที่อยู่ใกล้กัน มีรัศมีครอบคลุมที่ซ้อนทับกันจะไม่ใช้ความถี่เดียวกัน [3] ดังนั้นวิธีการเอ็นซีแอลโอจึงไม่พิจารณา FAP ที่มีความถี่ซ้ำกับ FAP ที่ให้บริการในรายการเซลล์ข้างเคียง ดังนั้น FAP ที่อยู่ในกลุ่มนี้แสดงดังเซต C:

$$C = \{ \cdots FAP\ \#k(\ f_k\ ), \cdots : C \in B,\ f_s \cup f_k \ne f_s\ \} \quad (3)$$

โดยที่ $FAP\ \#k(f_k)$ แสดงถึง FAP ข้างเคียงเซลล์ที่ k ซึ่งใช้ความถี่ f_k ในขณะที่ f_s คือความถี่ของ FAP ที่ให้บริการ

ในขั้นตอนนี้จะใช้ข้อมูลระยะห่างเพื่อรวม FAP ที่ถูกซ่อนเข้ามาในรายการเซลล์ข้างเคียง โดยเลือก FAP ตัวที่มีระดับสัญญาณที่ได้รับน้อยกว่าค่า S_{T1} เนื่องจากอาจมีกำแพงกั้นอยู่ และเซลล์ที่มีความถี่ซ้ำกับ FAP ที่ให้บริการ ทั้งนี้ต้องมี

ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ผู้ใช้งานและข้างเคียงตัวนั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระยะทางที่สั้นที่สุดที่กำหนดไว้ FAP เหล่านี้จะถูกรวมเข้าไว้ในกลุ่มซึ่งแสดงได้ด้วยเซต D:

$$D = \{ \cdots FAP\ \#m(RSSI_m, f_m, d), \cdots : (RSSI_m < S_{T1}\ or\ f_s \cup f_m = f_s)\ and\ d \le \Gamma \} \quad (4)$$

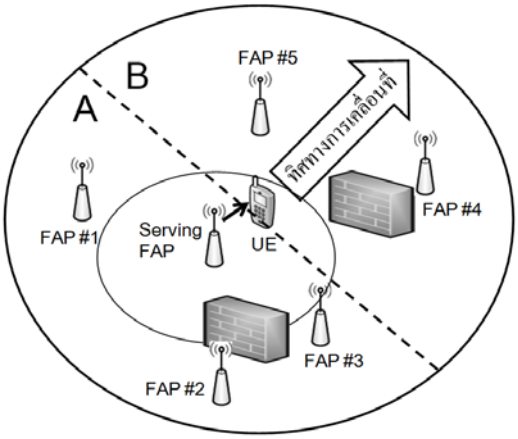
โดยที่ d คือระยะทางระหว่างอุปกรณ์ผู้ใช้งานและ FAP ข้างเคียงเซลล์ที่ m ซึ่งใช้ความถี่ f_m และ Γ คือค่าระยะทางที่สั้นที่สุดที่กำหนดไว้ (Distance Threshold)

หลักจากพิจารณาระดับสัญญาณที่ได้รับ ความถี่ และระยะห่าง FAP ที่ถูกรวมอยู่ในรายการเซลล์ข้างเคียงในขั้นตอนสุดท้ายสามารถแสดงได้ดังเซต E:

$$E = (B \wedge C) \cup D \quad (5)$$

3. วิธีการที่นำเสนอ

จากที่วิธีการเอ็นซีแอลโอสามารถลดจำนวนเซลล์ในรายการเซลล์ข้างเคียงและสามารถรวมเซลล์ที่ถูกซ่อนเข้าไปในรายการเซลล์ข้างเคียงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม แต่จากการพิจารณาเราพบว่าขั้นตอนต่างๆ ของวิธีการเอ็นซีแอลโอนี้พิจารณาเซลล์ข้างเคียงรอบๆ อุปกรณ์ผู้ใช้งานในทุกทิศทุกทาง ทำให้อาจมีบางเซลล์และบางเซลล์ที่ถูกซ่อนที่ไม่อยู่ในทิศทางเคลื่อนที่ได้ถูกรวมเข้าไปด้วย ดังนั้นหากสามารถลดเซลล์เหล่านี้ลงได้อาจทำให้รายการเซลล์ข้างเคียงสามารถลดขนาดลงอีกได้เราเรียกวิธีการที่เรานำเสนอว่า “วิธีการปรับปรุงการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม: ไอเอ็นซีแอลโอ (Improved Neighbor Cell List Optimization Scheme: INCLO)”



ภาพที่ 2: ตัวอย่างวิธีการคัดเลือกเซลล์ที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างวิธีการคัดเลือกเซลล์ที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน ในวงกลมทั้งส่วน A และส่วน B คือพื้นที่ที่เซลล์ที่อยู่ในพื้นที่นี้สามารถอยู่ในรายการเซลล์ข้างเคียงตามวิธีการเอ็นซีแอลโอ เราทำการปรับปรุงโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่เข้าไปด้วย โดยเลือกเฉพาะเซลล์ที่อยู่ในส่วน B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เซลล์อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน ดังนั้นจะมีเซลล์ที่เหลืออยู่ภายในรายการเซลล์ข้างเคียงเพียง FAP #4 และ FAP #5 เท่านั้น

ในวิธีการที่เรานำเสนอ (ไอเอ็นซีแอลโอ) กลไกการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน แสดงได้ดังเซต F:

$$F = \{ \cdots FAP\ \#p(direction_p), \cdots : F \in E, UE(direction) - 90^\circ \le direction_p \le UE(direction) + 90^\circ \} \quad (6)$$

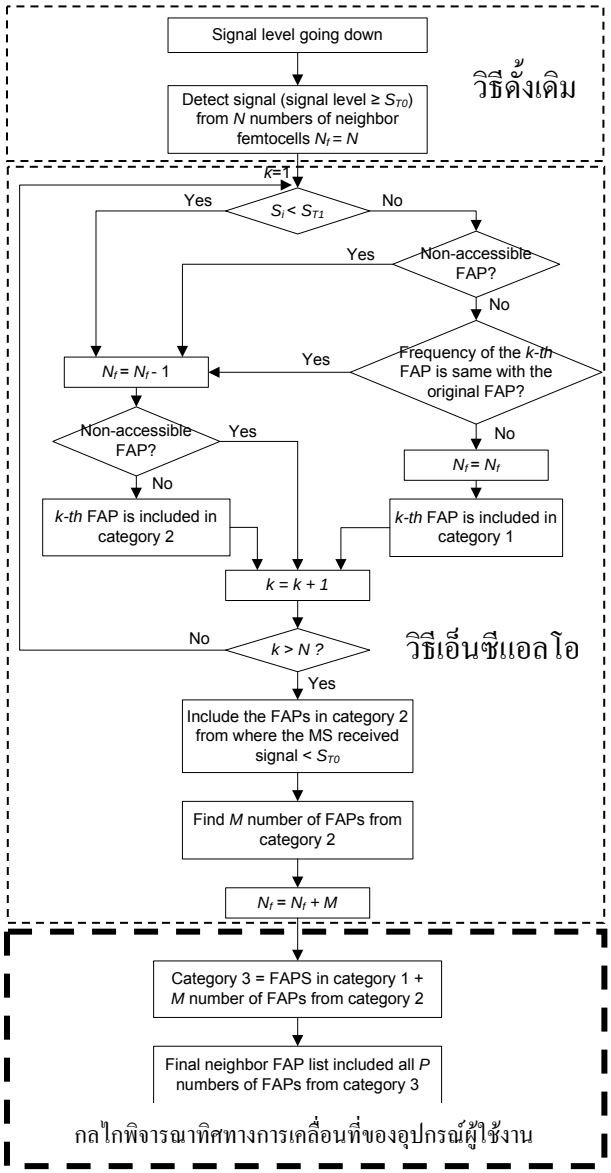
โดยที่ $FAP\ \#p(direction_p)$ คือ FAP ข้างเคียงที่มาจากกระบวนการของวิธีการเอ็นซีแอลโอของเซลล์ที่ p ที่ตั้งอยู่ในมุมของทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน ($UE(direction)$) ซึ่งสามารถเบนไปทางซ้าย 90° และทางขวา 90° กล่าวคือภายในส่วน B ของภาพที่ 2 นั่นเอง

เราสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของการปรับปรุงรายการเซลล์ข้างเคียงเพื่อโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานสำหรับการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเฟมโตเซลล์ในเครือข่ายเฟมโตเซลลูลาร์ เพิ่มเติมจากวิธีดั้งเดิมและวิธีเอ็นซีแอลโอ ดังแสดงในภาพที่ 3

4. การจำลองการทำงาน

4.1 พารามิเตอร์ของการจำลองการทำงาน

เราวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอโดยใช้ผลลัพธ์จากซอฟต์แวร์จำลองแอลทีอี-ซิม [5] เราสมมติให้อุปกรณ์ผู้ใช้งานทุกตัวได้ติดตั้งจีพีเอส (GPS) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เรากำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองการทำงานดังแสดงในตารางที่ 1 เราสุ่มตำแหน่งเพื่อติดตั้งทั้งเฟมโตเซลล์และเฟมโตเซลล์ที่อยู่ในสถานะถูกซ่อน เฟมโตเซลล์แต่ละตัวสุ่มช่องสัญญาณที่ใช้งานและพิจารณาการเข้าถึงทั้งแบบเปิดและแบบปิด (Open and Close Access) โดยการสุ่มเช่นกัน เรากำหนดตำแหน่งเฟมโตเซลล์อ้างอิงที่ให้บริการไว้ที่ศูนย์กลาง



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการทำงานของวิธีไอเอ็นซีแอลโอที่เรานำเสนอ

ของพื้นที่การจำลองการทำงานและวางอุปกรณ์ผู้ใช้งานอ้างอิงไว้ที่ขอบพื้นที่ครอบคลุมของเฟมโตเซลล์นั้น เราวัดประสิทธิภาพของวิธีดั้งเดิม วิธีเอ็นซีแอลโอ และวิธีไอเอ็นซีแอลโอ ในรูปของจำนวนเซลล์ จำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อน และร้อยละของเซลล์ที่ถูกซ่อนที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานกับเซลล์ที่ถูกซ่อนทั้งหมดในรายการเซลล์ข้างเคียง

4.2 ผลการจำลองการทำงาน

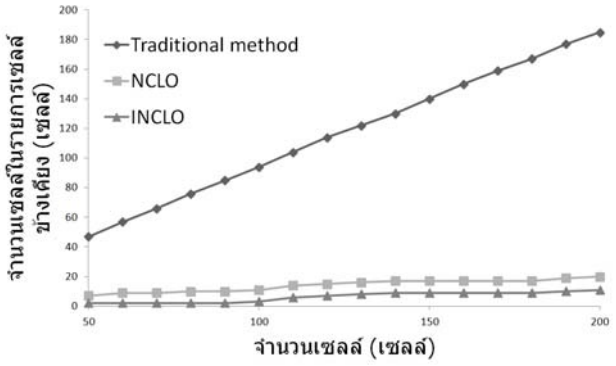
จากภาพที่ 4 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในรายการเซลล์ข้างเคียง พบว่าเมื่อมีจำนวนเซลล์ในการจำลองเพิ่มมากขึ้นทำให้จำนวนเซลล์ในรายการเซลล์ข้างเคียงเพิ่มขึ้นเช่นกันจำนวนเซลล์ในรายการเซลล์ข้างเคียงที่สร้างจากวิธีดั้ง

ตารางที่ 1: พารามิเตอร์ของการจำลอง

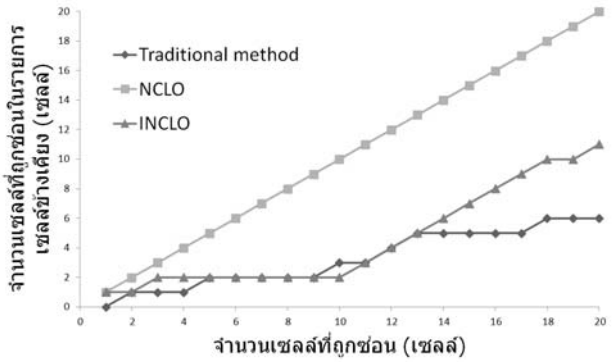
พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด
รัศมีครอบคลุมของเฟมโตเซลล์	10 เมตร
ความถี่ของเฟมโตเซลล์	2.1 กิกะเฮิร์ตซ์
กำลังส่งสูงสุดของเฟมโตเซลล์	100 มิลลิวัตต์
Propagation loss Model	WINNER-II
ความสูงที่ติดตั้งเฟมโตเซลล์	2 เมตร
Signal Threshold ของวิธีดั้งเดิม (S_{T0})	-107 dBm
Signal Threshold ของวิธีเอ็นซีแอลโอ (S_{T1})	-85 dBm
Distance Threshold (Γ)	71 เมตร
พื้นที่จำลอง	400 x 400 เมตร

เดิมมีค่าสูงสุด เป็นผลมาจากการพิจารณาเฉพาะระดับสัญญาณที่ได้รับเพียงอย่างเดียว จำนวนเซลล์ที่มากนี้สามารถลดลงได้โดยใช้วิธีการของวิธีการเอ็นซีแอลโอที่มีการพิจารณาความถี่และค่าระยะทางที่สั้นที่สุดที่กำหนดไว้ แต่รายการเซลล์ข้างเคียงสามารถลดลงอีกด้วยวิธีไอเอ็นซีแอลโอซึ่งพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานเพิ่มเติมจากวิธีเอ็นซีแอลโอ

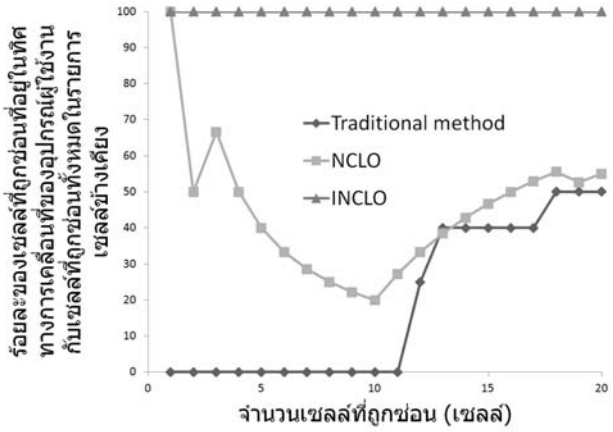
ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนในรายการเซลล์ข้างเคียง เมื่อมีจำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนที่อยู่ข้างเคียงอุปกรณ์ผู้ใช้งานในการจำลองเพิ่มมากขึ้นจะทำให้จำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนที่ถูกตรวจพบและนำไปใส่ไว้ในรายการเซลล์ข้างเคียงเพิ่มขึ้นเช่นกัน วิธีเอ็นซีแอลโอสามารถตรวจพบเซลล์ที่ถูกซ่อนทุกตัวรอบๆ อุปกรณ์ผู้ใช้งาน แต่วิธีไอเอ็นซีแอลโอเมื่อพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่เพิ่มเติมจะสามารถลดจำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนเหลือกึ่งหนึ่งของวิธีเอ็นซีแอลโอได้และวิธีดั้ง



ภาพที่ 4: การเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในรายการเซลล์ข้างเคียง



ภาพที่ 5: การเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนในรายการเซลล์ข้างเคียง



ภาพที่ 6: การเปรียบเทียบร้อยละของเซลล์ที่ถูกซ่อนที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานกับเซลล์ที่ถูกซ่อนที่ตรวจพบทั้งหมดในรายการเซลล์ข้างเคียง

เดิมยังสามารถตรวจพบเซลล์ที่ถูกซ่อนด้วยเช่นกัน แต่เป็นจำนวนน้อยกว่าทั้ง 2 วิธีการข้างต้นเพราะพิจารณาระดับสัญญาณที่ได้รับเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของเซลล์ที่ถูกซ่อนที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานกับเซลล์ที่ถูกซ่อนทั้งหมดในรายการเซลล์ข้างเคียง จะเห็นได้ว่าค่าร้อยละฯ ของวิธีไอเอ็นซีแอลโอมีค่าเท่ากับ 100 เมื่อจำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อนในการจำลองเพิ่มขึ้น แสดงว่าเซลล์ที่ถูกซ่อนทุกตัวในรายการเซลล์ข้างเคียงนั้นเป็นเซลล์ที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน แต่วิธีดั้งเดิมและวิธีเอ็นซีแอลโอ ค่าร้อยละฯ มีค่าต่ำกว่า 100 ทั้งนี้เนื่องจากในรายการเซลล์ข้างเคียงของวิธีการทั้งสองมีการรวมเซลล์ที่ถูกซ่อนที่ไม่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ไว้ด้วยนั่นเอง

5. สรุป

เรานำเสนอวิธีการปรับปรุงวิธีการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม (เอ็นซีแอลโอ) ที่พิจารณาระดับสัญญาณที่ได้รับความถี่ และระยะห่างของเฟมโตเซลล์ เราปรับปรุงโดยเพิ่มกลไกการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานในวิธีเอ็นซีแอลโอ เราเรียกวิธีการที่นำเสนอว่า วิธี “การปรับปรุงการหารายการเซลล์ข้างเคียงที่เหมาะสม (ไอเอ็นซีแอลโอ)” เราวัดประสิทธิภาพจำลองการทำงานใน 3 รูปแบบ คือ จำนวนเซลล์ จำนวนเซลล์ที่ถูกซ่อน และร้อยละของเซลล์ที่ถูกซ่อนที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งานกับเซลล์ที่ถูกซ่อนทั้งหมดในรายการเซลล์ข้างเคียง ผลจากการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นว่า ด้วยกลไกการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ผู้ใช้งาน เราสามารถลดขนาดของรายการเซลล์ข้างเคียงซึ่งประกอบด้วยเซลล์ข้างเคียงและเซลล์ข้างเคียงที่ถูกซ่อน ซึ่งการลดขนาดของรายการเซลล์ดังกล่าว อาจจะช่วยให้ดีเลย์ในการค้นหาเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับการแฮนด์โอเวอร์ลดลง

เอกสารอ้างอิง

[1] 3GPP TR R3.020, “Home (e) Node B: Network Aspects,” September 2008.

[2] V. Chandrasekhar, J. G. Andrews, and A. Gatherer “Femtocell Networks: A Survey,” IEEE Communication Magazine, September 2008.

[3] M. Z. Chowdhury, Y. M. Jang, and Z. J. Haas, “Cost-Effective Frequency Planning for Capacity Enhancement of Femtocellular Networks,” Wireless Personal Communications, September 2011

[4] M. Z. Chowdhury, B. M. Trung, and Y. M. Jang, “Neighbor Cell List Optimization for Femtocell-to-Femtocell Handover in Dense Femtocellular Networks,” Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), June 2011

[5] G. Piro, L. A. Grieco, G. Boggia, F. Capozzi, and P. Camarda", Simulating LTE Cellular Systems: an Open Source Framework", IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 60, no. 2, Feb, 2011, doi: 10.1109/TVT.2010.2091660

ระบบการตรวจสอบ วิเคราะห์ และหยุดการโจมตีแบบ DoS/DDoS ผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตต่างประเทศ

A System for Monitoring, Analysing and Stopping DoS/DDoS Attacks from International Internet Traffic

ธนาณัติ อ่อนสุทธิ (Tananat Onsutthi)[1] และพงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ (Pongpisit Wuttidittachotti)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]otananat@gmail.com, [2]pongpisit.w@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบที่ใช้ในการจัดการปัญหาการโจมตีแบบ DoS/DDoS ผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับองค์กรผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต ให้ส่งผลกระทบน้อยที่สุด ระบบจะมีการเรียกใช้โปรแกรมผ่านการ run shell script ให้ทำการ telnet เข้าไปตรวจสอบข้อมูล flow ในเราท์เตอร์ Cisco ของผู้ใช้บริการ ที่มีการใช้งานมากผิดปกติออกมาแสดงโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้นั้น มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลที่อุปกรณ์ Bandwidth Management ได้เก็บบันทึกไว้ว่าเป็นการโจมตีจริงหรือไม่ จากนั้นจึงทำการสั่ง run shell script อีกครั้งเพื่อหยุดการโจมตี จากอินเทอร์เน็ตต่างประเทศมายัง Internal Host Address ที่ตกเป็นเป้าหมาย โดยอาศัยวิธีการ RTBH ซึ่งจะทดลองในระบบเครือข่ายของ Cisco

คำสำคัญ: ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต การโจมตีแบบกระจายเพื่อหยุดการให้บริการ อัตราการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ, RTBH

Abstract

This research demonstrates a system which can manage and solve issues in the situation of DoS/DDoS attacks referring to international Internet traffic. The system can decrease problems and provide the best security to organizations while using the Internet. The system will work by running the shell script to telnet which checks data flows in the customers' CISCO router. Then, it will automatically check and show the faults discovered. The abnormality will be analyzed and compared with a bandwidth management device to see whether it is attacking or not. If there are attacks occurring, the shell script will run again and stop the targeted internal host addresses from attacking using the RTBH techniques are experimented on CISCO network equipment.

Keywords: ISP, DDoS Attacks, International Bandwidth, RTBH

1. บทนำ

เมื่อกล่าวถึงราคาค่าใช้บริการ เมื่อเปรียบเทียบวัดต่อหน่วยของอัตราการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตภายในประเทศไทยนั้น ยังถือว่าเป็นราคาที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งจะแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับราคาต่อหน่วยของอัตราการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ (International Bandwidth) ซึ่งถือว่ามีราคาที่สูงกว่ากันอยู่หลายเท่าตัว เพราะอินเทอร์เน็ตภายในประเทศไทยนั้น มี Internet Service provider (ISP) ภายในประเทศที่ให้บริการอยู่หลายราย ซึ่งมีโครงข่ายเชื่อมโยงภายในประเทศเป็นของตัวเองอยู่แล้ว จึงทำการดำเนินการในลักษณะ peering คือการแชร์โครงข่ายที่มีอยู่ระหว่างกลุ่มผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยกัน ทำให้ราคาต้นทุนต่ำลง โดยตรงข้ามกับอินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ ซึ่ง ISP ต้องนำเงินไปซื้อช่องทางการเชื่อมต่อจากผู้ให้บริการเชื่อมต่อโครงข่ายระหว่างประเทศ ที่มีต้นทุนในการดำเนินการสร้างโครงข่าย

ที่สูงกว่า จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ทำให้หลายๆ องค์กรมีการจัดสรรงบประมาณ ในการจัดซื้ออินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ เพียงเพื่อให้เพียงพอกับการใช้งานเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการสำรองแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ไว้ในกรณีมีเหตุการณ์ไม่ปกติเกิดขึ้น อาทิเช่น การโจมตีเพื่อหยุดการให้บริการ (DoS: Denial of Service Attacks) และการโจมตีแบบกระจายเพื่อหยุดการให้บริการ (DDoS: Distributed Denial of Service Attacks) [1] เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบที่รุนแรงต่อการใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตโดยรวมภายในองค์กรทั่วทั้งหมด และอาจก่อความเสียหายในด้านความมั่นคงขององค์กรได้

การโจมตีเพื่อให้ปฏิเสธการบริการแบบ DDoS เป็นการโจมตีที่มีเจตนามุ่งหมายให้ผู้ถูกโจมตีหรือผู้เสียหายไม่สามารถให้บริการได้อย่างสมบูรณ์ จัดเป็นการโจมตีที่สามารถสร้างความเสียหายระดับรุนแรง ซึ่งการโจมตีรูปแบบนี้มักจะก่อให้เกิดการใช้แบนด์วิดท์และทรัพยากรในการประมวลผลอย่างเต็มที่ จนเป้าหมายไม่สามารถใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตได้ตามปกติ หรือทำให้ระบบที่ถูกโจมตีไม่มีทรัพยากรเหลือพอที่จะนำมาประมวลผลให้บริการผู้ใช้รายอื่น

ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการโจมตี อาทิเช่น Request for Comments (RFC) 4732 ซึ่งกล่าวถึงความสำคัญในการป้องกันการโจมตีแบบ DDoS ในระบบอินเทอร์เน็ต และมีจุดมุ่งหมายสนับสนุนหาวิธีช่วยลดการโจมตี ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีการ Remote Triggered Black Hole Filtering (RTBH) เป็นเครื่องมือรักษาความปลอดภัยที่ยืดหยุ่นอย่างหนึ่งของ ISP เพื่อนำมาใช้เพื่อหยุดการโจมตี โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงในการซื้ออุปกรณ์ Intrusion Prevention System (IPS) มาป้องกันระบบเครือข่ายภายในของตน ซึ่ง RTBH เป็นการป้องกันการโจมตีแบบ DDoS ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ที่จะมีการกำหนดเส้นทางไปยังอินเตอร์เฟส Null0 เทคนิคนี้เป็นประโยชน์ในการใช้แบ่งจำแนกความปลอดภัยของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และการตรวจสอบแบบย้อนกลับ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำหลักการข้างต้นมาประยุกต์สร้างเป็นระบบที่ใช้ในการจัดการปัญหาดังกล่าว

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การโจมตีจากวิธีการ DoS/DDoS Attacks

การโจมตีแบบ DoS และการโจมตีแบบ DDoS เป็นสาเหตุหนึ่งของเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในระบบอินเทอร์เน็ต การโจมตีดังกล่าวสามารถแบ่งวิธีการโจมตีได้เป็น 2 วิธี วิธีที่หนึ่งเป็นการโจมตีไปยังช่องโหว่ในโปรแกรมระบบของอุปกรณ์ (ซึ่งรวมถึงเครื่องคอมพิวเตอร์) เพื่อทำให้อุปกรณ์นั้นหยุดทำงาน วิธีที่สองเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การโจมตีแบบฟลัดดิ้งไปยังอุปกรณ์ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวถูกใช้ทรัพยากร (ได้แก่หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลและช่องทางรับส่งข้อมูล) เป็นจำนวนมากจนไม่สามารถให้บริการได้ตามปกติ ข้อแตกต่างระหว่างการโจมตีแบบ DoS และการโจมตีแบบ DDoS คือการโจมตีแบบ DoS มีเส้นทางในการโจมตีเพียงเส้นทางเดียว ส่วนการโจมตีแบบ DDoS มีเส้นทางในการโจมตีมาจากหลายเส้นทาง จึงเป็นอันตรายและรวดเร็วมากกว่าการทำโดยใช้เครื่องเดียวมากนัก โดยเราสามารถหาความผิดปกติในระบบเครือข่ายจากการศึกษาโพรโทคอลมาตรฐานที่ใช้ได้แก่ SYN Flood, ICMP Flood และ UDP Flood โดยการตรวจจับการรับชุดข้อมูลจำนวนมากผิดปกติที่เครือข่ายปลายทาง [2]

2.2 การตรวจจับการโจมตีจากวิธีการDoS/DDoS Attacks

สามารถแบ่งวิธีการตรวจจับตามลักษณะการทำงานได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นวิธีตรวจจับการใช้งานที่ผิด (Misuse Detection) วิธีนี้ต้องทราบถึงสัญลักษณ์ (Signature) ของการโจมตี ถ้าตรวจพบสัญญาณดังกล่าวในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ก็จะส่งสัญญาณเตือนว่ามีการโจมตีเกิดขึ้น วิธีการตรวจจับแบบนี้มีข้อจำกัดตรงที่ตรวจจับได้เฉพาะการโจมตีที่รู้จักสัญลักษณ์และจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสัญลักษณ์เมื่อมีการโจมตีแบบใหม่เกิดขึ้น วิธีที่สองคือวิธีตรวจจับการใช้งานที่ผิดปกติ (Anomaly Detection) วิธีนี้ต้องเรียนรู้และจำลองพฤติกรรมการใช้งานที่ปกติก่อนและจัดเก็บไว้เป็นข้อมูลอ้างอิง เมื่อตรวจพบการใช้งานที่แตกต่าง ก็ส่งสัญญาณเตือนว่ามีการโจมตีเกิดขึ้น วิธีการตรวจสอบแบบนี้มีข้อดีกว่าการตรวจสอบแบบแรกตรงที่สามารถตรวจจับการโจมตีแบบใหม่ได้ โดยไม่จำเป็นต้องรู้ถึงสัญลักษณ์ของการโจมตี เช่นข้อมูลการไหลของโพรโทคอลชั้นอินเทอร์เน็ต (IP Flow) และข้อมูลที่ได้จากโพรโทคอลที่ใช้ใน

การจัดการระบบเครือข่าย (SNMP) ซึ่งผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถใช้ข้อมูลนี้ในการตรวจสอบการโจมตี โดยจะทำการพิจารณาจากปริมาณทราฟฟิกที่สูงผิดปกติ จะสังเกตได้ง่าย เพราะปริมาณทราฟฟิกเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว [3]

ปัจจุบัน Netflow เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบพฤติกรรมการใช้งาน โดยอุปกรณ์ Cisco จะทำการส่ง flow ซึ่งภายในจะประกอบด้วยข้อมูล อาทิเช่น ข้อมูลของ IP ต้นทาง (SrcIPaddress) ข้อมูล IP ปลายทาง (DstIPaddress) ที่ติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ชนิดของโพรโทคอล (Type) หรือพอร์ตที่ใช้งาน (Port) จำนวนของข้อมูล (Bytes) ในแต่ละโพรโทคอลที่มีการใช้งานว่ามีมากน้อยเพียงใด ผิดปกติหรือไม่ และจำนวนแพ็กเก็ต (Packets) ในแต่ละโพรโทคอล ที่มีการใช้งานว่ามีจำนวนเท่าใดมาให้ โดยจะทำการจัดหมวดหมู่ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการจราจรในเราท์เตอร์ออกมาเป็นรายงาน จึงสามารถนำมาจำแนก ตรวจจับความผิดปกติของข้อมูลได้ โดยดูจากจำนวนไบต์ของแพ็กเก็ตที่มีอัตราการรับ-ส่งที่มากผิดปกติ และจำนวนของการติดต่อ (Sessions) มายัง DstIPaddress ที่มีการใช้งานมากผิดปกติ ในช่วงเวลานั้น ๆ รวมไปถึงโพรโทคอลที่น่าสงสัย [4-5] โดยเราสามารถเขียนโปรแกรมแบบสคริปต์ (Script) เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการสั่งการได้ อาทิเช่น การ rollback ข้อมูลการตั้งค่าในเราท์เตอร์ [6] เป็นต้น ส่วน flow ในเราท์เตอร์ Cisco นั้นก็สามารถเขียนโปรแกรมแบบสคริปต์เพื่อดึงข้อมูลการใช้งานทราฟฟิกที่น่าสงสัย ออกมาแสดงเพื่อใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์ได้เช่นกัน [7] โดยอาจจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลจากฟังก์ชัน Monitoring and Reporting ของอุปกรณ์ Bandwidth Management เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่พบนั้นเป็นข้อมูลของการโจมตีจริง [8]

2.3 การป้องกันการโจมตีโดยใช้ Remote Triggered Black Hole Filtering (RTBH)

Black Hole Filtering เป็นเครื่องมือรักษาความปลอดภัยที่ยืดหยุ่นอย่างหนึ่งของ ISP ที่จะมีการกำหนดเส้นทางไปยังอินเตอร์เฟส Null0 เทคนิคนี้เป็นประโยชน์ในการแบ่งจำแนกความปลอดภัยของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

Black hole routing เปรียบเสมือนตัวกรองแพ็คเกจที่จะไปยังปลายทาง บ่อยครั้งที่สิ่งเหล่านี้จะถูกทำโดยการสร้าง static host route ที่เฉพาะเจาะจงชี้ไปที่อินเตอร์เฟส Null0 เทคนิคนี้โดยทั่วไปเรียกว่า black hole routing หรือ black hole filtering โดย Null0 เป็นอินเตอร์เฟสที่ทำหน้าที่เหมือนกับ Null device ซึ่งมีอยู่ในระบบปฏิบัติการส่วนใหญ่ อินเตอร์เฟสนี้ทำงานอยู่ตลอดเวลา และไม่สามารถรับ-ส่งทราฟฟิกได้ [9] ในขณะที่ Null0 เป็นอินเตอร์เฟสสมมติซึ่งมันไม่มีอยู่จริง ภายใน CEF (Cisco Express Forwarding - เป็น Technology เฉพาะของ Cisco โดยจะทำการ Cache ทั้ง Routing Table ของเราท์เตอร์ทำให้ทำงานได้เร็วขึ้นและกิน CPU Utilization น้อยลง) อย่างไรก็ตามเร้าท์ที่ถูกชี้ไปยัง Null0 จะถูกละทิ้งโดย CEF โดย Null Interface จะเป็นตัวเลือกในการกรองทราฟฟิกซึ่งสามารถหลีกเลี่ยง Overhead ที่ถูกอ้างอิงถึง เมื่อใช้ Access list โดยกำหนดทราฟฟิกจากเครือข่ายที่ไม่พึงประสงค์ไปยัง Null Interface และยังสามารถนำฟังก์ชันนี้ ในส่วนของการ Filtering rule มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบตรวจจับผู้บุกรุกสำหรับ Snort ซึ่งเป็น Open source เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถตรวจจับการโจมตีแบบ DoS/DDoS ได้อีกด้วย [10]

การหยุดการโจมตีด้วยฟังก์ชัน Remotely triggered black hole (RTBH) เป็นวิธีรักษาความปลอดภัยที่ยืดหยุ่นอย่างหนึ่งที่ ISP นำมาใช้เพราะสามารถแบ่งย่อย Public IP ที่ถูกโจมตีออกจาก IP อื่น ๆ ที่อยู่ในชุดเดียวกันได้ และยังสามารถหยุดยั้งการโจมตีที่ทำได้ยากอย่าง DoS/DDoS Attacks ได้เป็นอย่างดี [9] โดยอาจจะใช้เทคนิค RTBH ตั้งค่าการป้องกันไว้ที่ขอบของอุปกรณ์ Core network ของ ISP เพื่อไม่ให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่ายภายในผู้ใช้บริการ [11]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ออกแบบวิธีการจัดวางระบบเครือข่าย

ทำการจำลองเครือข่ายซึ่งประกอบไปด้วยฝั่งของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต และฝั่งของ ISP ที่มีเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการสั่งรันสคริปต์ไว้ตรวจสอบข้อมูลจาก flow ในเราท์เตอร์ของผู้ใช้บริการ หรือสั่งรันสคริปต์หยุดการโจมตี โดยมีอุปกรณ์ Allot Bandwidth Management ทำหน้าที่แสดงข้อมูลการใช้งาน International Bandwidth ด้วยฟังก์ชัน Monitoring and Reporting และ RTR (Reliable Transaction Router) กับ Trigger Router ซึ่งทำหน้าที่ในการ update routing ผ่านทาง Route

Reflector ไปให้กับ International Manage Router ที่ตั้งอยู่ในแต่ละประเทศ เพื่อสั่งหยุดการโจมตีด้วยฟังก์ชัน RTBH ซึ่งจะทดลองในระบบเครือข่ายของ Cisco

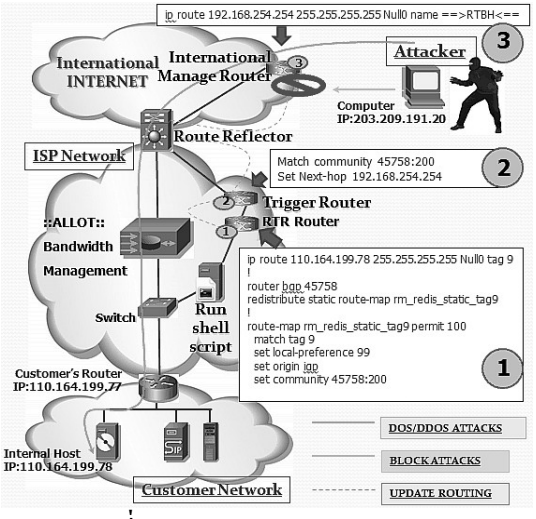
3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการหยุดการโจมตีด้วยฟังก์ชัน Remotely triggered black hole (RTBH)

ในขั้นแรก ผู้วิจัยจะต้องทดสอบฟังก์ชัน RTBH ที่จะนำมาใช้หยุดการโจมตีแบบ DDoS ดังภาพที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าแบบ static route ที่ RTR Router (ดังตัวอย่าง ip route x.x.x.x 255.255.255.255 Null 0 tag 9 โดยที่ ip x.x.x.x คือ Internal Host Address ที่ตกเป็นเป้าหมายของการโจมตี) และ RTR Router จะทำการ update static route ดังกล่าวไปให้กับ Trigger Router

ขั้นตอนที่ 2 หลังจาก Trigger Router รับ update static route มาจาก RTR Router แล้ว จะทำการ set next-hop ให้ ip route x.x.x.x/32 ดังกล่าว เป็น IP 192.168.254.254 ซึ่งไม่มีอยู่จริง จึงทำการโยนแพ็กเก็ตทิ้งไปยัง Null 0

ขั้นตอนที่ 3 จากนั้น Trigger Router จะทำการ update routing ไปให้ Route Reflector เพื่อที่จะได้ update routing ต่อไปยัง International Manage Router ทุกตัว



ภาพที่ 1: Remotely triggered black hole (RTBH)

3.3 การนำข้อมูลการโจมตีที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลในอุปกรณ์ Allot Bandwidth Management

การวิเคราะห์การโจมตี จะทำการตรวจสอบค่า flow จากจำนวนของการติดต่อมายัง Destination IP Address ตั้งแต่ 20 Sessions ขึ้นไป ซึ่งอาจจะเป็นการใช้งานที่มากผิดปกติ รวมไปถึงโพรโทคอลที่น่าสงสัย ดังภาพที่ 2

```
$sql_data = "SELECT * FROM flow_analysis WHERE DstIPaddress IN
                (SELECT DstIPaddress FROM flow_analysis
 GROUP BY DstIPaddress HAVING (COUNT(DstIPaddress ) >= 20))";
```

ภาพที่ 2: ANALYSIS DstIPaddress

โดยจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลจากฟังก์ชัน Monitoring and Reporting ของอุปกรณ์ Allot Bandwidth Management เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่พบนั้นเป็นข้อมูลของการโจมตีจริง ก่อนดำเนินการหยุดการโจมตีในขั้นตอนต่อไป

3.4 ออกแบบ Shell Script ที่จะนำมาใช้ในระบบ เพื่อตรวจสอบ และหยุดการโจมตี

การออกแบบสคริปต์ที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบการโจมตี จะต้องทำการตรวจสอบค่า flow จาก IP ต้นทาง (SrcIPaddress) และ IP ปลายทาง (DstIPaddress) ที่มีการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ดังภาพที่ 3

```
echo "ter len 0";
sleep 2;
echo "sh ip cache flow | begin SrcIf";
sleep 5;
exit;
) | telnet "$1"
```

ภาพที่ 3: Analysing Script

ออกแบบสคริปต์ที่จะนำมาใช้ในการหยุดการโจมตี เมื่อทำการรันสคริปต์เพื่อหยุดการโจมตี ซึ่งจะทำการป้อนข้อมูล Internal Host Address ของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตลงไปในฟังก์ชัน RTBH ดังภาพที่ 4

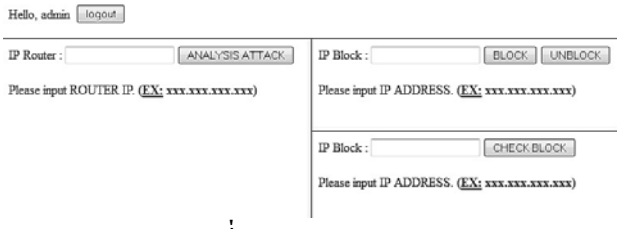
```
echo "conf ter";
sleep 2;
echo "ip route $1 255.255.255.255 Null0 tag 9 name Block-Host$1";
sleep 2;
echo "exit";
sleep 2;
echo "clear ip bgp * soft out";
sleep 2;
echo "sh run | include $1";
sleep 5;
exit;
) | telnet "10.11.11.181"
```

ภาพที่ 4: Blocking Script

3.5 ออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้

หน้าต่างการตรวจสอบการโจมตี ประกอบไปด้วยช่องให้ป้อนข้อมูล IP Address ของอุปกรณ์เราท์เตอร์ Cisco ซึ่งเป็นอุปกรณ์ Gateway ของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีแนวโน้มตกเป็นเป้าหมายของการโจมตี และมีปุ่มให้กดตกลงเมื่อป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีระบบแจ้งเตือนเพื่อยืนยันผล จากนั้นระบบจะทำการรันสคริปต์เพื่อตรวจจับความผิดปกติของข้อมูล และแจ้งผลการดำเนินการกลับมาแสดงที่หน้าจอผู้ใช้

หน้าต่างการหยุดการโจมตี และหน้าต่างตรวจสอบการหยุดการโจมตี ประกอบไปด้วยช่องให้ป้อนข้อมูล Internal Host Address ของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตซึ่งถูกโจมตี และมีปุ่มให้กดตกลงเมื่อป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีระบบแจ้งเตือนเพื่อยืนยันผล จากนั้นระบบจะทำการรันสคริปต์เพื่อหยุดการโจมตี และตรวจสอบการหยุดการโจมตี จากนั้นแจ้งผลการดำเนินการกลับมาแสดงที่หน้าจอผู้ใช้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้

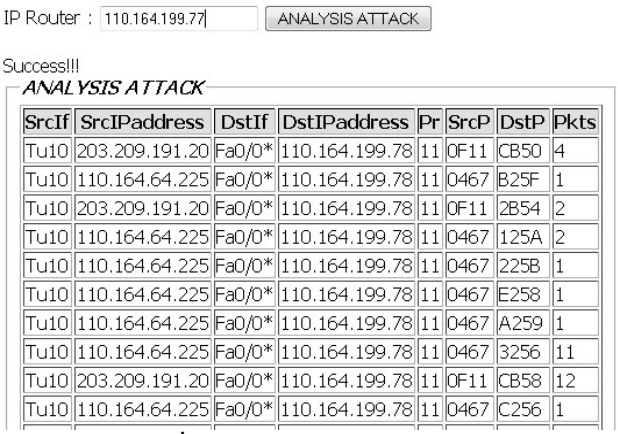
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ทดสอบการโจมตีผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตต่างประเทศ

ทำการทดสอบการโจมตีแบบ DoS/DDoS จากเซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งอยู่ต่างประเทศ (IP:203.209.191.20 และ IP:110.164.64.225) โดยใช้โปรแกรม UDP Flood มายัง Internal Host Address เป้าหมาย ซึ่งในที่นี้คือ 110.164.199.78

4.2 หน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้

หน้าต่างการตรวจสอบการโจมตี สามารถตรวจจับความผิดปกติของข้อมูล โดยดูจากอัตราการรับ-ส่ง ที่มีจำนวนของการติดต่อ (Sessions) มายัง Destination IP Address ที่มีการใช้งานมากผิดปกติ รวมไปถึงโพรโทคอลที่น่าสงสัยในช่วงเวลานั้น ๆ และแจ้งผลกลับมาแสดงที่หน้าจอผู้ใช้ได้ ดังภาพที่ 6


IP Router : 110.164.199.77 ANALYSIS ATTACK

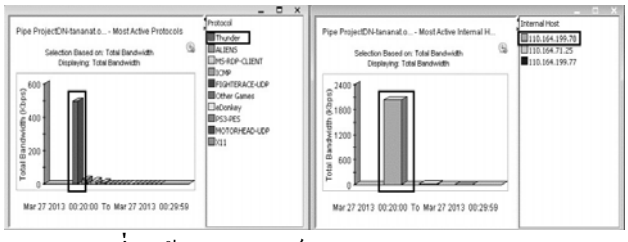
Success!!!

ANALYSIS ATTACK

SrcIf	SrcIPaddress	DstIf	DstIPaddress	Pr	SrcP	DstP	Pkts
Tu10	203.209.191.20	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0F11	CB50	4
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	B25F	1
Tu10	203.209.191.20	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0F11	2B54	2
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	125A	2
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	225B	1
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	E258	1
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	A259	1
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	3256	11
Tu10	203.209.191.20	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0F11	CB58	12
Tu10	110.164.64.225	Fa0/0*	110.164.199.78	11	0467	C256	1

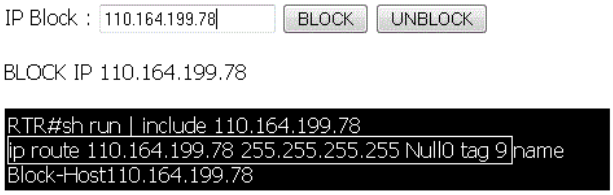
ภาพที่ 6: Web page showing analysis of attack

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลจากฟังก์ชัน Monitoring and Reporting ของอุปกรณ์ Allot Bandwidth Management เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่พบนั้นเป็นข้อมูลของการโจมตีที่มาจากต่างประเทศจริง ดังภาพที่ 7 จะพบว่ามีการติดต่อ (Sessions) มายัง Internal Host Address: 110.164.199.78 มากผิดปกติ รวมไปถึงโพรโทคอล Thunder เป็นโพรโทคอลที่นิยมใช้ในการโจมตีแบบฟลัดดิ้ง



ภาพที่ 7: ข้อมูลจากฟังก์ชัน Monitoring and Reporting

หน้าต่างการหยุดการโจมตี สามารถหยุดการโจมตีได้โดยตัดการเชื่อมต่อ International Traffic ของ Internal Host Address ที่ตกเป็นเป้าหมาย และแจ้งผลการดำเนินการกลับมาแสดงที่หน้าจอผู้ใช้ ดังภาพที่ 8

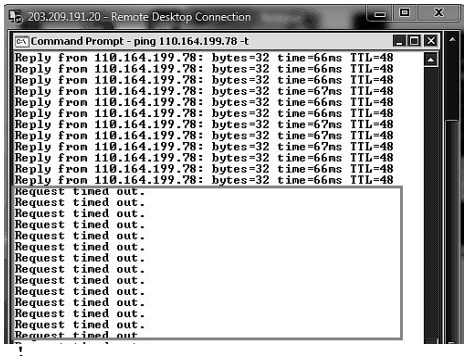


ภาพที่ 8: Web page showing blocking of attack

ผลที่ได้จากการทดลองนั้นพบว่าข้อมูลการโจมตีที่ได้รับมาจากระบบมีความถูกต้อง และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวัดจากความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม รวมถึงความเร็วในการประมวลผลตรวจสอบข้อมูลการโจมตี และสั่งหยุดการโจมตี การทำงานของระบบมีความต่อเนื่องสมบูรณ์ การค้นหา การนำเสนอ การติดต่อฐานข้อมูล การบันทึกมีความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาเสนอ

4.3 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบในการหยุดการโจมตี

ผู้วิจัยใช้เซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งอยู่ต่างประเทศทำการทดสอบ ping มาที่ Internal Host Address ซึ่งตกเป็นเป้าหมายของการโจมตี จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการรันสคริปต์เพื่อหยุดการโจมตี จะไม่สามารถ ping ต่อได้ คือมีการตัดการเชื่อมต่อกับ International Traffic นั้นเอง ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: Blocked International Traffic by International Server

และเมื่อทำการตรวจสอบ routing ที่ International Manage Router จะพบว่าได้ถูกกำหนด next-hop ที่จะไปหา ip ของเครื่องเป้าหมาย (110.164.199.78/32) เป็น 192.168.254.254 ซึ่ง IP ดังกล่าวไม่มีอยู่จริง จึงทำการโยนลง Null 0 ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10: Showing route by International Manage Router

ระบบที่ใช้สามารถหยุดการโจมตีจากวิธีการ DoS/DDoS Attacks ผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตต่างประเทศได้ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ในการแก้ไขปัญหาและช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับองค์กรผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต ให้ส่งผลกระทบน้อยที่สุด

จากการทดสอบเราจะสามารถสรุปผลการทดลองเป็นตารางได้ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1: แสดงความสามารถในการหยุดการโจมตี โดยทำการทดสอบที่ International Manage Router

Manage Router	Block Attack	100 Rounds - Test Block Attack
MR-CAT-IIG	OK	OK
MR-TATA (HongKong)	OK	OK
MK-CM (Paris)	OK	OK
MR-HGC-LA (Los Angeles)	OK	OK
MR-SJC (San Jose California)	OK	OK

ตารางที่ 2: แสดงความสามารถในการปลดการหยุดการโจมตี โดยทำการทดสอบที่ International Manage Router

Manage Router	Unblock International Traffic	100 Rounds - Test Unblock
MR-CAT-IIG	OK	OK
MR-TATA (HongKong)	OK	OK
MK-CM (Paris)	OK	OK
MR-HGC-LA (Los Angeles)	OK	OK
MR-SJC (San Jose California)	OK	OK

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นหาวิธีการ ตรวจสอบ วิเคราะห์ และการหยุด การโจมตี ผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตต่างประเทศ โดยนำสคริปต์เข้ามาช่วยในการสั่งการ แทนแบบเดิมที่ใช้แรงงานคนเพียงอย่างเดียวในการป้อนคำสั่งต่างๆ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เกิดความสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขปัญหาและช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับองค์กรผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตให้ส่งผลกระทบน้อยที่สุด ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบซึ่งมีความสามารถทำงานได้ 2 หน้าที่หลักด้วยกันคือ ใช้สคริปต์ในการเก็บข้อมูลการโจมตีจาก flow ในเราท์เตอร์ Cisco และใช้สคริปต์ในการการหยุดการโจมตีด้วยฟังก์ชัน RTBH โดยได้ทำการทดลองในระบบเครือข่าย Cisco ซึ่งสามารถป้องกันการโจมตีด้วยวิธีการ DoS/DDoS Attacks ได้ และในอนาคตจะพัฒนาให้ระบบสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลการโจมตี โดยนำมาเปรียบเทียบร่วมกับข้อมูลจากฟังก์ชัน Monitoring and Reporting ของอุปกรณ์ Bandwidth Management ให้ได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

[1] Gupta, B. B. Misra , M. and Joshi, R. C. “An ISP Level Solution to Combat DDoS Attacks using Combined Statistical Based Approach,” *Journal of Information Assurance and Security*, 2, pp.102-110, 2008.

[2] เกรียงไกร ลิ่มทอง, “การตรวจการโจมตีแบบฟลัดดิ้งที่แหล่งต้นทางโดยวิธีเชิงเวฟเล็ต,” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

[3] เลอศักดิ์ ลิ้มวิวัฒน์กุล, “แบบแผนการจำแนกทราฟฟิกการโจมตีเพื่อให้ปฏิเสธการบริการแบบกระจายโดยกฎผู้เชี่ยวชาญร่วมกับการวิเคราะห์ทราฟฟิก,” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

[4] กิตติพงษ์ นวลนฤนาถ, “ระบบการจัดลำดับความสำคัญของการส่งข้อมูลตามความต้องการสำหรับอุปกรณ์เลือกเส้นทางของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต,” ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[5] Rossi, D. and Valenti, S, “Fine-grained traffic classification with Netflow data,” *France: IWCMC*, 2010.

[6] Benjamin, J, “Configuration Rollback,” *United States : United States Patent*, 2007.

[7] Fullmer, M. and Romig, S, “The OSU Flow-tools Package and Cisco NetFlow Logs,” *LA : LISA XIV*, 2000.

[8] Astra Communication Service Co.,Ltd, “Allot Communications: Monitoring and Reporting,” *[Online] 2012. Available from: http://www.allot.com*

[9] Cisco System, “Remotely Triggered Black Hole Filtering—Destination Based And Source Based,” United States. 2005.

[10] Chainawat W., “Effects of denial of service attack and traffic shaping on server survivability”, Computer science, Mahidol University, Thailand, 2006.

[11] Ramachandran, V. and Nandi, S, “Bleeding Edge DDoS Mitigation Techniques for ISPs,” India. 2000.

เทคนิคการตรวจสอบเกตเวย์โดยตรงบนเครือข่ายของไอพีรุ่นที่ 6
Direct Detection technique on the IPv6 network gateway

อิฐอารัญ ปิติมล (Itarun Pitimon)[1] ศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong)[2]
และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[3]
[1,2,3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
[1]itarun.p@en.rmutt.ac.th, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th, [3]nawapornn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลรุ่นที่ 6 (IPv6) สามารถให้บริการข้อมูลสำหรับกำหนดตำแหน่งและดีฟอลต์เกตเวย์ให้เครื่องสมาชิกโดยอัตโนมัติ (Auto-Configuration) และสามารถกระทำโดยตรงจากอุปกรณ์เกตเวย์ในระบบ หากในระบบเครือข่ายที่ให้บริการมีอุปกรณ์เกตเวย์มากกว่าหนึ่งตำแหน่งและให้ใช้ความสามารถของคุณสมบัตินี้ก็จะมีผลทำให้เครื่องสมาชิกในเครือข่ายนั้นมีตารางเส้นทางส่วนของดีฟอลต์เกตเวย์ตามข้อมูลที่ระบบให้ข้อมูล ซึ่งสำหรับเครื่องสมาชิกการเลือกเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์จะพิจาณาจากค่าเมตริก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าความสามารถของเกตเวย์แต่ละตำแหน่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกันแต่เครื่องสมาชิกจะไม่มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ในงานวิจัยนี้ได้เสนอเครื่องมือ PMTUD เป็นเครื่องมือพื้นฐานของโปรโตคอลมาใช้เป็นเครื่องมือทดสอบความสามารถของเกตเวย์และหาวิธีการกำหนดปลายทางในการทดสอบรวมทั้งวิธีพิจารณาค่าการทดสอบที่ลดเวลาและมีความน่าเชื่อถือ

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลรุ่นที่ 6 ดีฟอลต์เกตเวย์ โปรโตคอล ตำแหน่งอัตโนมัติ

Abstract

Internet Protocol version 6 (IPv6) can provide information for the automatic determining IP addressing and default gateway address to clients (Auto-Configuration) and can be done directly from the gateway devices in the system. If your network has a gateway to more than one location, and to take advantage of this feature is to make the members of the network routing tables of the default gateway system based on the information provided. The default gateway for client to choose the path that decision on metric. It is possible that the ability of the gateway to a different location, but the clients are not informed decision. In this paper, the proposed protocol PMTUD is used as a basis for testing the capabilities of the gateway. And find out how the end of the test, including the test procedure and to reduce time reliability.

Keywords: IPv6, Auto-Configuration, Default Gateway, Router Table, PMTUD

1. บทนำ

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตรคอลรุ่นที่ 6 (IPv6) นำคุณสมบัติการกำหนดหมายเลขประจำตำแหน่งเครื่องโดยอัตโนมัติ Stateless Address Auto-configuration (SLAAC) [1] มาเป็นเครื่องมือสำหรับบริหารจัดการข้อมูลทรัพยากรเครือข่ายสำหรับในแต่ละซับเน็ต ให้กับเครื่องสมาชิกในเครือข่าย จะทำงานผ่าน Neighbor Discovery Protocol (NDP) [2] ในชนิด Router Advertisement (RA) ซึ่งนอกจากจะสามารถช่วยให้เครื่องลูกข่ายกำหนดหมายเลขประจำตำแหน่งเพื่อเป็นสมาชิกของเครือข่าย ยังบริการข้อมูลตำแหน่งดีฟอลต์เกตเวย์ (Default Gateway) ผ่านโปรโตคอลนี้ด้วย

จากคุณสมบัตินี้ ผู้บริหารเครือข่ายจึงสามารถสร้างโครงสร้างเครือข่ายที่มีลักษณะพิเศษ โดยจะมีอุปกรณ์เกตเวย์ในซับเน็ตที่บริการมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง และให้แต่ละเกตเวย์ประกาศตำแหน่งของตนเองให้กับสมาชิกในเครือข่ายนั้นได้โดยตรง ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถกระจายโหลดการทำงานของเกตเวย์ในเครือข่ายได้ และหากพิจารณาด้านของสมาชิกในเครือข่ายที่ได้รับข้อมูลตำแหน่งดีฟอลต์เกตเวย์จากระบบมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง ก็จะทำการเลือกใช้เกตเวย์เหล่านั้นด้วยการเปรียบเทียบค่าเมตริก ซึ่งในค่าเมตริกที่ได้จากพารามิเตอร์

ของการประกาศข้อมูลที่ได้จากระบบไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าเส้นทางเกตเวย์ใดมีคุณภาพดีกว่ากันหากเครื่องสมาชิกต้องการติดต่อไปยังปลายทางใดๆ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบเกตเวย์ ของเครื่องลูกข่ายที่ได้รับจากข้อมูลระบบผ่าน RA โดยการใช้เทคนิค Path MTU Discovery (PMTUD) โดยการจำลองอุปกรณ์เกตเวย์ในระบบสองตำแหน่งที่มีความเร็วของช่องทางสื่อสารในเครือข่ายต่างกัน ซึ่ง Linux มีโปรแกรม “tracepath6” สำหรับทำหน้าที่นี้ การเลือกตำแหน่งปลายทางการสุ่มทดสอบเส้นทางผ่านเกตเวย์ที่ไม่กระทบการทำงานของเครื่องสมาชิกในเครือข่าย และวิธีการพิจารณาผลการทดสอบในสภาพแวดล้อมเครือข่ายที่กำหนด ซึ่งจะแยกวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพื่อการพิจารณาเส้นทางผ่านเกตเวย์ใดในการส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

บทความนี้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ หัวข้อที่ถัดไปจะอธิบายการทำงานของกระบวนการกำหนดตำแหน่งแบบ SLAAC, การทำงานของ PMTUD และตำแหนงปลายทางสำหรับการทดสอบหาเส้นทางเพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นของการหาเกตเวย์ที่เหมาะสม หัวข้อที่ 3 รายละเอียดระบบเครือข่ายของการทดสอบงานวิจัยและวิธีการทดสอบ หัวข้อที่ 4 ผลการทดสอบโดยการเก็บข้อมูลทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 ชั่วโมงต่อเนื่อง และการพิจารณาค่าการประเมินการเลือกเส้นทาง หัวข้อที่ 5 สรุปว่าเครื่องมือการทดสอบให้ผลการทำงานได้ตามสมมุติฐานงานวิจัยและงานวิจัยในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลรุ่นที่ 6 (IPv6) ออกแบบคุณสมบัติการกำหนดตำแหน่งประจำเครื่องสมาชิกอัตโนมัติในโหมดไม่เก็บสถานะ (Stateless Mode) เพื่อความสะดวกของการเตรียมบริการทรัพยากรเครือข่าย และปรับเปลี่ยนหมายเลขเครือข่าย (Renumbering) [3] โดยจะทำงานผ่าน NDP ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ ICMPv6 [4] มีหมายเลขชนิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคือ 133 (Router Solicitation : RS) และ 134 (Router Advertisement : RA) อุปกรณ์เกตเวย์แต่ละตัวสามารถกำหนดให้ประกาศ RA ที่มีข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วยและมีในความหมายของเครื่องลูกข่ายว่า

IPv6 Link-local Address = IPv6 gateway
Source link-address = MAC gateway
Router-Preference = Metric
Lifetime = Age Prefix (sec)
Prefix info = Network Prefix number

การกำหนดพารามิเตอร์การประกาศ RA เพื่อให้เครื่องลูกข่ายนำข้อมูลของเกตเวย์ที่กำหนดไปใช้เป็นดีฟอลต์เกตเวย์ควรจะมีการปรับค่า Router-Preference = High [5, 6] และเพื่อป้องกันการปลอมแปลงตำแหน่งเกตเวย์เบื้องต้น [7] ดังนั้นหากในพื้นที่เครือข่ายซับเน็ตมีเกตเวย์มากกว่าหนึ่งตำแหน่งใน IPv6 จึงมีเครื่องมือ NDP ที่สามารถกำหนดให้เครื่องลูกข่ายทราบข้อมูลเส้นทางดังกล่าวได้

การสำรวจความสามารถการบรรจุข้อมูลในเส้นทางเครือข่าย Path MTU Discovery (PMUTD) [8] เป็นเครื่องมือที่ IPv4/IPv6 ที่มีการทดลองในงานวิจัยพบว่ามีผลสำเร็จการทดสอบด้วยวิธีการนี้สูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ PMTUD ออกแบบเพื่อลดการเกิดกระบวนการ Packet Fragmentation โดยการส่งข้อมูลที่กำหนดขนาดความจุที่กำหนดทั่วไปจะกำหนดขนาดข้อมูลเท่ากับ Link Local MTU ที่เครื่องลูกข่ายต่อเชื่อมกับเครือข่าย เข้าไปในเส้นทางเครือข่ายและตรวจสอบว่าได้รับ Packet Too Big (PTB) หรือไม่ หากได้รับ PTB ก็จะมีความหมายว่าในเส้นทางเครือข่ายในจุดนั้นไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลในขนาดที่กำหนดได้ ทั้งนี้หากเกิด Fragmentation จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ Router ระหว่างเส้นทาง โดยเฉพาะใน IPv6 พยายามหลีกเลี่ยงการเกิดกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในเครือข่าย IPv6 จึงกำหนดเงื่อนไขความจุขั้นต่ำ MTU ของเครือข่ายสำหรับ IPv6 ไว้ที่ 1280 Bytes และสามารถใช้กระบวนการทดสอบ PMTUD สำรวจเครือข่ายได้ [9] ในงานวิจัยใช้โปรแกรมทดสอบ PMTUD ชื่อว่า “tracepath6” [10] สำหรับทดสอบ

ตำแหน่งปลายทางการทดสอบ เพื่อลดปัญหาการรบกวนการทำงานของเครื่องบริการปลายทาง ผู้วิจัยใช้ข้อมูลหมายเลย Network Prefix กำหนดเป็นตำแหน่งปลายทางทดสอบ โดยอ้างอิงจาก IPv6 Global Unicast Address Assignments โดย IANA เฉพาะหมายเลขเครือข่ายกำหนดในแต่ละภูมิภาคของโลกหลังปี 2005 ซึ่งมีหมายเลขดังนี้

2400::/12	APNIC
2600::/12	ARIN
2800::/12	LACNIC
2A00::/12	RIPE
2C00::/12	AFRINIC

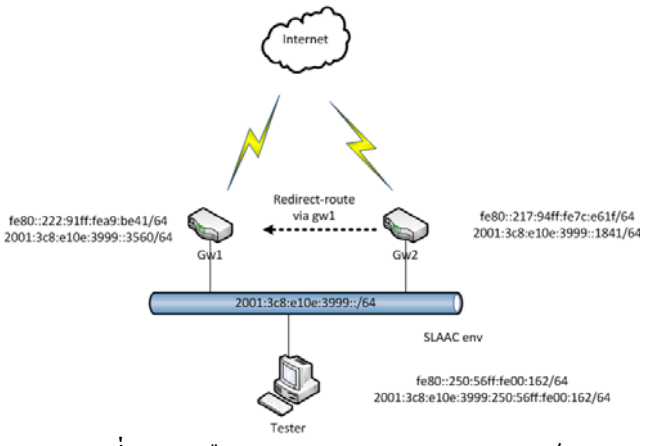
การทดสอบจะทำเลือกตำแหน่งปลายทางการทดสอบเป็นหมายเลขเครือข่าย (Network Prefix) เพื่อลดปัญหาการรบกวนตำแหน่งเครื่องปลายทางในเครือข่าย และเลือกตำแหน่งเครือข่ายปลายทางจากหมายเลขที่ได้รับการกำหนดจาก IANA เพื่อป้องกันปัญหาการไม่มีเส้นทางเครือข่าย เครือข่ายทดสอบอยู่ในภูมิภาคเอเชียจึงเลือกปลายทางทดสอบหมายเลขเครือข่ายในกลุ่ม APNIC (2400::/12) เป็นปลายทางทดสอบ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการทดลองได้สร้างระบบเครือข่ายในการทดสอบที่มีเกตเวย์สองทางโดยให้ Gw1 มี Network Interface 1 Gbps. และ Gw2 มี Network Interface 100 Mbps. เชื่อมต่อทั้งภายในและภายนอกเครือข่าย โดยสถานะปกติเครื่องสมาชิกในเครือข่ายจะไม่สามารถรู้ข้อมูลของความเร็วการเชื่อมต่อของเกตเวย์ทั้งสองได้ ทำให้เกิดโอกาสที่เครื่องสมาชิกจะเลือก Gw2 เป็นเกตเวย์ติดต่อปลายทางซึ่งมีช่องสัญญาณขนาดต่ำกว่า

และบริการกำหนดตำแหน่งและข้อมูลเส้นทางด้วย NDP โดยผ่าน Router Advertisement จากเกตเวย์ ซึ่งกำหนดให้ค่า Router-Preferences Option ของ RA ที่มาจากเกตเวย์ทั้งคู่เท่ากับ “High” สมาชิกในเครือข่ายทดสอบอยู่ในหมายเลขเครือข่าย 2001:3C8:E10E:3999::/64 ดังภาพที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Gw1 (FE80::222:91ff:fea9:be41, 2001:3c8:e10e:3999::3560) ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์หลักของเครือข่าย (NIC = 1Gbps)
- Gw2 (FE80::fe80::217:94ff:fe7c:e61f, 2001:3c8:e10e:3999::1841) ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำรองของเครือข่าย (NIC = 100 Mbps) และเป็นเกตเวย์สำหรับกำหนดเงื่อนไขเส้นทางอ้อมของการทดสอบ
- Tester (fe80::250:56ff:fe00:162, 2001:3c8:e10e:3999: 250:56ff:fe00:162) เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้ง Ubuntu Server 11.10 สำหรับทดสอบการเลือกเส้นทางของการส่งข้อมูล



ภาพที่ 1: ผังเครือข่ายทดสอบการตรวจสอบเกตเวย์

คุณสมบัติการบริการข้อมูลในเครือข่าย Gw1, Gw2 ให้บริการข้อมูล Network Prefix แบบอัตโนมัติ (SLAAC) โดยเกตเวย์จะส่ง RA ในเครือข่ายทั้งคู่ เพื่อให้ Tester สามารถนำข้อมูลที่ได้รับทั้ง Network Prefix และ Source Link Address ของเกตเวย์มาทำการกำหนด IID ของเครื่องเพื่อสร้างหมายเลข IPv6 Address และสร้างตารางเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์ของเครื่อง Tester

กรณีการทดสอบจากแบบจำลอง

- กรณีที่ 1 กำหนดให้ Gw1, Gw2 มีเส้นทางติดต่อ Internet ได้โดยตรงพร้อมกัน สามารถเป็นเกตเวย์ส่งผ่านข้อมูลจากเครื่อง Tester ไปยังปลายทางทดสอบได้
- กรณีที่ 2 คงค่าเส้นทางของ Gw1 แต่ปรับค่าตารางเส้นทางของ Gw2 ให้เปลี่ยนเส้นทางส่งข้อมูลให้ redirect path via Gw1 เพื่อทดสอบความแตกต่างของการเลือกเส้นทางของเครื่อง Tester
- ทั้งสองกรณีเครื่อง Tester ใช้เครื่องมือ PMTUD โดยโปรแกรม “tracepath6” ทดสอบเส้นทางผ่านผ่านเกตเวย์ไปยังปลายทางที่กำหนด
- เครื่อง Tester ควบคุมตารางเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์โดยใช้คำสั่งจัดการของ Linux ด้วยโปรแกรม “ip -6 route [show/add/delete]”

4. ผลการศึกษาและทดสอบ

จากการทดลองเมื่อเตรียมระบบเครือข่ายทดสอบ ผลการตรวจสอบข้อมูลตารางเส้นทางของเครื่อง Tester พบว่ามี

เส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์ที่ได้รับจาก Gw1, Gw2 ดังภาพที่ 2 ซึ่งมีค่า Metric เท่ากัน จะเป็นหน้าที่การตัดสินใจเลือกโดยระบบปฏิบัติการของเครื่องซึ่งมีแนวโน้มที่จะเลือก Gw2 ที่มีความเร็วการต่อเชื่อมต่ำกว่า Gw1 เป็นเกตเวย์ของเครื่อง และภาพที่ 3 แสดงข้อมูลในแพ็คเกต RA ที่ได้รับจาก Gw1, Gw2 ซึ่งมีข้อมูลพารามิเตอร์ประกอบ เหมือนกันทั้งหมด ยกเว้น Source Link Address ซึ่งมีผลทำให้เครื่อง Tester เลือกเส้นทางผ่าน Gw2 ซึ่งมีขนาดช่องสัญญาณต่ำกว่า Gw1

```
default via fe80::217:94ff:fe7c:e61f dev eth0 proto kernel metric 1024
expires 1659sec hoplimit 64
default via fe80::222:91ff:fea9:be41 dev eth0 proto kernel metric 1024
expires 1682sec hoplimit 64
```

ภาพที่ 2: ตารางเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์เครื่อง Tester

```
Gw1 -> IP6 (class 0xe0, hlim 255, next-header ICMPv6 (58)
payload length: 64) fe80::222:91ff:fea9:be41 > ff02::1: [icmp6 sum
ok] ICMP6, router advertisement, length 64
        hop limit 64, Flags [none], pref high, router lifetime 1800s,
reachable time 0s, retrans time 0s
        source link-address option (1), length 8 (1): 00:22:91:a9:be:41
        mtu option (5), length 8 (1):  1500
        prefix info option (3), length 32 (4): 2001:3c8:e10e:3999::/64,
Flags [onlink, auto], valid time 3600s, pref. time 1800s

Gw2 -> IP6 (class 0xe0, hlim 255, next-header ICMPv6 (58)
payload length: 64) fe80::217:94ff:fe7c:e61f > ff02::1: [icmp6 sum
ok] ICMP6, router advertisement, length 64
        hop limit 64, Flags [none], pref high, router lifetime 1800s,
reachable time 0s, retrans time 0s
        source link-address option (1), length 8 (1): 00:17:94:7c:e6:1f
        mtu option (5), length 8 (1):  1500
        prefix info option (3), length 32 (4): 2001:3c8:e10e:3999::/64,
Flags [onlink, auto], valid time 3600s, pref. time 1800s
```

ภาพที่ 3: ข้อมูลในแพ็คเกต RA ที่ได้รับจาก Gw1, Gw2

ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมกรณีที่ 1 ให้ Gw1, Gw2 พร้อมให้บริการส่งผ่านข้อมูลไปยังปลายทางทดสอบได้ แต่โดยการเตรียมการของเครือข่าย Gw1 มีความสามารถในการให้บริการสูงกว่า Gw2 เนื่องด้วย Network Interface ของ Gw1 มีความเร็วการเชื่อมต่อ 1 Gbps. ซึ่งมากกว่า Gw2 ซึ่งมีความเร็วของ Network Interface เพียง 100 Mbps. ผลการทดสอบการเลือกเส้นทางของเครื่อง Tester ไม่สามารถเลือก Gw1 ได้จากคุณสมบัตินี้ แต่จากเครื่องมือทดสอบของงานวิจัยนี้พบว่า ใน Hop ที่ 3 เป็นต้นไป ซึ่งเป็นจุดร่วมของเส้นทางที่เครื่อง Tester ส่งข้อมูลทดสอบไปถึงปลายทาง ผลการเลือกเส้นทางผ่าน Gw1 มีค่า Round-Trip Time (RTT) ที่ Hop ดังกล่าว ต่ำกว่าการเลือกเส้นทางผ่าน Gw2 ดังข้อมูลตัวอย่างการทดสอบในภาพที่ 4

```
[Via Gw1]
$ tracepath6 -n 2600::
 1?: [LOCALHOST]                    0.035ms pmtu 1500
 1:  2001:3c8:e10e:3999::3560              1.614ms
 1:  2001:3c8:e10e:3999::3560              1.315ms
 2:  2001:3c8:e10e:ffff::903:1             0.968ms
 3:  2001:3c8:e100:1045::1                 1.041ms
 4:  2001:3c8:1201:f6::1                   1.543ms
...

[Via Gw2]
$ tracepath6 -n 2600::
 1?: [LOCALHOST]                    0.042ms pmtu 1500
 1:  2001:3c8:e10e:3999::1841              1.880ms
 1:  2001:3c8:e10e:3999::1841              1.063ms
 2:  2001:3c8:e10e:118::1                  1.916ms
 3:  2001:3c8:e100:1045::1                 1.311ms
 4:  2001:3c8:1201:f6::1                   1.798ms
...
```

ภาพที่ 4: ผลการทดสอบ tracepath6 2600::

และผลการวัดค่าโดยการเก็บข้อมูลทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 ชั่วโมง โดยการกำหนดให้เครื่องวัดตรวจสอบ RTT ไปยัง Hop ต่างๆ โดยการบังคับให้ผ่าน Gw1,Gw2 และทำการหาค่าเฉลี่ย Median และ Standard Deviation ได้ค่าการวัดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการวัด RTT ในแต่ละ Hop ผ่าน Gw1, Gw2

Hop	Gw1(RTT: mSec)		Gw2(RTT: mSec)	
	Median	SD	Median	SD
1	0.835	0.2	1	0
2	ตำแหน่ง ณ. จุดนี้ไม่ตรงกัน			
3	1.2	0	1.3	0.1
4	1.5	0	1.7	0
15	160.5	7.2	160.7	7.1

พิจารณาผลในหลักการว่าผลการวัดเชิงเวลาของ RTT เมื่อผ่าน Gw1 จะต้องน้อยกว่า Gw2 เนื่องด้วยความเร็วของอินเทอร์เฟสที่แบบจำลองของ Gw1 มีความเร็วสูงกว่า ผลที่วัดได้ใน 1st Hop ค่า Median ของ Gw1 ต่ำกว่า Gw2 แต่มีค่าเบี่ยงเบน ซึ่งแปลผลได้ว่าในการทดสอบบางครั้งค่า RTT ของ Gw1 จะสูงกว่า Gw2 ทำให้ค่าที่วัดได้ไม่สามารถบ่งบอกว่าเส้นทางผ่าน Gw1 มีประสิทธิภาพมากกว่า Gw2 ในผลการตรวจสอบที่ต้องการ

ใน 2nd Hop เส้นทางผ่านจุดต่อเชื่อมแต่ต่างกันทำให้ไม่สามารถประเมินเชิงเวลาได้ ใน 3rd ,4th Hop เริ่มเป็นจุดบริการร่วมของเส้นทางผ่าน Gw1, Gw2 ไปยังปลายทางทดสอบ มีค่า Median และ SD ที่บ่งบอกได้ว่าการส่งผ่านทาง

Gw1 ใช้เวลาน้อยกว่า Gw2 เป็นที่ชัดเจน สอดคล้องกับการทดสอบด้วยเครื่องมือ PMTUD และใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ 15th Hop เป็นตำแหน่งสุดท้ายในการทดสอบที่ตอบสนองการทดสอบในเส้นทางนี้ ใช้เวลาในการทดสอบสูงและผลการวัดเชิงเวลามีค่าเบี่ยงเบนสูง

```
[via Gw1]
$ tracepath6 -n 2600::
 1?: [LOCALHOST]                    0.108ms pmtu 1500
 1:  2001:3c8:e10e:3999::3560                1.710ms
 1:  2001:3c8:e10e:3999::3560                1.619ms
 2:  2001:3c8:e10e:ffff::903:1               0.816ms
 3:  2001:3c8:e100:1045::1                   1.258ms
…
[via Gw2]
$ tracepath6 -n 2600::
 1?: [LOCALHOST]                    0.091ms pmtu 1500
 1:  2001:3c8:e10e:3999::1841                2.021ms
 1:  2001:3c8:e10e:3999::1841                1.032ms
 2:  2001:3c8:e10e:3999::3560                2.271ms
asymm  1
 3:  2001:3c8:e10e:ffff::903:1               1.111ms
asymm  2
 4:  2001:3c8:e100:1045::1                   1.279ms
asymm  3

[Route Table on Tester]
$ ip -6 route show
2001:3c8:e10e:3999::/64 dev eth0  proto kernel  … expires
3478sec
fe80::/64 dev eth0  proto kernel  metric 256
```

ภาพที่ 5 ผลการ tracepath6 via Gw2 มีการไหลวนในเครือข่าย

ผลการทดสอบ PMTUD ในเครือข่ายในกรณีที่ 2 โดยปรับเปลี่ยนเส้นทางของ Gw2 ให้ re-direction path via Gw1 ผลการทดสอบสามารถติดต่อปลายทางที่กำหนดได้ แต่ผลของรายงานที่ได้จากโปรแกรม “tracepath6” มีผลการทดสอบที่น่าสนใจในการสร้างแบบการเปรียบเทียบระหว่างตารางเส้นทางของเครื่อง Tester กับข้อมูลที่ได้จากรายงานเส้นทางการส่งผ่านว่าใน Hop ที่ 1,2 มี Network Prefix ซ้ำกัน โดยแปลความได้ว่าแพ็คเกตข้อมูลมีการไหลวนอยู่ใน Local Network ของเครื่อง Tester ต่อเชื่อมอยู่ดังภาพที่ 5

5. สรุป

บริการของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลรุ่นที่ 6 (IPv6) ได้สร้างเครื่องมือให้ผู้บริการทรัพยากรเครือข่ายสามารถจัดรูปแบบบริการเส้นทางเกตเวย์ในพื้นที่เครือข่าย (Local Network) ในรูปแบบหลายเกตเวย์ (Multi-gateway) ได้โดยการกำหนดการบริการข้อมูลหมายเลขประจำเครือข่ายและตำแหน่งเกตเวย์ในรูปแบบ SLAAC ผ่าน NDP ซึ่งมีผลทำให้เครื่องลูกข่ายจะได้รับทราบตำแหน่งดีฟอลต์เกตเวย์จากข้อมูลแพ็คเกต RA จากทุกเกตเวย์ที่กระจายข้อมูลในพื้นที่เครือข่าย ซึ่งทำให้ผู้บริหารเครือข่ายสามารถประกาศข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่ายได้สะดวก หากแต่ด้วยการทำงานในรูปแบบไร้สถานะของ SLAAC ในด้านของเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในพื้นที่เครือข่ายจะไม่มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกดีฟอลต์เกตเวย์ที่ดี (Best Path Selection) จากข้อมูลที่ได้รับจาก RA ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพของการเลือกเส้นทางการส่งข้อมูลออกไปนอกเครือข่ายด้อยประสิทธิภาพ ผลจากการทดลองในแบบทดสอบกรณีที่ 1 โดยการใช้เครื่องมือ PMUTD ทำการทดสอบไปยังปลายทางแบบสุ่มตำแหน่งพบว่า โดยเงื่อนไขการกำหนดสภาพแวดล้อมในการทดสอบ Gw1 มีความเร็วการเชื่อมต่อสูงกว่า Gw2 งานวิจัยก็ให้ผลสอดคล้องในการตรวจสอบใน Hop ในระหว่างเส้นทางที่ใกล้ที่สุด ที่เป็นจุดร่วมของเส้นทางที่ส่งผ่านทั้ง Gw1 และ Gw2 จะมีค่า RTT ของกรณีส่งผ่าน Gw1 มีค่าต่ำกว่า ซึ่งสรุปได้ว่าการกำหนดให้มีการทดสอบสุ่มด้วย PMTUD สามารถบอกได้ว่าเส้นทางการส่งข้อมูลระหว่าง Gw1 หรือ Gw2 เป็นเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่ากัน

และจากเครื่องมือทดสอบ PMTUD ที่ใช้ทดสอบสำหรับกรณีที่ 2 ก็สามารถตรวจสอบได้ว่าการเลือกเกตเวย์ที่ส่งผ่านข้อมูลในลักษณะ Re-Direct ผลการทดสอบจะบ่งบอกลำดับเส้นทางที่จะเกิดการซ้ำกับข้อมูล Network Prefix ของเครื่องทดสอบ ก็สามารถตรวจสอบได้ ในกรณีนี้มักจะเกิดในกรณีที่เครือข่ายอาจมีสถานการณ์ Man-in-the-middle Attack (MITM) และโดยปกติเครื่องลูกข่ายจะปิดฟังชั่นการยอมรับ ICMPv6 Redirection ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถตรวจสอบปัญหานี้และแก้ไขได้โดยตรง

ในอนาคตงานวิจัยกำลังศึกษาผลการทดสอบนี้เชิงสถิติที่สามารถลดความซับซ้อน, เวลาในการตรวจสอบ และข้อมูลผลลัพท์ของการทดสอบที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนให้เครื่องลูกข่ายสามารถเลือกเส้นทางดีฟอลต์เกตเวย์ในสภาพแวดล้อมการบริการข้อมูลเครือข่ายแบบ SLAAC ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ “สำนักงานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา” (UniNet) ที่ให้ความอนุเคราะห์ IPv6 Prefix และสนับสนุนการเชื่อมต่อเครือข่าย IPv6 เพื่อทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] T. Narten, T. Jinmei, and S. Thomson, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," *IETF* 2007.

[2] T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson, and H. Soliman, "RFC 4861: Neighbor Discovery for IPv6," *IETF* ed: Sep, 2007.

[3] D. Leroy and O. Bonaventure, "Preparing network configurations for IPv6 renumbering," *International Journal of Network Management*, vol. 19, pp. 415-426, 2009.

[4] A. Conta and M. Gupta, "Internet control message protocol (icmpv6) for the internet protocol version 6 (ipv6) specification," *IETF* 2006.

[5] R. Draves and D. Thaler, "Default router preferences and more-specific routes," *RFC 4191, IETF*, 2005.

[6] อิฐอารัญ ปิติมล และ ศิรปัฐช์ บุญครอง, "เทคนิคการแก้ปัญหาการปลอมเกตเวย์บนเครือข่ายของไอพีเวอร์ชั่น 6," *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่* 8, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[7] T. Chown and S. Venaas, "Rogue IPv6 Router Advertisement Problem Statement," *RFC 6104*, 2011.

[8] V. Vasantha, "IPv6 Path MTU computation using routing protocol," *IETF*, 2008.

[9] M. Luckie and B. Stasiewicz, "Measuring path MTU discovery behaviour," *presented at the Proceedings of the 10th ACM SIGCOMM conference on Internet measuremen*t, Melbourne, Australia, 2010.

[10] I. Haddad and M. Blanchet, "Supporting IPv6 on a Linux server node," *Linux Journal*, vol. 2002, p. 2, 2002.

ต้นแบบระบบการหาเส้นทางโทรศัพท์ที่มีต้นทุนต่ำที่สุดด้วยเทคโนโลยี VoIP
Telephone Least-Cost-Routing Prototype System Using VoIP Technology

พิชัย ธีระโรจน์สกุล (Phichai Teerarojsakul)[1] ธนัญ จารุวิทยโกวิท (Thanan Jaruvitayakovit)[2]
และชัยพร เขมะภาตะพันธ์ (Chaiyaporn Khemapatapan)[3]
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]pichai_fat@hotmail.com, [2]tjaruvit@yahoo.com, [3]chaiyaporn@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการใช้โทรศัพท์เป็นระบบการสื่อสารหลักของทุกองค์กร โดยเฉพาะองค์กรขนาดใหญ่ที่มีการโทรศัพท์ไปยังระบบปลายทางที่เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ และโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารประเภทนี้สูงมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดค่าใช้จ่ายในการสื่อสารในกรณีนี้ให้ต่ำที่สุด โดยได้ออกแบบและพัฒนาระบบการหาเส้นทางโทรศัพท์ที่มีต้นทุนต่ำที่สุดด้วยเทคโนโลยี VoIP ต้นแบบที่พัฒนาสามารถเลือกเส้นทางการโทรออกไปยังปลายทางไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ และโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ โดยให้เกิดต้นทุนค่าบริการต่ำที่สุดให้อย่างอัตโนมัติ โดยระบบจะมีการเปรียบเทียบค่าบริการเมื่อผู้ใช้งานโทรออกโดยใช้โครงข่ายต่าง ๆ และจะเลือกเส้นทางที่มีค่าบริการต่ำที่สุดในสถานการณ์นั้น ๆ โดยมีเงื่อนไขคือผู้ใช้งานจะต้องสามารถโทรศัพท์ได้ถ้ามีวงจรว่างอยู่ งานวิจัยนี้พัฒนาด้วยใช้ Asterisk เป็นโปรแกรมหลักของระบบ ซึ่งเชื่อมต่อไปยังโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน 1 ช่องทาง โทรศัพท์ เคลื่อนที่ 3 ช่องทาง และโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ต 1 ช่องทาง จากการศึกษากับองค์กรแห่งหนึ่งที่มีผู้ใช้งานประมาณ 38 คน พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายของโทรศัพท์ในองค์กรได้มากที่สุดถึง 60 %

คำสำคัญ: VoIP, Asterisk, Least cost routing

Abstract

Nowadays a telephone system is a major means of communication for all organizations, especially those with heavy uses of mobile phone or international calls. Tremendous expense has been spent in these services. This research aims to minimize the cost of telephone service by designing and developing the system using VoIP technology that enables users to choose the most cost-effective way to reach the destinations. This system is applicable to all phone services including residential telephone, mobile phone or international call. The system automatically compares the service charges among providers and chooses the one with best option in each case. There is another condition for the design that user shall able to use the telephone service if there is a circuit available. This work is developed by using Asterisk as a major program, which links to one hub of residential telephone, three hubs of mobile phone and one hub of internet phone. The case study was done with an organization with approximately 38 users. In this case, we can reduce cost of telephone up to 60 %

Keyword: VoIP, Asterisk, Least cost routing

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันการใช้โทรศัพท์เป็นระบบหลักในการสื่อสาร ทำให้ค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์นั้นสูงมาก จากสถิติการใช้งานค่าโทรศัพท์(หน่วยงานเอกชนที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการบินแห่งหนึ่ง) มีค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ที่โทรไปยังโทรศัพท์พื้นฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ โดยค่าใช้จ่ายต่อเดือนของหน่วยงานที่เป็นกรณีศึกษานี้อัตราค่าใช้จ่ายเดือนที่มากที่สุด 10,582 บาทต่อเดือน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาระบบที่สามารถลดค่าใช้จ่ายโดยใช้เทคโนโลยี VoIP เข้ามาช่วย

บทความนี้นำเสนอระบบ Server VoIP ต้นแบบมาใช้เลือกเส้นทางในการโทรออกไปยังปลายทางที่มีค่าบริการต่ำที่สุดในสถานการณ์นั้น ๆ และต้องโทรออกได้ในกรณีที่มีคู่สายว่างอยู่

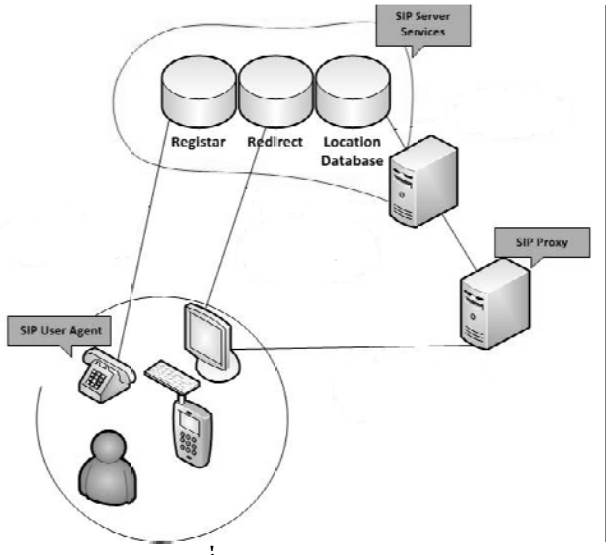
โดยเลือกโทรไปยังเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 ช่องทาง โทรศัพท์พื้นฐาน 1 ช่องทาง และโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ต 1 ช่องทาง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี VoIP

เทคโนโลยี VoIP [1] เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาเสียงส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยระบบจะนำเอาข้อมูลเสียงมาบีบอัดบรรจุลง แพ็คเกจ และส่งไปยัง VoIP Gateway เมื่อต้องการเชื่อมต่อกับโครงข่าย PSTN โดยทั่วไปเทคโนโลยี VoIP ในระบบองค์กร (Enterprise) จะมีอยู่ 2 มาตรฐาน[2] คือ มาตรฐาน H.323 และ SIP (Session Initiation Protocol) ในงานวิจัยนี้จะใช้มาตรฐาน SIP มาใช้ในการพัฒนาระบบ VoIP Server ต้นแบบ เนื่องจาก SIP เป็นมาตรฐานที่นิยมในปัจจุบัน และมีความซับซ้อนในการทำงานน้อยกว่ามาตรฐานของ H.323 มาก

ลักษณะของการทำงานของ SIP Server นั้นแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ลักษณะการทำงานของ SIP Server

SIP User Agent เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ฝั่ง end-users เช่น cell phone, PCs ทำหน้าที่ในการสร้างและจัดการ SIP sessions SIP Registar เป็นฐานข้อมูลที่เก็บตำแหน่ง (location) ของ User Agent ทั้งหมดที่อยู่ภายใน domain เดียวกัน SIP Proxy Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างการติดต่อสื่อสารระหว่าง client กับ server SIP Redirect Server ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่าง SIP Proxy Server กับ session invitation ที่อยู่นอก domain เดียวกัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยการประยุกต์ใช้โนโลยี VoIP มาใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายการใช้โทรศัพท์ภายในองค์กรโดยใช้ Asterisk ทำเป็น VoIP Server และใช้ติดต่อสื่อสารกันระหว่างภายในองค์กรเพื่อลดค่าใช้จ่ายภายในการติดต่อสื่อสารภายในองค์กรโดยใช้ Soft-Phone, IP-Phone เป็นหลักในการใช้งานซึ่งจะติดต่อกันเฉพาะภายใน Server VoIP ตัวเดียวกัน [3],[9] ซึ่งระบบนี้ไม่ได้เชื่อมต่อไปยัง PSTN Network จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายภายในองค์กรได้เพียงการติดต่อสื่อสารภายในเท่า นั้นไม่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการโทรออกไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

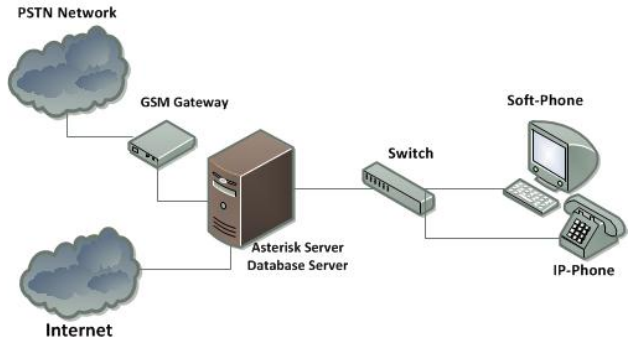
ผลิตภัณฑ์ Ucall [4] เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยใช้อุปกรณ์ชื่อ Excel TG 1500V ต่อที่ตู้สาขา PABX โดยระบบจะโทรออกไปยังมือถือผ่านตู้สาขา PABX และส่งต่อไปยังอุปกรณ์เสริมเพื่อโทรออกผ่านเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ขององค์กร แต่ระบบนี้จะรองรับการใช้งานเพียงแค่ 1 ช่องทางในการโทรออกเท่านั้นซึ่งอาจไม่ครอบคลุมเรื่องค่าใช้จ่ายและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลได้

ในปัจจุบันจากการรวบรวมข้อมูลยังไม่พบงานวิจัยหรือผลิตภัณฑ์ใดที่มีความสามารถในการทำ least cost routing

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

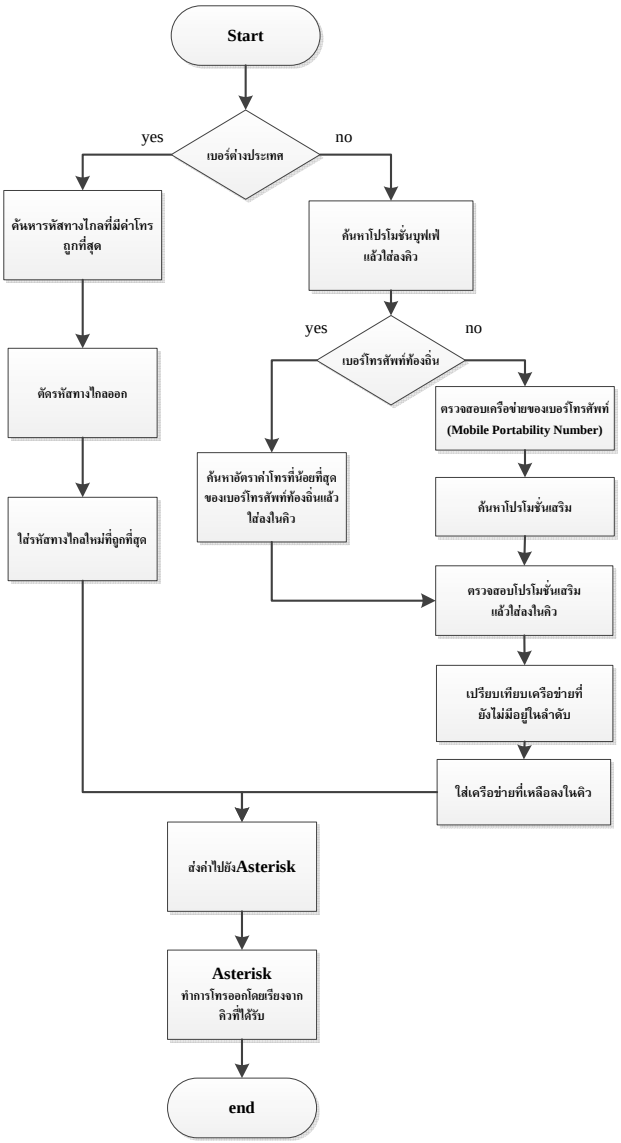
ภาพที่ 2 แสดงสถาปัตยกรรมของงานวิจัยนี้ โดยออกแบบและพัฒนาต้นแบบเพื่อเลือกช่องทางการโทรออกไปยังปลายทางอัตโนมัติโดยมี 3 โครงข่ายได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์พื้นฐาน และโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ต เพื่อลดค่าใช้จ่ายขององค์กรให้มากที่สุด รวมทั้งรับประกันให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ในขณะที่มีคู่สายว่าง



ภาพที่ 2: สถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์ผ่าน VoIP Server ต้นแบบ

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

กระบวนการทำงานของระบบแสดงดัง ภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แสดงกระบวนการทำงานของระบบ

3.2.1 กลไกการแยกเบอร์โทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศออกจากเบอร์โทรศัพท์อื่นๆ

ลำดับแรกระบบจะรับเบอร์โทรศัพท์มาจาก Asterisk ซึ่งเป็นตัวรับค่าเบอร์โทรศัพท์จากผู้ใช้งาน หลังจากนั้นระบบจะแยกเบอร์โทรศัพท์โดยการดูตัวเลข 2 ลำดับแรกและตรวจสอบจำนวนของเบอร์โทรว่ามีมากกว่า 10 ตัวเลขขึ้นไป เช่น ถ้าเป็นเบอร์โทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศจะขึ้นต้นด้วย 00, 10 และมีจำนวนมากกว่า 10 ตัวเลขขึ้นไป นอกจากนี้เป็นเบอร์โทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.2.2 กลไกการหารหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศที่มีค่าใช้จ่ายถูกที่สุด

วิธีการโทรทางไกลระหว่างประเทศนั้นระบบจะพิจารณาจากรหัสโทรทางไกล 3 ตัวแรกแล้วโทรออกไปยังผู้ให้บริการโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ ซึ่งค่าใช้จ่ายนั้นจะเป็นไปตามเครือข่ายต่าง ๆ ตามรหัสขึ้นต้น โดยระบบจะคำนวณเลือกผู้ให้บริการที่มีต้นทุนต่ำที่สุดจากข้อมูลราคาที่ผู้ดูแลระบบกรอกเข้าในระบบ โดยระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดอันดับตามค่าใช้จ่ายเรียงลำดับจากต้นทุนต่ำที่สุดไปหาต้นทุนสูงสุด

3.2.3 กลไกการเปลี่ยนรหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศและนำรหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศที่ถูกที่สุดใส่ลงไปใหม่

กลไกนี้จะลบรหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศ 3 หลักแรกออก หลังจากนั้นระบบจะเปลี่ยนรหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศ โดยนำรหัสที่จัดอันดับค่าโทรศัพท์ระหว่างประเทศที่มีต้นทุนต่ำที่สุดใส่ลงไปแทนค่าเก่า ซึ่งวิธีนี้จำเป็นต้องเรียงลำดับเครือข่ายที่ใช้ในการโทรออกเหมือนโทรศัพท์ประเภทอื่น แต่จะแตกต่างตรงที่วิธีการคิดค่าบริการจะตรวจสอบจากรหัสโทรทางไกลระหว่างประเทศ ไม่ได้ดูจากโครงข่ายที่ใช้โทรออก

3.2.4 กลไกการตรวจสอบว่ามีโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์หรือไม่

กรณีที่ไม่ใช่การโทรทางไกลระหว่างประเทศ ระบบจะตรวจสอบข้อมูลในระบบว่ามีโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์หรือไม่ โดยปกติแล้วโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์จะจำกัดเป็นช่วงเวลาสามารถโทรออกได้ไม่จำกัดเครือข่ายและระยะเวลา เช่น ถ้าโปรโมชั่นตั้งแต่ 08.00-17.00 น. ของเครือข่ายดีแทค ระบบก็จะเลือก

เครือข่ายดีแทคใส่เข้าไปในคิวการจัดอันดับ ถ้าไม่มีโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์ ระบบก็จะไม่ได้เลือกเครือข่ายใดลงไปในคิว

3.2.5 กลไกการตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ท้องถิ่น

ระบบจะตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ท้องถิ่นจากการดูรหัส 3 หลักแรกจากข้อมูลที่ผู้ดูแลระบบระบุ

3.2.6 กลไกการหาอัตราค่าโทรที่ถูกที่สุดของเบอร์โทรศัพท์ท้องถิ่น

ระบบจะตรวจสอบค่าโทรโดยดูจากข้อมูลที่ผู้ดูแลระบบได้ระบุไว้ สาเหตุที่ต้องแยกเบอร์โทรศัพท์ท้องถิ่นออกนั้นเนื่องจากการคิดค่าบริการไม่เหมือนกับโทรศัพท์แบบอื่น เนื่องจากถ้าเป็นโทรศัพท์ท้องถิ่นนั้นจะมีบางเครือข่ายที่คิดค่าบริการเป็น บาท/ครั้ง ไม่ใช่เป็น บาท/นาที หลังจากได้ค่าโทรที่ถูกที่สุดแล้วจะใส่เครือข่ายลงไปในคิวการจัดอันดับ

3.2.7 กลไกการตรวจสอบเบอร์โทรศัพท์ว่าเป็นของเครือข่ายใดและตรวจสอบการย้ายค่ายโดยใช้เบอร์เดิม (Mobile number portability)

ระบบจะตรวจสอบจากเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการโทรออกว่าเป็นเครือข่ายใด โดยตรวจสอบจากฐานข้อมูลPrefix Number ที่มีอยู่และสามารถเพิ่ม ลด หรือแก้ไขเครือข่ายในกรณีที่มีการย้ายเครือข่าย โดยใช้เบอร์โทรศัพท์เดิมได้จากผู้ดูแลระบบ

3.2.8 กลไกการตรวจสอบTopping (โปรโมชั่นเสริม)

เนื่องจากบางเครือข่ายผู้ให้บริการมีโปรโมชั่นเสริมแบบโทรในเครือข่ายเดียวกันฟรี หลังจากระบบได้ตรวจสอบเบอร์โทรศัพท์แล้วว่าเป็นเครือข่ายใด จากนั้นจะทำการจับคู่เครือข่ายที่มีโปรโมชั่นเสริมแล้วใส่เครือข่ายนั้นลงไปในคิวการจัดอันดับ

3.2.9 กลไกการเทียบเครือข่ายที่ยังไม่มีอยู่ในคิวการจัดอันดับ

กลไกจะตรวจสอบเครือข่ายที่เหลือที่ยังไม่ได้อยู่ในคิวการจัดอันดับการโทรออก โดยตรวจสอบเครือข่ายที่ยังไม่ได้ถูกเพิ่มลงไปในคิว ด้วยวิธีดูเครือข่ายที่ถูกใช้งานไปแล้ว หลังจากนั้นจะเรียงลำดับตามอัตราค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดตามที่ผู้ดูแลระบบได้ระบุโปรโมชั่นไว้ในระบบ แล้วนำไปเพิ่มลงในคิวอันดับการโทรออก

3.2.10 กลไกส่งค่ากลับไปที่ Asterisk หลังจากนั้น Asterisk จะโทรออก

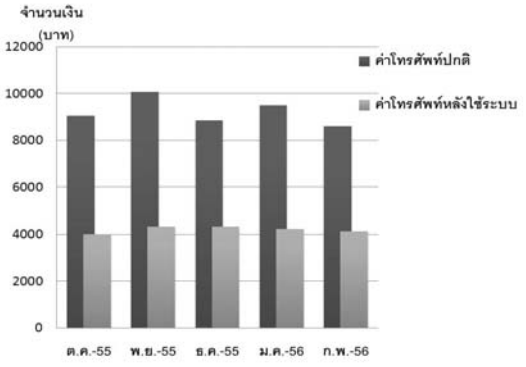
ระบบจะส่งค่าคิวลำดับการโทรออกตามเงื่อนไขที่ได้รับมาส่งไปให้Asterisk เพื่อโทรออกเรียงตามลำดับอัตราค่าใช้จ่ายจากน้อยไปหามาก สาเหตุที่ต้องคิวลำดับการโทรส่งไปให้Asterisk นั้นเนื่องจากในกรณี ที่สายไม่ว่างระบบจะสามารถโทรออกตามลำดับค่าโทรที่มีค่าน้อยในลำดับถัดไป เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของงานวิจัยที่สามารถโทรออกได้ในราคาที่ถูกที่สุด และจะต้องสามารถโทรออกได้ในกรณีที่มีวงจรว่างอยู่

ภาพที่ 4: แสดงภาพหน้าเว็บเพจที่ใช้สำหรับใส่รายละเอียดโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์

ภาพที่ 4 แสดงหน้าเว็บที่ผู้ดูแลระบบเป็นคนใส่ข้อมูลค่าโทรศัพท์ของโปรโมชั่นบุฟเฟ่ต์โดยจะให้ใส่เวลาและเครือข่ายที่มีโปรโมชั่นอยู่และสามารถปิดการใช้งานได้จากช่องทางขวาสุดในกรณีที่ไม่มีโปรโมชั่น

4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบกับ หน่วยงานเอกชนที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการบิน โดยมีผู้ใช้งานโทรศัพท์ในระบบ 38 คน ใช้โทรศัพท์เป็นหลักในการติดต่อสื่อสาร โดยโทรออกจากโทรศัพท์พื้นฐานเท่านั้น โทรออกไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ทางไกลระหว่างจังหวัดและโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ ได้ผลการทดสอบดัง ภาพที่ 5 (ค่าโทรศัพท์ปกติคือค่าใช้จ่ายต่อเดือนของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษานี้)



ภาพที่ 5 : แสดงค่าใช้จ่ายก่อนและหลังใช้ระบบ

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นค่าโทรศัพท์ที่ลดลงเนื่องจากหน่วยงานนี้ใช้โทรศัพท์พื้นฐานในการโทรออกเป็นหลัก จากข้อมูลเชิงสถิติของหน่วยงานในระยะเวลา 3-5 เดือน ใช้งานโทรออกไปยังเบอร์โทรศัพท์พื้นฐานและเบอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่เฉลี่ยเดือนละ 2,229 นาที และโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ 403 นาที ผู้วิจัยจึงซื้อแพ็คเกจค่าโทรศัพท์ทุกเครือข่ายเดือนละ 3000 นาที ในส่วนค่าโทรต่างประเทศนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งานแต่ระบบจะเลือกรหัสที่มีอัตราค่าใช้จ่ายที่มีต้นทุนต่ำที่สุดในขณะนั้น ซึ่งเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นระบบสามารถลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงานที่เป็นกรณีศึกษานี้ได้เฉลี่ยถึง 55.36% โดยส่วนของฮาร์ดแวร์ต่างๆที่จำเป็นต้องลงทุนประมาณ 20,000 บาท ต้องใช้ระบบนี้ประมาณ 5 เดือนจึงจะคุ้มต้นทุน

5. สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการลดค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ที่มีการโทรออกไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์ทางไกลระหว่างจังหวัด โทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศและ โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 3 ค่ายหลัก โดยระบบสามารถหาเส้นทางออกไปยังปลายทางที่มีอัตราค่าใช้จ่ายถูกที่สุดในขณะนั้นได้โดยอัตโนมัติ และผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้เสมอในกรณีที่มีวงจรว่าง นอกจากนั้นผู้ดูแลระบบยังสามารถแก้ไขฐานข้อมูลของค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ได้โดยผ่านหน้าเว็บเพจ โดยระบบจะนำข้อมูลต้นทุนการโทรของแต่ละระบบไปคำนวณเพื่อหาต้นทุนการโทรที่ต่ำที่สุดให้โดยอัตโนมัติโดยที่ผู้ดูแลระบบไม่จำเป็นต้องแก้ไข coding ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการโทร

ระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะในฝ่ายที่ต้องติดต่อสื่อสารกับลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติพงษ์ สุวรรณราช" *ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย Asterisk"*พิมครั้งที่ 1 ปี 2551 หน้า 3-19

[2] http://forums.asterisk.org/ [Oct 10, 2012]

[3] LiLi Chu "Implementation and Application of VOIP" Network School of Electronics& Information Engineering Liao Ning University of Technology

[4] www.Ucall.co.th, 513 Ruamrisimit Vitpavadeerangsit Rd.Chompol Chatuchak Bangkok 10900[Feb 4, 2013]

[5] www.toteservice.com/telephonechange packages/change [Feb 4, 2013]

[6] www.toteservice.com/telephone changepackages/change [Feb 4, 2013]

[7] www.dtac.com/postpaid/voice.htm [Feb 4, 2013]

[8] www.toteservice.com/telephonechange packages/change [Feb 4, 2013]

[9] Marcin Zas_pa, Przemys_aw S_kalski, Bartosz Sakowicz, Piotr Mazur "Implementation of Cost-effective VoIP Network" Department of Microelectronics and Computer Science Technical University of Poland

[10] ปรเมศวร์ กุมารบุญ ."Next Generation Network (NGN) " http://www.torakom.com/article_index.php?sub =article_show&art=21

ผลกระทบของการเคลื่อนที่บนอัลกอริทึมการปรับปรุงการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการของมดสำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

Impact of Mobility on the Improvement of Ant Colony Optimization Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks

รณชัย สังหมื่นเม้า (Ronnachai Sangmunemao)[1] และศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์ (Sakchai Thipchaksurat)[2]

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[1]ronnachai_th@yahoo.com, [2]ktsakcha@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการหนึ่งที่สำคัญในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย คือ การค้นหาเส้นทาง การเคลื่อนที่ก็เป็นคุณสมบัติหนึ่งของโหนดเซ็นเซอร์ในเครือข่าย อัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางส่วนใหญ่จะก่อให้เกิดดีเลย์ในเครือข่ายมากเกินไปส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายลดน้อยลง บทความนี้เรานำเสนออัลกอริทึมเพื่อปรับปรุงการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการของมด (เออาร์โอ) โดยเราจะพิจารณาดีเลย์ของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์และเพิ่มกลไกการซ่อมแซมเส้นทาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายเราเรียกอัลกอริทึมที่เรานำเสนอว่าอัลกอริทึมการปรับปรุงการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการของมด (ไอ-เออาร์โอ) เราประเมินประสิทธิภาพของไอ-เออาร์โอ ด้วยการจำลองการทำงานโดยวัดประสิทธิภาพในรูปของ ดีเลย์เฉลี่ยจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน อายุการใช้งานของเครือข่ายและทรูพุต โดยเรามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเคลื่อนที่ของโหนดเซ็นเซอร์ ผลจากการจำลองการทำงาน ไอ-เออาร์โอ ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีกว่า เออาร์โอ ในทุกๆตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย ระบบวิธีการของมด การค้นหาเส้นทาง

Abstract

One major process in wireless sensor networks is the routing algorithm. The movement is one of the characteristic of sensor nodes in networks. Most of the routing algorithms may cause the increasing delay resulting in the decreasing the performance of networks. In the paper, we propose algorithm for improving the ant routing optimization algorithm (ARO). Our proposed algorithm considers the delay between the sensor nodes and additional route repair mechanism. Our algorithm is called the improvement of ant colony optimization routing algorithm (I-ARO). We evaluate the performance of I-ARO by means of the simulation. We evaluate performance in terms of average end-to-end delay, lifetime and throughput. We focus on the impact of sensor node mobility. The results show that the I-ARO provides the better performance than those of ARO for all performance metrics.

Keyword: Wireless Sensor Networks, Ant Colony Optimization, Routing Algorithm

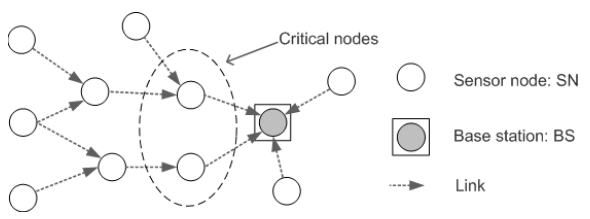
1. บทนำ

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายความสามารถที่โดดเด่นในการสังเกตการณ์ต่างๆ โดยที่ลักษณะการทำงานของเครือข่ายจะประกอบไปด้วยโหนดเซ็นเซอร์ที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน ซึ่งโหนดเซ็นเซอร์จะถูกติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อสังเกตการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในพื้นที่สังเกตการณ์ โดยมีรูปแบบในการส่งข้อมูลเป็นแบบมัลติฮอปและโหนดเซ็นเซอร์จะมีขนาดเล็กแต่ในขณะเดียวกันนั้นโหนดเซ็นเซอร์ก็มีข้อจำกัดใน

การประมวลผล ขนาดของหน่วยความจำ ระยะการสื่อสารและพลังงาน [1]

เครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายประกอบด้วยจำนวนโหนดเซ็นเซอร์ตั้งแต่เครือข่ายที่มีขนาดเล็กไปจนถึงเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากพื้นที่สังเกตการณ์ เครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายมีศักยภาพที่ดีในการนำเอาไปใช้งานในการติดตามเฝ้าระวังเหตุการณ์ เช่น ติดตามเป้าหมายในทางทหาร เฝ้าระวังภัยพิบัติทางธรรมชาติ ทางด้านการแพทย์และสำรวจสภาพแวดล้อมในพื้นที่อันตราย ในปัจจุบันเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายมีทั้งเครือข่ายที่มีโหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่และไม่เคลื่อนที่ [2] งานวิจัยนี้มุ่งเน้นปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายที่โหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่

สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่โหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่ ก็จะประกอบไปด้วยโหนดเซ็นเซอร์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเองหรือเคลื่อนที่ตามกายภาพของพื้นที่สังเกตการณ์ มีการเก็บข้อมูลต่างๆและส่งข้อมูลเหมือนกันกับเครือข่ายที่โหนดเซ็นเซอร์ไม่เคลื่อนที่แต่สิ่งแตกต่างที่สำคัญคือเครือข่ายที่โหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่จะมีการค้นหาเส้นทางไปยังสถานีฐานเป็นแบบพลวัต ปัญหาที่เกิดบ่อยครั้งสำหรับเครือข่ายแบบนี้คือเกิดโหนดวิกฤตดังภาพที่ 1 เป็นโหนดที่มีการรับส่งข้อมูลที่มากกว่าโหนดอื่นๆในเครือข่ายส่งผลให้เกิดดีเลย์สูง เกิดการดรอปของข้อมูลเป็นจำนวนมากและอายุการใช้งานของเครือข่ายลดน้อยลง [3] ดังนั้นในการออกแบบการค้นหาเส้นทางเพื่อให้สถานีฐานได้รับข้อมูลตามเวลาจริงคือจุดสำคัญจุดหนึ่งในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายและตอบสนองการใช้งานที่หลากหลาย



ภาพที่ 1: โหนดวิกฤต

สำหรับอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดถูกนำเสนอโดย Dorigo [4],[5] และได้มีการนำเอาการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาเส้นทางสำหรับเครือข่ายแบบมีสาย Caro และ Dorigo [6],[7] ได้นำเสนออัลกอริทึมที่เรียกว่า AntNet เพื่อเรียนรู้การปรับตารางการค้นหาเส้นทาง ผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า AntNet มีประสิทธิภาพสูงกว่าการค้นหาเส้นทางแบบอื่นๆ เช่น OSPF และ SPF ต่อมาได้นำเอาอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายแบบไร้สาย เช่น เครือข่ายเคลื่อนที่แบบแอดฮอค โดย F.Correia และ T.Vazao [8] และเรียกอัลกอริทึมนี้ว่า SARA ผลของการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า SARA มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางแบบเดิม เช่น อัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางเอโอดีวี (AODV)

สำหรับในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่มีข้อจำกัดต่างๆนั้น Xiao-Min Hu และ Jun Zhang [9] ได้เสนออัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางโดยประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของเครือข่ายให้เพิ่มมากขึ้นโดยเรียกอัลกอริทึมนี้ว่า ARO และงานวิจัยนี้ทำให้เราได้เกิดแรงบันดาลใจในการนำเสนออัลกอริทึมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมด โดยเราได้พิจารณาดีเลย์ที่เกิดขึ้นระหว่างโหนดเซ็นเซอร์และเพิ่มกลไกการซ่อมแซมเส้นทาง ทั้งนี้เพื่อลดดีเลย์ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายทำให้สถานีฐานได้รับข้อมูลตามเวลาจริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของเครือข่ายให้เพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยนี้ แบ่งหัวข้อนำเสนอออกเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้ หัวข้อที่ 2 เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ อัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดที่เราได้นำเสนอจะอยู่ในหัวข้อที่ 3 สำหรับการจำลองและผลของการจำลองการทำงานของงานวิจัยนี้อยู่ในหัวข้อที่ 4 และหัวข้อที่ 5 เป็นบทสรุปของงานวิจัยนี้

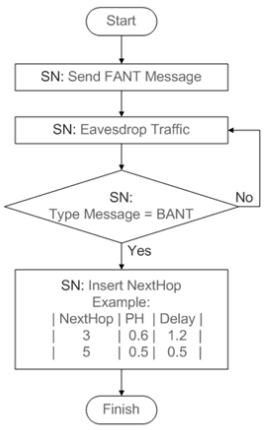
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย Xiao-Min Hu และ Jun Zhang [9] ได้นำเสนอแนวคิดอัลกอริทึมในการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายด้วยวิธีการของมด (เออาร์โอ) เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครือข่ายให้เพิ่มมากขึ้น เออาร์โอได้นำเอาการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย สำหรับวิธีการของเออาร์โอได้พิจารณาการใช้พลังงานของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์เพื่อทำให้การใช้พลังงานของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์ในเครือข่ายมีสมดุล โดยสามารถแบ่งการใช้พลังงานของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเป็นส่วนๆ คือ พลังงานที่ใช้ในการตรวจจับและพลังงานที่ใช้ในการสื่อสาร วิธีการของเออาร์โอได้พิจารณาการใช้พลังงานต่างๆของโหนดเซ็นเซอร์เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครือข่ายแต่ในเออาร์โอไม่ได้พิจารณาดีเลย์ต่างๆที่เกิดขึ้นจากโหนดเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายและไม่มีกลไกการปรับปรุงเส้นทางเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่โหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่ สำหรับวิธีการที่เราได้นำเสนอเราได้พิจารณาดีเลย์และเพิ่มกลไกการซ่อมแซมเส้นทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครือข่าย

3. วิธีการที่นำเสนอ

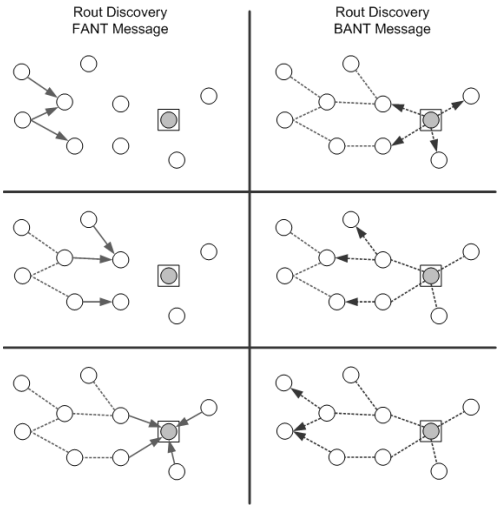
ในงานวิจัยนี้เราได้นำเสนออัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางที่ปรับปรุงวิธีการของเออาร์โอโดยพิจารณาดีเลย์ที่เกิดขึ้นระหว่างโหนดเซ็นเซอร์และเพิ่มกลไกการซ่อมแซมเส้นทาง เราเรียกอัลกอริทึมที่เรานำเสนอว่าอัลกอริทึมการปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดสำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย (ไอ-เออาร์โอ) ขั้นตอนของอัลกอริทึมจะถูกนำเสนอในหัวข้อนี้แบ่งออกเป็นส่วนๆ คือ กลไกการค้นหาเส้นทาง (Route Discovery Mechanism) กลไกการเลือกเส้นทาง (Route Selection Mechanism) และกลไกการซ่อมแซมเส้นทาง (Route Repair Mechanism)



ภาพที่ 2: แผนผังของกลไกการค้นหาเส้นทาง

3.1 กลไกการค้นหาเส้นทาง

เมื่อเครือข่ายครอบคลุมทั่วพื้นที่สังเกตการณ์ ทุกๆโหนดในเครือข่ายสามารถส่งข้อมูลถึงกันได้และรู้ตำแหน่งของทุกๆโหนดที่อยู่ในเครือข่าย ในขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาเส้นทางจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน ขั้นตอนแรกโหนดเซ็นเซอร์ที่ไม่ติดกับสถานีฐาน จะทำการส่งข้อความควบคุมเฉพาะกิจ Forward ANT (FANT) ไปยังโหนดข้างเคียงตามเงื่อนไขคือโหนดข้างเคียงต้องอยู่ระหว่างสถานีฐานกับโหนดที่ต้องการค้นหาเส้นทาง หลังจากนั้นเมื่อโหนดข้างเคียงได้รับข้อความควบคุมเฉพาะกิจ FANT แล้วก็จะทำการสร้างเส้นทางเชื่อมโยงระหว่างโหนดและทำการส่งข้อความควบคุมเฉพาะกิจ FANT ไปยังโหนดถัดไปจนกระทั่งถึงสถานีฐาน เมื่อสถานีฐานได้รับข้อความควบคุมเฉพาะกิจ FANT สถานีฐานจะทำการส่งข้อความตอบกลับ Backward ANT (BANT) ไปยังเส้นทางเชื่อมโยงต่างๆที่ถูกสร้างขึ้นโดย FANT เมื่อโหนดเซ็นเซอร์ได้รับข้อความ BANT โหนดเซ็นเซอร์จะทำการสร้างตารางเส้นทางตามขั้นตอนดังภาพที่ 2 ขั้นตอนนี้จะสมบูรณ์เมื่อทุกๆโหนดเซ็นเซอร์ได้รับข้อความ BANT ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างกลไกการค้นหาเส้นทาง

3.2 กลไกการเลือกเส้นทาง

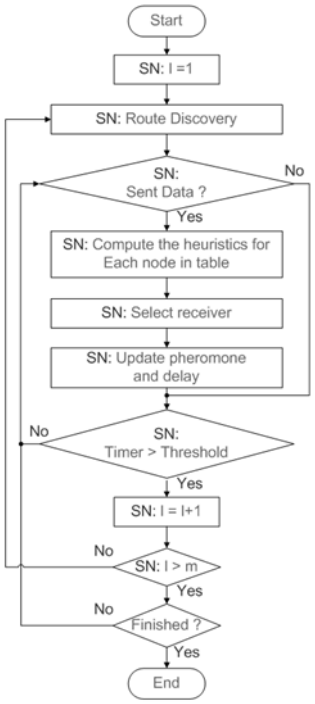
ในการส่งข้อมูลกลไกการเลือกเส้นทางเป็นกระบวนการที่สำคัญเพราะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายเมื่อมีการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน เมื่อเครือข่ายทำการค้นหาเส้นทาง

แล้วโหนดเซ็นเซอร์ต้องการส่งข้อมูลจะเลือกโหนดรับข้อมูลจากความน่าจะเป็นตามขั้นตอนดังภาพที่ 4 โดยคำนวณหาความหาฮิวริสติกความน่าจะเป็นในการเลือกโหนดรับข้อมูลจากโหนดข้างเคียงซึ่งหาได้จากสมการ (1)

$$ph_{(sn,j_i,bs)} = \frac{\Phi_{(sn,j_i,bs)}\delta_{(sn,j_i,bs)}}{\sum_{k=0}^{k=M}\Phi_{(sn,j_i,bs)}\delta_{(sn,j_i,bs)}} \quad (1)$$

$ph_{(sn,j_i,bs)}$ เป็นความน่าเป็นในการเลือกโหนดรับข้อมูลไปยังสถานีฐานโดยโหนด sn มีความสัมพันธ์กับค่าฟีโรโมนของโหนดข้างเคียง $\Phi_{(sn,j_i,bs)}$ กับดีเลย์ของโหนดข้างเคียง $\delta_{(sn,j_i,bs)}$ เมื่อ M เป็นจำนวนของโหนดข้างเคียง

ในการปรับปรุงระดับของฟีโรโมน ระดับของฟีโรโมนจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของเส้นทาง เส้นทางที่มีคุณภาพสูงจะมีระดับของฟีโรโมนที่สูงขณะที่เส้นทางที่มีคุณภาพต่ำระดับของฟีโรโมนก็จะต่ำตามไปด้วย ในกระบวนการปรับระดับของฟีโรโมนและ พารามิเตอร์ต่างๆในกระบวนการเรียนรู้เส้นทางที่เหมาะสมตามขั้นตอนดังภาพที่ 4 จะเหมือนกับอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดในเครือข่ายแบบมีสาย AntNet [6], [7]



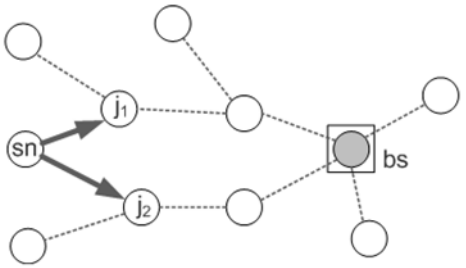
ภาพที่ 4: แผนผังของกลไกการเลือกเส้นทาง

3.2.1 ดีเลย์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย ดีเลย์ (Delay) ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบเครือข่าย ดีเลย์ในเครือข่ายคือเวลาที่ใช้ในการเดินทางของข้อมูลจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน สามารถเขียนเป็นสมการดีเลย์ระหว่างโหนดเซ็นเซอร์ sn ไปยังสถานีฐานโดยผ่านโหนดข้างเคียง j_i ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$\delta_{(sn,j_i,bs)} = \left(\frac{1}{pd_{(sn,j_i,bs)} + qd_{(sn,j_i,bs)}}\right)^w \quad (2)$$

โดยที่ $pd_{(sn,j_i,bs)}$ เป็นดีเลย์ของสื่อที่ใช้ส่งข้อมูลระหว่างโหนด sn กับโหนดข้างเคียง j_i w เป็นพารามิเตอร์ควบคุมน้ำหนักของดีเลย์และ $qd_{(sn,j_i,bs)}$ คือดีเลย์ที่เกิดจากการรอคิวที่โหนด j_i ปลายทางเป็นสถานีฐาน ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5: แสดงการพิจารณาดีเลย์

3.2.2 ดีเลย์เกิดจากการรอคิว (Queuing Delay)

ดีเลย์ที่เกิดจากการรอคิวคือเวลาที่ข้อมูลรออยู่ในคิวจนกว่าจะสามารถดำเนินการได้ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดดีเลย์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย ดังสมการที่ (3)

$$qd_{(sn,j_i,bs)} = q_{(sn,j_i,bs)} + ds \quad (3)$$

ซึ่ง $qd_{(sn,j_i,bs)}$ คือดีเลย์เกิดจากการอคิวของโหนด j_i $q_{(sn,j_i,bs)}$ เป็นดีเลย์ในการเดินทางของข้อมูลไปยังหัวคิวและ ds ดีเลย์ในการให้บริการ

3.2.3 ดีเลย์ของสื่อที่ใช้ส่งข้อมูล (Propagation Delay)

ดีเลย์ของสื่อที่ใช้ในการส่งข้อมูลในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายนั้นคือเวลาที่สัญญาณต้องเดินทางผ่านสื่อกลาง (Transmission Medium) จากผู้ส่งข้อมูลไปยังผู้รับข้อมูล ดังแสดงในสมการที่ (4)

$$pd_{(sn,j_i,bs)} = \frac{d_{(sn,j_i,bs)}}{s} \quad (4)$$

ซึ่ง $pd_{(sn,j_i,bs)}$ คือดีเลย์ของสื่อที่ใช้ส่งข้อมูลระหว่างโหนด sn กับโหนด j_i $d_{(sn,j_i,bs)}$ เป็นระยะทางระหว่างโหนดเซ็นเซอร์ sn กับโหนดเซ็นเซอร์ j_i และ s ความเร็วของสื่อที่ใช้ส่งข้อมูล

3.3 กลไกการซ่อมแซมเส้นทาง

ในการซ่อมแซมเส้นทางนั้นเป็นกระบวนการที่เริ่มเมื่อตรวจพบเส้นทางการเชื่อมโยงระหว่างโหนดเซ็นเซอร์มีความเสียหาย เส้นทางที่มีความเสียหายนั้นสามารถเกิดขึ้นเนื่องจากโหนดหยุดการทำงานจากข้อผิดพลาดในการส่งสัญญาณวิทยุหรือเกิดการชนกันของข้อมูลมีจำนวนมาก ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่มีโหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่อาจเกิดเส้นทางเสียหายบ่อยครั้ง แต่ขั้นตอนในการซ่อมแซมเส้นทางจะต้องดำเนินการอย่างรวดเร็วด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำ

ในการซ่อมแซมเส้นทางอัลกอริทึม I-ARO จะพยายามหาเส้นทางอื่นในพื้นที่ใกล้เคียงของเส้นทางที่เสียหายเพื่อส่งข้อมูลไปยังสถานีฐาน โดยการส่งกระจายข้อความ Repair Forward ANT (R_FANT) เพื่อหาเส้นทางอื่นที่สามารถส่งข้อมูลไปยังสถานีฐานได้

4. การจำลองและผลของการจำลองทำงาน

ในการจำลองการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่มีโหนดเซ็นเซอร์เคลื่อนที่และได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้นั้นได้ใช้โปรแกรม Networks Simulator version 2 (NS2) [10] โดยได้จำลองการทำงานของอัลกอริทึม ไอ-เออาร์โอ (I-ARO) ทำการเปรียบเทียบอัลกอริทึมอื่นๆเพื่อทำการวัดประสิทธิภาพหรือผลกระทบที่เกิดจากสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นในการจำลองจะทำการเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม เออาร์โอ (ARO) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่นำเอาการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการของมดมาประยุกต์ใช้ในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

4.1 การจำลองการทำงานของเครือข่าย

ในการจำลองการทำงานและสถานการณ์ของเครือข่ายเราได้ทำการกำหนดการเคลื่อนที่เป็นแบบสุ่มและพารามิเตอร์คุณสมบัติต่างๆของโหนดเซ็นเซอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

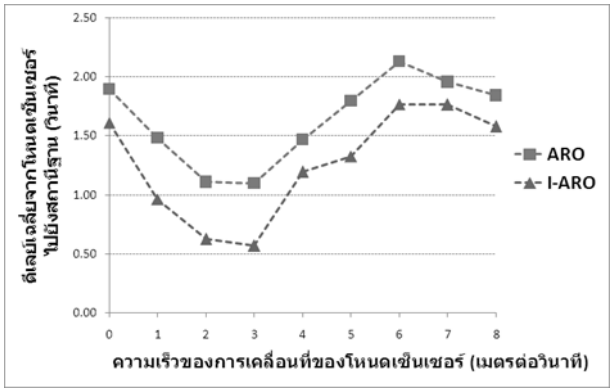
ตารางที่ 1: พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองการทำงาน

พารามิเตอร์	ค่า
ขนาดของพื้นที่	1000 X 1000 ตารางเมตร
พลังงานเริ่มต้นของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์	20 จูล
พลังงานที่ใช้ในการส่งข้อมูล	0.175 มิลลิวัตต์
พลังงานที่ใช้ในการรับข้อมูล	0.275 มิลลิวัตต์
พลังงานที่ใช้ในการตรวจจับ	1.75 นาโนวัตต์
อัตราการสร้างข้อมูลของแต่ละโหนดเซ็นเซอร์	16 กิโลบิตต่อวินาที
รัศมีของการสื่อสาร	100 เมตร
จำนวนโหนดเซ็นเซอร์	100 โหนด
ความเร็วของโหนดเซ็นเซอร์	0 - 8 เมตรต่อวินาที
พารามิเตอร์ w	1

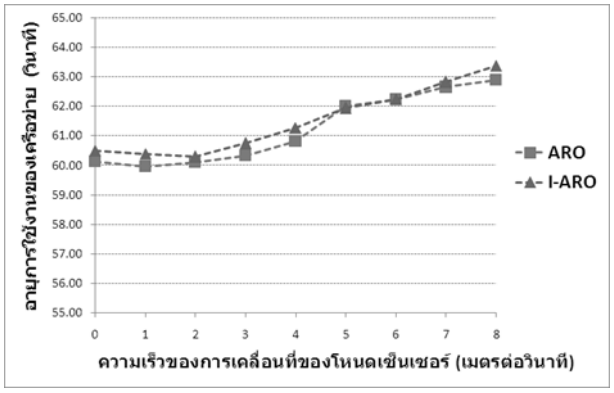
4.2 ผลการจำลองการทำงานของเครือข่าย

ผลจากการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึม ไอ-เออาร์โอ ที่มีประสิทธิภาพโดยรวมดีกว่าอัลกอริทึม เออาร์โอ จากภาพที่ 6 จะพบว่าอัลกอริทึม ไอ-เออาร์โอ ให้ดีเลย์ที่ต่ำกว่า อัลกอริทึม เออาร์โอ จากผลการจำลองการทำงานวิธีการที่เรานำเสนอช่วยลดดีเลย์ในเครือข่ายให้น้อยลงเพื่อช่วยให้สถานีฐานได้รับข้อมูลตามเวลาจริงขณะที่ประสิทธิภาพของอายุการใช้งานของเครือข่ายเมื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึม เออาร์โอ วิธีการที่เรานำเสนอช่วยยืดอายุการใช้ของเครือข่ายได้ดีกว่า ดังภาพที่ 7

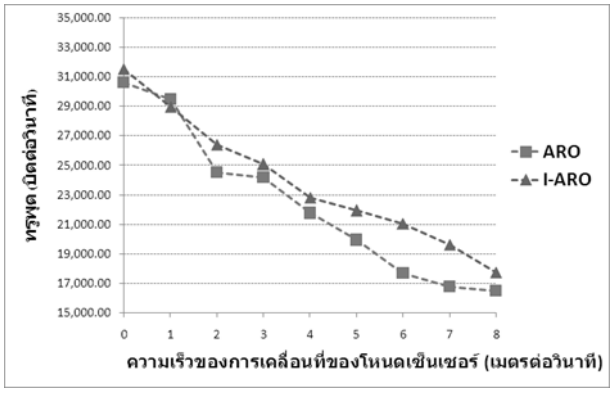
ภาพที่ 8 จะพบว่าประสิทธิภาพด้านทรูพุตของเครือข่ายอัลกอริทึม ไอ-เออาร์โอ มีประสิทธิภาพในการให้ทรูพุตมากกว่า อัลกอริทึม เออาร์โอ เมื่อโหนดเซ็นเซอร์มีความเร็วของการเคลื่อนที่



ภาพที่ 6: ดีเลย์เฉลี่ยจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐานกับความเร็วของการเคลื่อนที่ของโหนดเซ็นเซอร์



ภาพที่ 7: อายุการใช้งานของเครือข่ายกับความเร็วของการเคลื่อนที่ของโหนดเซ็นเซอร์



ภาพที่ 8: ทรูพุตกับความเร็วของการเคลื่อนที่ของโหนดเซ็นเซอร์

5. สรุป

งานวิจัยนี้เราเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการของมด (เออาร์โอ) ด้วยการเพิ่มกระบวนการพิจารณาดีเลย์ระหว่างโหนดเซ็นเซอร์และกลไกการซ่อมแซมเส้นทางเพื่อเลือกเส้นทางที่มีค่าดีเลย์ต่ำที่สุด เราเรียกวิธีการที่เรานำเสนอว่า “อัลกอริทึมการปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการของมด (ไอ-เออาร์โอ)” และเนื่องจากการเคลื่อนที่เป็นคุณสมบัติหนึ่งของโหนดเซ็นเซอร์ ในงานวิจัยนี้เราจึงสนใจในผลกระทบของการเคลื่อนที่ของโหนดเซ็นเซอร์ที่มีต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย เราทำการประเมินประสิทธิภาพของ ไอ-เออาร์โอ เปรียบเทียบกับอัลกอริทึม เออาร์โอ [9] ผลการทดลองการทำงานแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมไอ-เออาร์โอ ให้ค่าดีเลย์เฉลี่ยจากโหนดเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐานต่ำกว่า อายุการใช้งานของเครือข่ายและทรูพุตที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับอัลกอริทึม เออาร์โอ

เอกสารอ้างอิง

[1] J. N. Al-Karaki and A. E. Kamal, “Routing Techniquesin Wireless Sensor Networks: A Survey,” *IEEE Wireless Communications*, Vol. 11 Issue. 6, pp. 6-28, Dec 2004.

[2] J. Yick B. Mukherjee and D. Ghosal, “Wireless sensor network survey,” *Computer. Networks*, vol. 52, no. 12, pp. 2292-2330. April 2008.

[3] D. Puccinelli and M. Haenggi. Wireless Sensor Networks: Applications and Challenges of Ubiquitous Sensing. *IEEE Circuits and Systems Magazine*, 5:19-29, Aug 2005.

[4] M. Dorigo and M. Birttai, T. Stutzle, “Ant colony Optimization”, *Comput. Intell. Mag., IEEE 1 (4),* pp 28-39, 2006

[5] M. Dorigo and T. Stiitzle, “Ant Colony Optimization”, Cambridge, MA. *MIT Press*, 2004.

[6] G. D. Caro and M. Dorigo, "Antnet: Distributed stigmergetic control for communications networks," *J. Artif.Intell.* Res. , vol. 9, pp.317-365, 1998.

[7] Di Caro G.A., Dorigo M., "Two Ant Colony Algorithms for Best-Effort Routing in Datagram Networks" , *Proceedings of PDCS'98* , October 28-31 1998,

[8] F. Correia and T. Vazao, "Simple Ant Routing Algorithm strategies for a (Multipurpose) MANET model," *ICOIN International Conference*, vol.I, no. I, pp. 1-8 Jan, 2008.

[9] X.-M. Hu and J. Zhang, "Ant routing optimization algorithm for extending the lifetime of wireless sensor networks," *IEEE International Conference* , vol. no, , no. I, pp. 738-744, Oct. 2010.

[10] Network Simulator 2: http://www.isi.edu/nsnam/ns/

การจัดหมวดหมู่ของการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรซีวีอีบนพื้นฐานของข้อมูลสาธารณะ
Classification of CVE Lifecycle Based on Public Information

อรรถพล พวงพุ่ม (Atthapon Poungpum)[1] รัศมีทิพย์ วิตา (Ratsameetip Wita)[2] และ
ยรรยง เต็งอำนวย (Yunyong Teng-amnuay)[3]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]atthapon.poungpum@gmail.com, [2]ratsameetip@gmail.com, [3]yunyong.t@chula.ac.thth

บทคัดย่อ

หน้าที่ในการจัดการปิดจุดอ่อนโดยผู้ดูแลระบบเป็นการทำงานที่ใช้เวลาและทรัพยากรมาก เนื่องจากจำนวนจุดอ่อนมีจำนวนมากและจุดอ่อนมีความแตกต่างกันทั้งในความรุนแรง ช่วงเวลาของการค้นพบ การพัฒนาการของวงจรชีพที่ต่างกัน งานวิจัยนี้ต้องการกำหนดกรอบการทำงานเพื่อลำดับความสำคัญของจุดอ่อน ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของปริมาณข้อมูลสาธารณะที่เกี่ยวข้องกับจุดอ่อนแต่ละตัว เพื่อพิจารณาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของวงจรชีพจุดอ่อนสามารถแบ่งสถานะของวงจรชีพของซีวีอีออกเป็น 6 แบบและแยกซีวีอีเป็นกลุ่มที่มีวงจรชีพที่มีความเสถียรและกลุ่มที่ยังมีการเคลื่อนไหว เพื่อแนะนำให้ผู้ดูแลระบบสามารถดูแลกลุ่มที่มีความสำคัญ

คำสำคัญ: การรักษาความปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ วงจรชีพจุดอ่อน การทำเหมืองข้อมูลเว็บ ออนโทโลจี

Abstract

System administrators spend much time and resource in protecting system from vulnerabilities. Vulnerabilities differ in violence, discovery time, and development of lifecycle. This research defines a framework for vulnerability prioritization by tracking the variation of amount of public information. The lifecycles of CVE are classified into six types with stable and recurring lifecycles as the ones to be monitored by system administrators.

Keyword: Computer Security, Vulnerability Lifecycle, Web Data Mining, Ontology

1. บทนำ

จุดอ่อนในซอฟต์แวร์ได้ถูกรวบรวมไว้เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการประสานงานกันในระหว่างผู้ทำงานในการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านคอมพิวเตอร์ ในชื่อ ซีวีอี (CVE) [1] แต่เนื่องจากจุดอ่อนเหล่านี้มีจำนวนมาก [2] ทำให้ผู้ดูแลระบบทำงานได้ลำบากในการจัดลำดับความสำคัญในการดูแลรักษาความปลอดภัยจากจุดอ่อนเหล่านี้

งานวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลจุดอ่อน ได้มีการจัดกลุ่มของจุดอ่อนตามประเภทของการเกิด หรือประเภทของผลกระทบเพื่อให้สามารถจัดการป้องกันจุดอ่อนได้ตามกลุ่มที่ระบบนั้น ๆ ให้ความสนใจเป็นพิเศษ ต่อมา ได้มีการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของการโจมตี และวงจรชีพของจุดอ่อน ทำให้พบว่าวงจรชีพมีส่วนกำหนดการกระจายและจำนวนของการโจมตี และเนื่องจากจุดอ่อนแต่ละตัว มีวงจรชีพที่ต่างกัน ทำให้ลักษณะของจำนวนของการโจมตีต่างกัน ขึ้นอยู่กับพัฒนาการของวงจรชีพ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของวงจรชีพของจุดอ่อนโดยใช้ข้อมูลสาธารณะจากการค้นคืนผ่านเว็บไซต์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของจุดอ่อนตามสถานะของวงจรชีพเพื่อช่วยผู้ดูแลระบบในการตัดสินใจติดตามหรือเพิกเฉยจุดอ่อนเหล่านั้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ซีวีอี (CVE: Common Vulnerability and Exposure)

ซีวีอี คือมาตรฐานสำหรับการกำหนดชื่อจุดอ่อนและคำอธิบายซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลทั่วไป ผลกระทบ เวอร์ชั่นของซอฟท์แวร์ วิธีการแก้ไข เพื่ออ้างอิงถึงจุดอ่อนเดียวกันและง่ายต่อการอ้างอิง [1] ตัวอย่างดังภาพที่ 1

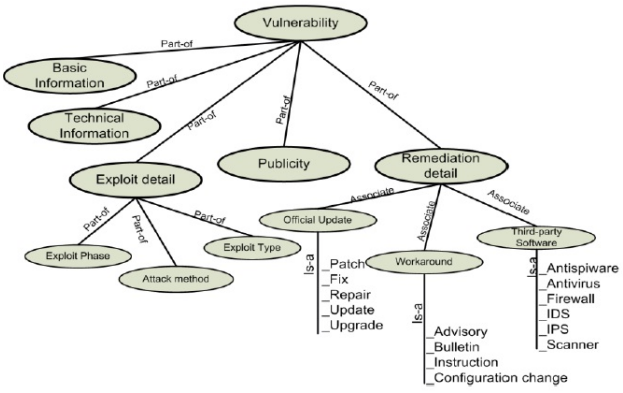
Name	CVE-2011-1302
Summary	Heap-based buffer overflow in the GPU process in Google Chrome before 10.0.648.205 allows remote attackers to execute arbitrary code via unknown vectors.
Published	4/5/2011

ภาพที่ 1: ลักษณะตัวอย่างของซีวีอี

แหล่งข้อมูลหมายเลขซีวีอีถูกรวบรวมไว้ในฐานข้อมูลเอ็นวีดี (NVD: National Vulnerability Database) ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาหรือเอ็นไอเอสที (NIST: National Institute of Standard and Technology) [3]

2.2 Vulnerability Relevancy Framework

งานวิจัยนี้กำหนดกรอบการทำงานสำหรับการจัดลำดับความสำคัญของจุดอ่อนจากความเกี่ยวข้องกับข้อมูลออนไลน์ที่รวบรวมได้และใช้ความสัมพันธ์ระหว่างวงจรชีพและลักษณะของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจุดอ่อนโดยสร้างเป็นวีแอลโอ (VLO: The Ontology of Vulnerability Lifecycle) [5] ซึ่งวีแอลโอถูกสร้างจากข้อมูลความปลอดภัยของระบบคอมพิวเตอร์และข้อมูลพื้นฐานของจุดอ่อน สกัดข้อมูลจากเว็บไซต์ความปลอดภัย เพื่อใช้ในการอธิบาย Basic Information, Technical Detail, Exploit Detail, Publicity Detail และ Remediation Detail ของออนโทโลจีตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ลักษณะวีแอลโอ

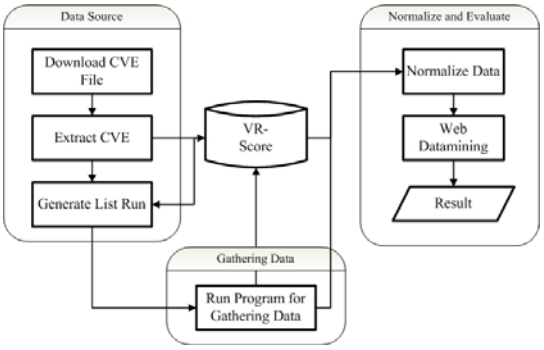
ในงานวิจัยนี้ใช้การทำเหมืองข้อมูลออนโทโลจีจากเว็บเพจเพื่อค้นหาความแตกต่างของ Context ของข้อมูลจุดอ่อนที่เราได้เก็บมาจากเว็บเพจมาใช้ EM Clustering Algorithm ในการหาความแตกต่างของจำนวนวงจรชีพของ Context เพื่อใช้ในการกำหนดความเกี่ยวข้องกับจุดอ่อน [6] และใช้การคำนวณของ Subcontext ของหัวข้อที่สนใจที่ปรากฏในเอกสารเพื่อนำเสนอออกมาให้รูปของเวคเตอร์ของ Subcontext เพื่อเปรียบเทียบกับ เวคเตอร์ของข้อมูลเดิมโดยใช้วิธีเอสวีเอ็ม (SVM: Support Vector Machine) ในการแสดงผลของข้อมูลในวีแอลโอ [7]

2.3 การทำเหมืองข้อมูลโดยการจำแนกประเภทข้อมูล

กระบวนการทำเหมืองข้อมูลโดยการจำแนกประเภทข้อมูลเป็นกระบวนการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด โดยนำข้อมูลส่วนหนึ่งสอนให้ระบบเรียนรู้ (Training Data) เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้คือ โมเดลจำแนกประเภทข้อมูล (Classifier Model) และนำข้อมูลส่วนที่เหลือจากการสอนระบบมาใช้เป็นข้อมูลทดสอบ (Testing Data) ซึ่งกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบนี้นำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากโมเดลเพื่อทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงโมเดลจนได้ค่าความถูกต้องในระดับที่ต้องการ เพื่อนำโมเดลที่ได้มาใช้ในการทำนายกลุ่มของข้อมูลใหม่ [8]

3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการเก็บข้อมูลจากซีวีอีที่เราสนใจ ส่วนที่สองคือการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาปรับปรุงเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ส่วนสุดท้ายคือการประเมินผลการทดลองด้วยกระบวนการของเหมืองข้อมูลโดยการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อประเมินผลการทดลองตามวงจรชีพที่กำหนดดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการวิจัย

โดยงานวิจัยนี้การนำวิธีการเก็บข้อมูลโดยฐานข้อมูลคะแนนวีอาร์ (VR-Score) [6] ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซีวีอีจากข้อมูลสาธารณะ เพื่อใช้พิจารณาผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงวงจรชีพของซีวีอี

3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของซีวีอีที่ได้เผยแพร่จากเว็บไซต์เอ็นวีดี [3] เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ข้อมูลซีวีอีที่ใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มของปัจจุบัน (ncdcve-2013.xml) ที่จำแนกตามปีที่เกิด และกลุ่มของข้อมูลทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงของปีก่อนหน้า (nvdcve-modified.xml) การแยกกลุ่มข้อมูลตั้งต้นออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างซีวีอีที่เกิดขึ้นใหม่กับซีวีอีเก่าที่กลับมาได้รับความสนใจอีกครั้ง

การเก็บข้อมูลของซีวีอีในปีปัจจุบันจาก nvdcve-2013.xml ซึ่งเป็นข้อมูลของซีวีอีของปี ค.ศ. 2013 เพียงปีเดียว ส่วนข้อมูลของซีวีอีเก่านำมาจาก nvdcve-modified.xml ซึ่งเป็นข้อมูลของซีวีอีทั้งหมดทุกปีที่มีการแก้ไข มาตัดข้อมูลของซีวีอีของปี ค.ศ. 2013 ออกแล้วจึงนำมาเป็นคำค้นในการเก็บข้อมูลจากข่าวสาธารณะ

อีกแหล่งข้อมูลของงานวิจัยนี้คือข้อมูลสาธารณะ (Public Information) เป็นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตในหน้าเว็บต่างๆ ซึ่งในการทดลองนี้คือข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับซีวีอีที่เราสนใจผ่านทาง Google Search Service ซึ่งเป็นบริการค้นหาข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมสูงสุด [9] โดยใช้ผลการค้นหา 10 อันดับแรก

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลของซีวีอีจากแหล่งสาธารณะทุกวัน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2012 เก็บสะสมข้อมูลของซีวีอีที่ได้จาก nvdcve-modified.xml ซึ่งทำให้เราได้ซีวีอีทั้งหมดที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเก็บสะสมจนถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2013

ข้อมูลหมายเลขซีวีอีที่เก็บรวบรวมมาได้จะถูกนำมาสร้างเป็นรายการของซีวีอีที่ใช้ในการกรองหาความเปลี่ยนแปลงแปลง โดยใช้ซีวีอีเหล่านั้นเป็นคำค้นในการค้นหาข้อมูลผ่าน Google Search API [10]

	cvename	last_update	result
☐	CVE-2013-4696	2013-02-12 04:23:28	455
☐	CVE-2013-4696	2013-02-10 15:14:25	531
☐	CVE-2013-4696	2013-02-08 08:11:35	530
☐	CVE-2013-4696	2013-02-07 07:33:58	540
☐	CVE-2013-4696	2013-02-06 08:33:32	548
☐	CVE-2013-4696	2013-02-05 03:46:36	626
☐	CVE-2013-4696	2013-02-04 09:26:04	626
☐	CVE-2013-4696	2013-02-03 06:41:30	634
☐	CVE-2013-4696	2013-02-02 10:15:08	815
☐	CVE-2013-4696	2013-02-01 01:23:05	850
☐	CVE-2013-4696	2013-01-31 08:19:39	814
☐	CVE-2013-4696	2013-01-30 03:24:02	414

ภาพที่ 4: ตัวอย่างผลการค้นหาข้อมูล

ค่า result ดังภาพที่ 4 มีหน่วยเป็นคำ โดยเป็นค่าที่ได้จากการนำหน้าเว็บที่ค้นมาได้มาทำการประมวลผลโดยการตัดสิ่งไม่ต้องการออกจนเหลือเพียงเนื้อหาเป็นคำ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ปรากฏอยู่บนหน้าเว็บที่ผ่านการค้นหา

ค่าในคอลัมน์ result ของภาพที่ 4 สามารถบ่งบอกถึงความสนใจของสาธารณะ ที่มีต่อซีวีอีในช่วงเวลาที่ทำการค้นคืนข้อมูล ค่า result ที่มากขึ้นแสดงถึงซีวีอีกำลังเป็นปัญหา

3.3 นอมัลไลส์ข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ ยังไม่อาจบอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ result เพียงเล็กน้อยหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของหน้าเว็บมากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงใช้การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าตามสมการที่ 1 ดังนี้

$$\omega_{hit} = \begin{cases} \frac{\log_{10}(\text{result})}{\log_{10}(1000)}, if\ \text{result} < 1000 \\ 1, if\ \text{result} > 1000 \end{cases} \quad (1)$$

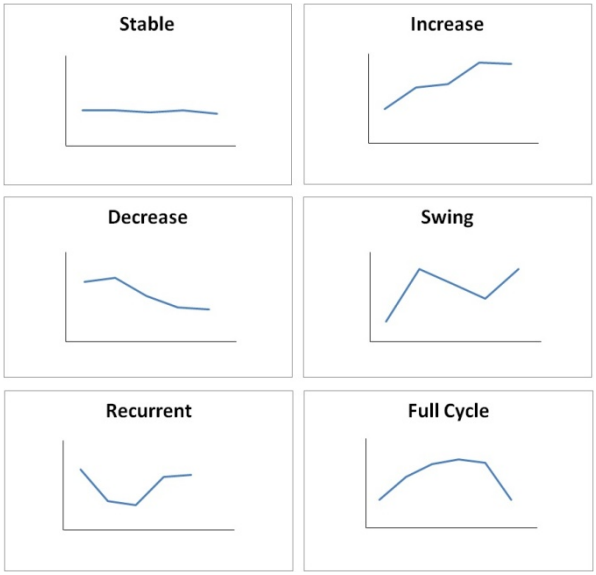
นำผลการคำนวณด้วยสมการมาทำการนอมัลไลส์ข้อมูลเพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบลำดับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล และเตรียมสำหรับการทำเหมืองข้อมูล โดยค่าน้ำหนักของผลการค้นหา (ω_{hit}) มาจากลอการึทึ่มของผลการค้นหาเทียบกับจำนวนสูงสุดของผลที่ได้ ซึ่ง Google Search API มีค่าสูงสุดของผลการค้นหาหนึ่งครั้งเท่ากับ 1000 [10]

3.4 การประเมินผล

ผลนอมัลไลส์ใช้ปรับฐานข้อมูลของคะแนนให้เป็นลำดับแล้วนำไปผ่านกระบวนการของการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Weka [11] โดยสร้างโมเดลของลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวงจรชีพซีวีอีจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล result ตามภาพที่ 4 แยกเป็นผลของซีวีอีผ่านการคำนวณ

จากสูตรในแต่ละวัน จากนั้นใช้โปรแกรม Weka ในการตรวจสอบผลการทดลองและความถูกต้องของชุดข้อมูลโดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลแบบเบย์ (Bayesian Classification) โดยใช้ข้อมูลจำนวนฝึกสอน 70 เปอร์เซ็นต์ต่อข้อมูลการทดสอบ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจำแนกวงจรชีพออกได้เป็น 6 ประเภทดังภาพที่ 5 ดังนี้

- สถานะเสถียร (Stable) ลักษณะของข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- สถานะเพิ่มขึ้น (Increase) ข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- สถานะลดลง (Decrease) ข้อมูลลดลง
- สถานะแกว่ง (Swing) ข้อมูลแกว่งตัว
- สถานะฟื้นคืน (Recurrent) ข้อมูลได้ลดลงแล้วกลับมาเพิ่มขึ้น
- สถานะครบวงจร (Full cycle) ข้อมูลเพิ่มขึ้น คงตัวและลดกลับลงมาเป็นปกติวงจรชีพ



ภาพที่ 5: การจำแนกกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของสถานะ

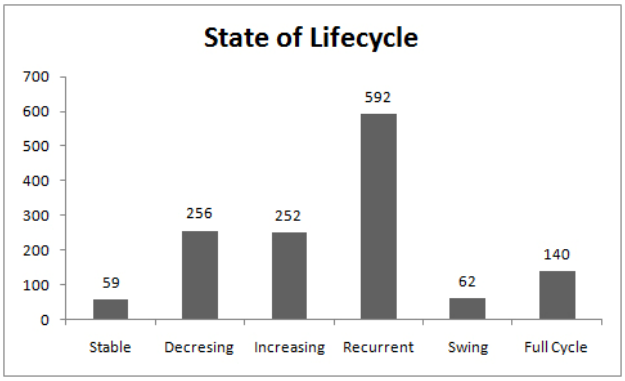
4. ผลการทดลอง

จากการทดลองติดตามการเปลี่ยนแปลงของซีวีอีจากแหล่งข้อมูลซีวีอีที่ใช้ทดสอบเป็นเวลา 30 วัน ผลการทดลองที่ได้สามารถแยกสถานะวงจรชีพของซีวีอีแยกตามปี ค.ศ. ที่เกิดได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 6

สถานะวงจรชีพของซีวีอีที่ทำการติดตามจากข้อมูลสาธารณะในการทดลองนี้ เมื่อพิจารณาจากลักษณะกราฟการเปลี่ยนแปลงของวงจรชีพตามที่กำหนดไว้แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มของข้อมูลวงจรชีพของซีวีอีที่ต้องติดตามความเปลี่ยนแปลงโดยในกลุ่มนี้ลักษณะกราฟของข้อมูลออกมาในรูปแบบที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นได้แก่สถานะเพิ่มขึ้น สถานะแกว่งและสถานะฟื้นคืน ซึ่งสถานะเหล่านี้บอกได้ว่ากลุ่มซีวีอีเหล่านี้การได้รับความสนใจจากสาธารณะ ส่วนของซีวีอีอีกกลุ่มที่สามารถเพิกเฉยได้เนื่องจากลักษณะกราฟของข้อมูลออกมาในรูปแบบที่มีแนวโน้มลดลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงได้แก่สถานะคงที่ สถานะลดลง และสถานะครบวงจร ซึ่งแสดงให้ถึงการได้รับความสนใจจากสาธารณะที่น้อยลง ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1: สถานะของซีวีอีแยกตามปี ค.ศ.

CVE-Year	Number	Stable	Decrease	Increase	Recurrent	Swing	Full Cycle
2004	1	-	-	-	-	-	1
2005	2	-	2	-	-	-	-
2006	25	3	10	3	5	2	2
2007	12	1	3	3	3	1	1
2008	19	-	9	2	7	1	-
2009	27	3	13	4	5	-	2
2010	29	4	6	3	11	3	2
2011	134	27	27	15	51	5	9
2012	819	19	38	214	447	36	65
2013	293	2	148	8	63	15	57
Total	1361	59	256	252	592	62	140



ภาพที่ 6: สัดส่วนของสถานะวงจรชีพ

ตารางที่ 2: แยกแยะซีวีอีที่ต้องติดตามและเพิกเฉยได้

CVE-Year	Number	Tracking	Ignore
2004	1	0	1
2005	2	0	2
2006	25	10	15
2007	12	7	5
2008	19	10	9
2009	27	9	18
2010	29	17	12
2011	134	71	63
2012	819	697	122
2013	293	86	207
Total	1361	907	454

5. สรุปผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงวงจรชีพของซีวีอีตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลสาธารณะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มของซีวีอี กลุ่มแรกคือกลุ่มที่สามารถเพิกเฉยได้เพราะพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงอยู่ในลักษณะที่นิ่งหรือมีแนวโน้มลดลง ส่วนกลุ่มที่สองคือกลุ่มที่ยังคงมีการเคลื่อนไหวและผู้ดูแลระบบต้องทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงต่อไป จากซีวีอีที่ติดตามทั้งหมดจำนวน 1,361 พบว่ามี 454 ตัวที่สามารถเพิกเฉยได้และอีก 907 ตัวต้องติดตามดูแลต่อ ซึ่งจากซีวีอีบางส่วนที่เกิดขึ้นมาหลายปีแต่ยังคงสถานะที่ต้องติดตามเนื่องมาจากยังคงมีการเคลื่อนไหวของข้อมูลเพราะส่วนโปรแกรมหรือคอมโพเนนท์ที่มีจุดอ่อนยังคงถูกใช้งานและยังคงสร้างปัญหาให้กับความมั่นคงปลอดภัยของระบบ

เนื่องด้วยปริมาณซีวีอีที่มีอยู่เป็นจำนวนมากกว่าหนึ่งหมื่นตัว การติดตามซีวีอีทั้งหมดจำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบที่ใช้ในการเก็บข้อมูล อีกทั้งข้อจำกัดของการค้นหาข้อมูลผ่านทาง Google Search API ที่ไม่สามารถค้นหาข้อมูลซีวีอีทั้งหมดในเวลาต่อเนื่องกันเพราะพฤติกรรมดังกล่าวเสมือนเป็นบอทที่มีจุดประสงค์ในการโจมตีการเว็บไซต์ จึงควรทำการแบ่งกลุ่มของการติดตามซีวีอีและแบ่งแยกไคลเอนต์ที่ใช้เรียก Google Search API เพื่อให้ระบบมีความสามารถในการติดตามซีวีอีทุกตัวทุกวันและหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่มีลักษณะคล้ายการโจมตีเว็บไซต์

เอกสารอ้างอิง

[1] Mitre, “Common Vulnerability and Exposure.” http://cve.mitre.org/, [Last Access 18 January 2013].

[2] “CVE Details.” http://www.cvedetails.com, [Last Access 09 January 2013].

[3] “NationalVulnerabilityDatabase.” http://nvd.nist.gov/home.cfm, [Last Access 11 January 2013].

[4] H.L. Yu, L. Bingwu, and Y. Fang, “Similarity Computation of Web Pages of Focused Crawler,” 2010 International Forum on Information Technology and Applications, Jul. 2010, pp. 70-72.

[5] R. Wita, N. Jiamnapanon, and Y. Teng-amnuay, “An ontology for vulnerability lifecycle,”, Los Alamitos, CA, USA, pp.553–557, IEEE Computer Society, 2010.

[6] R. Wita, N. Jiamnapanon, and Y. Teng-Amnuay, “Ontology-based document profile for vulnerability relevancy analysis,” Proceedings of the 10th WSEAS international conference on Applied computer science, ACS’10, pp.210–215, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2010.

[7] R. Wita, S. Member, and Y. Teng-amnuay, “Quantification of Vulnerability Relevancy using Web Content Mining based on Subcontext in Ontology,” Framework, pp. 1-6.

[8] P. Ozer, “Data Mining Algorithms for Classification”, BSc. Thesis, Radboud University Nijmegen Natherland, January 2008.

[9] Hitwise. 2009, "Top Search Engine Volume.", http://www.hitwise.com/uk/datacentre/main/dashboard-7323.html, [Last access 04 March 2013].

[10] Google Corp., Google AJAX Search API., https://developers.google.com/web-search/, [Last Access 10 January 2013].

[11] The University of Waikato, Weka Software, http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/index.html, [Last Access 05 February 2013].

ระบบจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว
Computer Traffic Data Logging Using Embedded Computer

อิทธิชัย ภูมิศิริวิไล (Ittichai Phoomsirivilai)[1] และยรรยง เต็งอำนวย (Yunyong Teng-amnuay)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]neweddy@hotmail.com, [2]yunyong.t@chula.ac.th

บทคัดย่อ

พระราชบัญญัติการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ ๒๕๕๐ ทำให้ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตจำเป็นต้องมีการจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระบบ ผู้ให้บริการรายย่อย หรือผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ตตามบ้านเรือนซึ่งปัจจุบันมีการใช้เครือข่ายไร้สายอย่างแพร่หลาย ส่วนมากขาดความรู้ความเข้าใจและขาดเงินทุนที่จัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ตามกฎหมาย เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่สูงเกินไป งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ราสพ์เบอร์รี่ไพซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวขนาดเล็กเป็นต้นแบบในการเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้คือผู้ให้บริการรายย่อยมีทางเลือกมากขึ้นในการนำระบบต้นแบบที่ได้นี้ไปใช้

คำสำคัญ: พระราชบัญญัติการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ.๒๕๕๐ ข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ความปลอดภัยทางคอมพิวเตอร์ นิติวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ราสพ์เบอร์รี่ไพ

Abstract

Since the Computer Crime Act in 2550 to require Internet service providers to store computer traffic. Retail service providers or household use of the Internet, which is widely used wireless network. Most lack of understanding and lack of money to apply by storing the computer traffic. The cost of the operation is too high. This research applied Raspberry PI, which is a small embedded computer model, the finding is a provider of retail options have a choice to use.

Keyword: Computer Crime Act BE 2550, logging, embedded computer, computer security, computer forensic, Raspberry Pi

1. บทนำ

ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตจำเป็นต้องมีระบบจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้เป็นหลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ [1] เพื่อสนับสนุนในการสืบสวนการกระทำผิดตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. ๒๕๕๐ ได้ โดยมีการกำหนดคุณสมบัติของข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ไว้ คือพิสูจน์ตัวบุคคลได้ แจงเส้นทางของข้อมูลได้ รวมไปถึงวันเวลาที่ข้อมูลนั้นเข้าออก โดยอ้างอิงเวลาสากล (Stratum 0) ให้ผิดพลาดไม่เกิน 10 มิลลิวินาที มีระบบตรวจสอบและป้องกันการแก้ไขข้อมูลได้ สามารถสืบค้นได้เมื่อต้องการ ดังนั้นการจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์จึงต้องมีระบบจัดการที่เหมาะสมและมีความปลอดภัยเป็นไปตามข้อกำหนด และสามารถใช้เป็นหลักฐานในชั้นศาลได้หากเกิดคดีความฟ้องร้อง [2] ทำให้ผู้ให้บริการรายย่อยได้รับผลกระทบมากเนื่องจากงบประมาณในการติดตั้งและดำเนินการสูงเมื่อเทียบกับผู้จำนวนใช้บริการ [3] งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อนำไปใช้กับผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตรายย่อยและครัวเรือนในระดับโซโห (SOHO หรือ Small office and home office) [4] ซึ่งใช้พื้นที่ในการติดตั้งไม่มาก สะดวกในการติดตั้ง และราคาไม่แพง

ในปัจจุบันผู้ให้บริการรายย่อยที่บริการอินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi hotspot) ใช้เพียงกุญแจพาสคีย์ (passkey) ร่วมกันในการเข้าใช้งาน ไม่สามารถใช้พิสูจน์ตัวบุคคลได้ เพราะผู้ที่มาใช้บริการใช้พาสคีย์เดียวกัน

งานวิจัยนี้มีความประสงค์ที่จะพัฒนาระบบต้นแบบโดย นำคอมพิวเตอร์ฝังตัว (embedded computer) ขนาดเท่าบัตรเครดิตเรียกว่าราสพ์เบอร์รี่ไพ (Raspberry Pi) นำมาพัฒนาเพื่อการจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ มีระบบการลงทะเบียนและพิสูจน์ตัวบุคคลก่อนการใช้งาน โดยข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์จะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองประเภทธัมบ์ไดรฟ์ (Thumb drive)

ในบทความนี้มีเนื้อหาดังนี้ 1. บทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 2. องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงความรู้ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3. วิธีดำเนินงานวิจัย กล่าวถึงวิธีในการพัฒนาระบบต้นแบบ 4. ผลดำเนินงานวิจัย กล่าวถึงการทดสอบและการนำไปใช้ 5. สรุปงานวิจัย 6. แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต

2. องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดคอมพิวเตอร์ พ.ศ. ๒๕๕๐

พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ มีการประกาศใช้เพื่อสามารถนำมาเป็นหลักฐานหรือพยานวัตถุสามารถใช้ในชั้นศาลได้ จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถใช้เป็นหลักฐานในชั้นศาลได้หากเกิดคดีความขึ้น แต่การจัดเก็บข้อมูลจราจรต้องมีขั้นตอนและหลักการเป็นไปตามข้อกำหนด [5]

2.2 ความมั่นคงปลอดภัยในระบบคอมพิวเตอร์

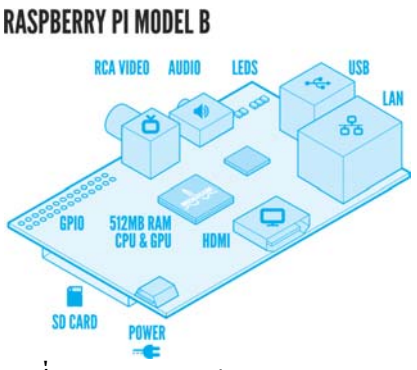
การเก็บข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีการตระหนักรู้ถึงความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลกันอย่างกว้างขวาง คำนึงถึงหลักของความมั่นคงปลอดภัยในระบบคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก ซึ่งมีหลักการสำคัญ คือ มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ป้องการการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลใดๆ ตลอดการใช้งานซึ่งจะเป็นไปตาม CIAAAN ประกอบไปด้วย Confidentiality, Integrity, Availability, Authentication, Authorization, Non-repudiation [6]

การเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบคอมพิวเตอร์มีการนำหลักการการทำฮาร์ดเดนนิงระบบปฏิบัติการ (operating system hardening) [7] เป็นกระบวนการในการกำหนดค่าพารามิเตอร์หรือบริการของระบบปฏิบัติการ ให้มีความมั่นคงปลอดภัยเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันการเข้าถึงที่ไม่ได้รับอนุญาตและอาจมีช่องโหว่ของระบบ เช่นการปิดพอร์ตบริการต่างๆ ที่ไม่ใช้งานปิดชื่อบัญชี root โดยให้สิทธิ์ชื่อบัญชีอื่นโดยใช้คำสั่ง sudo แทน เป็นต้น

การฮาร์ดเดนนิงทำให้ระบบคอมพิวเตอร์น่าเชื่อถือได้มากขึ้นมีช่องโหว่ในการถูกโจมตีจากผู้ประสงค์ร้ายน้อยลง มีความปลอดภัยมากขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเนื่องจากใช้หลักการ "ลดสิ่งที่ไม่ได้ใช้ หากไม่ได้ใช้งานก็เอาออก" การทำฮาร์ดเดนนิ่งยังเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบปฏิบัติการที่ใช้อยู่โดยมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำ เพียงปฏิบัติตาม Security best practice ของระบบปฏิบัติการนั้นๆ

2.3 ระบบฝังตัว

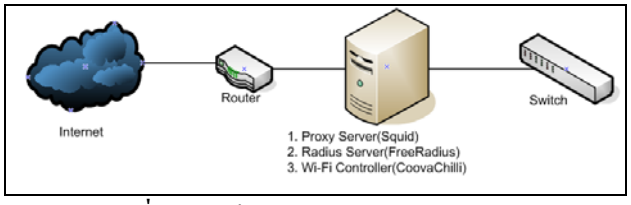
ราสพ์เบอร์รี่ไพ (Raspberry pi) คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กใช้พลังงานต่ำสามารถใช้กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้สามารถทำงานได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป [8] ปัจจุบันมีอยู่ 2 รุ่น คือโมเดลเอ (Model A) และ โมเดลบี (Model B) ที่เลือกนำมาใช้คือโมเดลบีเพราะมีสมรรถนะสูงกว่า โมเดลบีมีหน่วยความจำสำรองเป็นแบบ SD Card หน่วยความจำหลักเป็น SDRAM 512 MB หน่วยประมวลผล 700 MHz เบอร์ ARM1176JZF-S สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น อีเทอร์เน็ต และ ยูเอสบี 2 พอร์ต ในโครงการนี้ได้นำอุปกรณ์เสริม Wireless USB มาทำหน้าที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย (IEEE 802.11) [9] เพื่อทำหน้าที่เป็น access point เพื่อให้ราสพ์เบอร์รี่ไพนี้สามารถทำหน้าที่รับส่งสัญญาณกับเครื่องลูกข่ายและทำหน้าที่ตรวจสอบชื่อบัญชีผู้ใช้งานพร้อมทั้งเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ภายในตัวเดียวกัน



ภาพที่ 1: แสดงรายละเอียดของ Raspberry pi

2.4 การเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์

การเก็บข้อมูลจราจรสำหรับเครือข่ายขนาดเล็กใช้วิธีการเก็บแบบ Active network [6] จะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากติดตั้งง่ายและไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงระบบเดิม โดยการนำอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเก็บไปขวางเส้นทางของข้อมูลในเครือข่ายเพื่อจัดเก็บ โดยทำเป็น พร็อกซี่ (Proxy) เป็นตัวกลางในการร้องขอข้อมูลไปยังเครื่องให้บริการปลายทาง ทำให้มีการสร้างข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ขึ้น โดยมีองค์ประกอบดังนี้



ภาพที่ 2: การเก็บข้อมูลจราจรแบบ Active Mode

2.4.1 Captive portal

Captive portal เป็นเทคนิคการบังคับให้เครื่องลูกข่าย เพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อนจึงสามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ [10]

2.4.2 RADIUS

เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่ายทำหน้าที่ 3 อย่างที่คือ AAA มีความหมายดังนี้

- Authentication คือกระบวนการพิสูจน์ตัวบุคคล โดยในที่นี้ใช้ชื่อและรหัสผ่าน
- Authorization คือกระบวนการตรวจสอบสิทธิว่าใช้งานระบบได้หรือไม่ ตามนโยบายที่ได้กำหนดไว้ของแต่ละชื่อผู้ใช้หลังจากผ่านการพิสูจน์ตัวบุคคลแล้ว
- Accounting คือกระบวนการเก็บข้อมูลจราจรของผู้ใช้งานแต่ละราย

2.4.3 Proxy server

คือระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการร้องขอข้อมูลจากผู้ให้บริการ ซึ่งโดยปกติแล้วหน้าที่ของ Proxy server จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลแบบแคช (Cache) ไว้ด้วย แต่ในการพัฒนาระบบต้นแบบนี้ไม่มีการเก็บข้อมูลแคช แต่ทำการเก็บข้อมูลจราจราจรคอมพิวเตอร์ไว้อย่างเดียว

2.4.4 NTP (Network time protocol)

คือโปรโตคอลสำหรับเทียบเวลา [11] (Time synchronization) ของคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลมาตรฐานเวลาไปยังเครื่องลูกข่ายโดยมีเครื่องแม่ข่ายให้บริการส่งเวลามาตรฐานไปยังเครื่องปลายทางเพื่อปรับเทียบเวลาให้ตรงกลับเวลามาตรฐาน (Time standard) สำหรับเครื่องต้นแบบกำหนดให้มีการเปรียบเทียบเวลากับผู้ให้บริการเทียบเวลา NTP poll project [12]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตรายย่อยแบบโซโห จึงจำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีขนาดเล็กแต่สามารถรองรับการใช้งานจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้ให้บริการอินเตอร์รายย่อยได้

3.1 การออกแบบระบบ

ในการวิจัยนี้ได้ทดสอบคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวขนาดเล็กอื่นๆ ได้แก่ MK802 III Mini PC [13] และ PlugComputer [14] แต่พบว่าไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาต้นแบบเนื่องด้วยหาซอฟต์แวร์ได้ยากและมีสถาปัตยกรรมค่อนข้างปิดเมื่อเทียบกับราสพ์เบอร์รี่ไพ

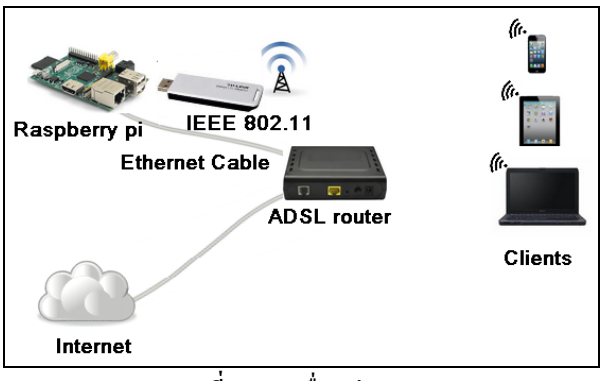
ฮาร์ดแวร์ที่นำมาพัฒนาระบบต้นแบบคือราสพ์เบอร์รี่ไพสำหรับการเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก สามารถใช้การเชื่อมต่อ แบบ Active network ได้ แต่จำเป็นต้องใช้อินเตอร์เฟสแลน 2 อินเตอร์เฟส จึงสามารถทำงาน คือนำระบบต้นแบบไปติดตั้งระหว่างเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและเครื่องลูกข่าย ซึ่งระบบต้นแบบได้นำ Wireless USB (54Mbps Wireless USB Adapter TL-WN322G) มาติดตั้งเพิ่มเพื่อให้หน้าที่เป็น access point ซึ่งหากต้องการความแรงของสัญญาณหรือกำลังส่งที่เพิ่มขึ้นก็สามารถเปลี่ยน Wireless USB ที่มาเชื่อมต่อได้ เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้

สำหรับเครื่องต้นแบบต้องการหน่วยความจำสำรอง 2 ชุด คือ

1) หน่วยความจำสำรองเอสดี การ์ด (SD card) class 10 [15] มีขนาดความจุ 8 GB เพื่อติดตั้งระบบปฏิบัติการและส่วนของซอฟต์แวร์ทำงาน

ร่วมกับราสพ์เบอร์รี่ไพ เพราะมีอัตราความเร็วในการเขียนและอ่านข้อมูลได้สูงสุดในท้องตลาด

2) หน่วยความจำสำรองธัมบ์ไดรฟ์ (Thumb drive) ขนาด 16 GB เพื่อจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ให้ได้อย่างน้อย 90 วัน



ภาพที่ 3: การเชื่อมต่อของระบบ

3.2 การพัฒนาระบบต้นแบบ

ระบบต้นแบบพัฒนาบนลินุกซ์รุ่น ราสพ์เบียน วีซซี่ (Raspbian wheezy) ติดตั้งลงบนเอสดี การ์ด โดยกำหนดให้อีเทอร์เน็ต (eth0) ของราสพ์เบอร์รี่ไพ ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ซึ่งอาจจะเป็นอุปกรณ์จัดเส้นทาง (ADSL Router) และส่วนที่เป็น Wireless USB (wlan0) นำมาเป็น access point เพื่อกระจายสัญญาณทำหน้าเชื่อมต่อกับเครื่องลูกข่าย ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 3

3.2.1 การทำให้ระบบต้นแบบทำหน้าที่เป็น access point พัฒนาโดยใช้ hostapd โดยกำหนดให้อินเตอร์เฟส wlan0 (Wireless USB) เพื่อให้เครื่องลูกข่ายมองเห็น ssid (Service set identifier) หรือชื่อที่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้

3.2.2 ส่วนการพิสูจน์ตัวบุคคล บัญชีผู้ใช้งาน สิทธิในการใช้เครือข่าย พัฒนาโดยใช้ freeradius

3.2.3 ส่วนการควบคุมผู้ใช้งานเพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อนการใช้งานพัฒนาโดย coovachilli เพื่อทำหน้าที่เป็น Captive portal ช่วยจัดการข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ให้มาผ่านหน้าเว็บเพจ เพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อน จึงสามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ โดยใช้ MAC address ของเครื่องที่ผ่านการพิสูจน์ตัวบุคคลแล้ว จึงสามารถส่งข้อมูลผ่านไปยังอินเตอร์เน็ตได้ อีกทั้งยังทำหน้าที่กำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสให้เครื่องลูกข่ายด้วย

3.2.4 ออกแบบโครงสร้างข้อมูลเพื่อเตรียมใช้งานร่วมกับ freeradius เพื่อเก็บโครงสร้างและข้อมูลที่จำเป็นคือ จำนวนการใช้งานเครือข่าย เวลาการเข้าออกเครือข่าย ไอพีแอดเดรส ข้อมูลการลงทะเบียนของผู้ใช้งาน หมายเลขบัตรประชาชน ชื่อ นามสกุล หมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งฐานข้อมูลที่นำมาใช้คือ mySQL

3.2.5 ส่วนที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์พัฒนาโดยใช้ Squid โดยทำให้เป็นทรานส์พาเรนท์ พร็อกซี่ (Transparent proxy) คือเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลจากเครื่องลูกข่ายไปยังอินเตอร์เน็ต และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในพระราชบัญญัติการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ได้กำหนดรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บดังนี้

1) ไอพีแอดเดรสของเครื่องลูกข่าย สำหรับในระบบต้นแบบคือ 10.10.0.2-10.10.0.16
2) เวลาที่ใช้งาน
3) วิธีการรับส่งข้อมูล (HTTP method) เช่น GET/POST เป็นต้น
4) URL ที่เรียกใช้
5) เวอร์ชั่นของ HTTP โปรโตคอล
6) สถานะของHTTP โปรโตคอล เช่น 200 304 เป็นต้น
7) ขนาดข้อมูลมีขนาดเป็นไบต์ (byte)
8) Referrer ผู้อ้างถึง
9) User-Agent ที่ใช้งาน

3.2.6 กระบวนการจัดการกับข้อมูลจราจรพัฒนาโดยใช้ logrotate [16] ซึ่งกำหนดให้มีการบีบอัดทุกวันและเคลื่อนย้ายไปเก็บในธัมบ์ไดรฟ์ ขนาด 16 GB และเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของไฟล์ข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ สามารถตรวจสอบโดยการทำแฮชชิ่ง (Hashing) โดยเปรียบเทียบผลรวมของไฟล์ข้อมูล [17], [18] ก่อนและหลังการตรวจสอบ หากไม่ตรงกันก็ไม่สามารถนำไฟล์นั้นมาใช้เป็นหลักฐานได้

3.2.7 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานผ่านเว็บเพจเพื่อจัดการเกี่ยวกับการลงทะเบียน การจัดการชื่อบัญชีผู้ใช้งาน สำหรับระบบต้นแบบพัฒนาโดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งานได้สะดวก

4. ผลดำเนินการวิจัย

ในการทดสอบได้นำระบบต้นแบบเชื่อมต่อกับเครือข่ายที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตได้ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ โดยให้ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนไว้แล้วจำนวน 8 คนทดลองใช้เป็นเวลา 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 วัน โดยให้ผู้ทดสอบใช้งานอินเตอร์เน็ตผ่านเว็บเบราว์เซอร์ พบว่าข้อมูลจราจรที่เกิดขึ้นมีขนาดเฉลี่ยคนละไม่เกิน 5 MB มีการบีบอัด ทำแฮชชิ่งและเคลื่อนย้ายข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ไปยังพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ใน ธัมบ์ไดรฟ์ 16 GB วันละครั้งตามที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1: พื้นที่ในการเก็บข้อมูล

จำนวนผู้ใช้งานภายใน 8 ชม	จำนวนข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์/วัน(ก่อนบีบอัด)	จำนวนข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์/วัน (หลังบีบอัด 80%)	พื้นที่เพื่อ 90 วัน
2	10M	2 M	180 MB
4	20 MB	4 MB	360 MB
6	30 MB	6 MB	540 MB
8	40 MB	8 MB	720 MB
12	60 MB	12 MB	1080 MB
14	70 MB	14 MB	1260 MB
16	90 MB	18 MB	1620 MB

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการให้บริการลูกค้า 16 รายต้องมีพื้นที่อย่างน้อย 1620 MB ในการเก็บ 90 ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าระบบต้นแบบสามารถรองรับการใช้งานได้

ภาพที่ 4: เครื่องต้นแบบ

สำหรับค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบต้นแบบ ราคารวมกล่องประมาณ 2,000 บาท Wireless USB ประมาณ 600 บาท ธัมบ์ไดรฟ์ขนาด 16 GB ราคา ประมาณ 500 บาทสำหรับเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 90 วัน และ SD card 8 GB ราคา 500 บาทสำหรับติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบ ราคารวมทั้งสิ้นประมาณ 4,000 บาท ซึ่งราสพ์เบอร์รี่ไพมีขนาดเพียง 85.60 x 53.98 มิลลิเมตรเท่านั้น ทำให้ได้ระบบต้นแบบที่มีขนาดเล็กและสะดวกในการติดตั้ง ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 4

ข้อดีสำหรับระบบต้นแบบนี้คือ ใช้พลังงานน้อยกว่า 10 เท่าเทียบกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้า อย่างน้อย 200 วัตต์ แต่ระบบต้นแบบนี้ใช้พลังงานไม่ถึง 5 วัตต์

5. สรุปงานวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าจำนวนผู้ใช้งานที่ระบบต้นแบบสามารถรองรับได้ขึ้นอยู่กับการใช้งานอินเตอร์เน็ตของผู้ใช้งานด้วย เช่นหากมีการเข้าใช้งานเว็บไซต์ที่ทำให้เกิดข้อมูลจราจรมากขึ้นก็อาจเพิ่มขนาดพื้นที่ในการจัดเก็บ เนื่องจากปัจจุบันขนาดของธัมบ์ไดรฟ์ มีขนาด 64 GB ซึ่งสามารถรองรับการใช้งานในปริมาณข้อมูลที่สูงขึ้นได้

งานวิจัยนี้มุ่งหวังเพียงพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อการจัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ให้บริการรายย่อยเท่านั้น ซึ่งต้องประหยัดค่าใช้จ่าย และจำนวนผู้ใช้น้อย ไม่ได้มุ่งทดสอบหาค่าสูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้

6. แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นอุปกรณ์ใช้งานด้านเครือข่ายมีมากขึ้น มีอินเตอร์เฟสหลายอินเตอร์เฟสไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริม มีระบบปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ในการจัดการเครือข่ายโดยเฉพาะเช่น OpenWrt เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้จัดเก็บข้อมูลจราจรคอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการอินเตอร์เน็ตรายย่อย มีทางเลือกมากยิ่งขึ้น นอกจากคอมพิวเตอร์ทั่วไป

นอกจากนี้ควรพัฒนาให้ระบบมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นเพื่อป้องกันผู้ไม่ประสงค์ดีสร้าง access point ปลอมแปลงเป็นผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตเช่นการตั้งชื่อ ssid คล้ายหรือเหมือนกับผู้ให้บริการ ทำให้ผู้ใช้งานเครือข่ายหลงเชื่อทำให้ถูกดักจับ

ข้อมูลการใช้งานได้โดยง่าย ซึ่งแนวทางในการพัฒนาต่อสามารถนำมาใช้ร่วมกับผู้ออกใบรับรองอิเล็กทรอนิกส์ (Certificated authority) เพื่อให้ผู้ใช้งานเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ชฎารัตน์ พิพัฒนนันท์ และ สิริธร เจริญรัตน์, "พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 ในส่วนที่เกี่ยวกับพนักงานเจ้าหน้าที่" *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย* ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน 2554

[2] สำนักกำกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, *"คู่มือการปฏิบัติและแนวทางการป้องกันเพื่อหลีกเลี่ยงการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์"* กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ, สิงหาคม 2551

[3] นางสาวพนิดา ภาคพิธเจริญ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และ ดร. ดารณี พิมพ์ช่างทอง, "ผลกระทบของพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พ.ศ. 2550 ต่อผู้ให้บริการ กรณีศึกษา : ร้านอินเทอร์เน็ตใน เขตกรุงเทพฯและปริมณฑล" , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ 2551

[4] SOHO, http://en.wikipedia.org/wiki/Small_office/home_office, [2011, September 09].

[5] Thailand Government. พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. ๒๕๕๐. [2011, August 30].

[6] ธวัชชัย ชมศิริ., *Computer & Network Security ความปลอดภัยของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์* สำนักพิมพ์ PROVISION กรุงเทพฯ, 2555 หน้า. 301-308.

[7] Yunyong Teng-Amnuay and Ratsameetip Wita, "Vulnerability Profile for Linux", *International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'05)*" [2005].

[8] Raspberry pi. http://www.raspberrypi.org, [2013, January 23].

[9] IEEE 802, "IEEE802.11", http://www.ieee802.org/11/ [2013, January 28].

[10] Captive Portal, "coovachiili", http://coova.org/CoovaChilli [2013, January 29].

[11] NTP poll project, http://www.pool.ntp.org/ [2013, January 29].

[12] สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, http://www.nimt.or.th [2013, January 29].

[13] MK802, http://liliputing.com/2012/10/mk802-iii-mini-pc-rk3066-dual-core-cpu-and-android-4-1.html [2013, January 29].

[14] PlugComputer, http://www.ionicsplug.com/stratusplus.html [2013, January 29].

[15] SD Card https://www.sdcard.org/developers/overview/speed_class/ [2013, January 28].

[16] logrotate,http://linuxcommand.org/man_pages/logrotate8.html [2013, January 29].

[17] เลอศักดิ์ ลิ้มวิวัฒน์กุล ดร. บรรจง หะรังษี และ ดร. โกเมน พิบูลย์โรจน์, "แนวทางการจัดเก็บข้อมูลล็อกสำหรับองค์กรเพื่อให้สอดคล้องตาม พ.ร.บ ว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. ๒๕๕๐", ศูนย์ประสานงานการรักษาความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ประเทศไทย ภายใต้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ปรับปรุงครั้งที่ 1 23 สิงหาคม พ.ศ 2551 หน้า 43-51.

[18] Zul Hilmi Abdullah and Khairulmizam Samsudin, "Towards a Dynamic File Integrity Monitor through a Security Classification*" International Journal on NewComputer Architectures and Their Applications (IJNCAA)* [2011].

ระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อการวางแผน และวิเคราะห์การใช้งานแบนด์วิดท์ต่างประเทศ สำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

A Web Application System to Plan and Analyze the International Bandwidth Usage for Internet Service Providers

วารี เลิศสมพร (Waree Lertsomporn)[1] และพงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ (Pongpisit Wuttidittachotti)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]waree.eve@gmail.com, [2]pongpisit.w@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้งานอินเทอร์เน็ตด้านต่างประเทศ ในปัจจุบันมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากในยุคการสื่อสารไร้พรมแดนใช้อินเทอร์เน็ตเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider : ISP) จึงควรมีการบริหารแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ที่มีค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อที่สูงให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการ และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้บริการควบคู่ไปกับการลงทุนเพิ่มขึ้นที่คุ้มค่า งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบเว็บแอพพลิเคชั่นในการวางแผน และวิเคราะห์แบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ โดยอาศัยหลักการทำงานของโปรแกรม NfSen ดึงข้อมูล Flow ปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศมาวิเคราะห์ โดยทำการเลือกข้อมูลของกลุ่มลูกค้าองค์กรที่สนใจจาก Autonomous System Number (AS Number) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกเส้นทาง (Routing) ที่ติดต่อไปยังต่างประเทศ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล MySQL และนำมาแสดงผลในรูปแบบของโปรแกรม FusionCharts เพื่อเพิ่มความสะดวกในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ จัดสรรปรับเปลี่ยนเส้นทาง ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และวางแผนการจัดซื้อแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ให้สอดคล้อง กับการใช้งานที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตอันใกล้

คำสำคัญ: ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เว็บแอพพลิเคชั่น NfSen, หมายเลข AS (Autonomous System), FusionCharts

Abstract

Recently, international traffic has increased dramatically due to the era of limitless communication. The Internet is a modern medium of data communication which is very important to everybody's style of living. As a result, international bandwidth should be managed by the internet service providers in order to satisfy and suite customers' needs as well as simultaneously being a worthwhile investment for the internet service providers (ISP). To solve these issues, the focus of this research is aimed at development of a web application system to aid planning and analysis of bandwidth usage. NfSen is used to gather data flows of international data usage. Then, the data will be filtered and analyzed by an Autonomous System Number which indicates the route connecting the international destinations. Next, resulted values are stored in the mySQL database and FusionCharts will then retrieve data from the mySQL database and display the results in a convenience way which is easy to understand. Finally, the results can be used to plan and analyze the international bandwidth usage for the ISP, and show whether the ISP should buy more international bandwidth to satisfy customers' needs.

Keyword: ISP, Web Application, NfSen, AS Number, FusionCharts

1. บทนำ

การเติบโตของอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้งานที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการใช้บริการที่สูงขึ้น และการใช้บริการที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล การพัฒนาเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต [1] โดยผู้ใช้บริการส่วนใหญ่มีความคาดหวังว่าจะสามารถใช้งานได้เต็มแบนด์วิดท์ตามข้อตกลงที่ได้ทำไว้กับผู้ให้บริการ แต่เนื่องจากแบนด์วิดท์ที่ใช้เป็นการใช้งานทางด้านต่างประเทศ ทำให้ทางผู้ให้บริการไม่สามารถควบคุมความเร็วในการส่งข้อมูลจากปลายทางที่เป็นต่างประเทศได้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และสาเหตุที่ผู้วิจัยจะต้องหยิบยกปัญหาเรื่องนี้ขึ้นมา เนื่องจากแบนด์วิดท์เป็นตัวกำหนดความเร็วในการใช้งานจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงต้องมีการรองรับความต้องการของผู้ใช้บริการ รวมไปถึงการวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ทั้งในแง่ของการลงทุน การใช้ทรัพยากรที่จะเป็นเครื่องมือสำคัญ เพื่อช่วยในการทำงานของทางผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet service provider: ISP) งานวิจัยนี้จึงคิดค้นพัฒนาระบบเว็บแอพพลิเคชั่นในการวางแผน และวิเคราะห์แบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ เพื่อเป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตว่าควรบริหารจัดการ จัดสรรแบนด์วิดท์ ไปในทิศทางใด จึงจะคุ้มค่าก่อให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นจะอาศัยหลักการทำงานของโปรแกรม NfSen ในการดึงข้อมูล Flow ปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศของกลุ่มลูกค้าองค์กรที่สนใจมาวิเคราะห์ โดยทำการกรอง (Filter) จาก AS Number ซึ่งเป็นตัวบอกเส้นทางที่ผ่านผู้ให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล MySQL และนำมาแสดงผลในรูปแบบของโปรแกรม FusionCharts เพื่อเพิ่มความสะดวกในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์จัดสรรปรับเปลี่ยนเส้นทางและการวางแผนการจัดซื้อแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ให้เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน และอนาคต

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การมอนิเตอร์และการกรองข้อมูลทราฟฟิก

การบริหารจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ถือได้ว่าเป็นงานที่ซับซ้อนมาก เนื่องจากปริมาณการใช้งานของผู้ใช้มีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงควรมีเครื่องมือในการบริหารที่ดี และเหมาะสม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิ่งอยู่บนเครือข่ายซึ่งสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม NetFlow แต่มีข้อเสียคือ NetFlow ต้องมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของลิขสิทธิ์ นอกจากนี้การใช้เราท์เตอร์ Cisco ซึ่งทำหน้าที่ในการส่ง Flow ยังต้องเป็นเราท์เตอร์ขนาดใหญ่ เพราะต้องมีการใช้หน่วยความจำในการประมวลผลอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้เราท์เตอร์ทำงานหนัก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม NfSen ในการกรองตรวจสอบข้อมูล Flow แทนการใช้ NetFlow เพราะว่าโปรแกรม NfSen เป็น Open Source ไม่มีค่าลิขสิทธิ์ และมีการเขียนสคริปต์ (Script) ให้ระบบทำการลบข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็น นอกจากนี้ยังได้มีการใช้ GSR-Corporate Router เพื่อแก้ปัญหาการประมวลผลของข้อมูล เพราะมีหน่วยความจำ และ CPU ที่มาก ทำให้มีประสิทธิภาพสามารถรองรับการส่ง Flow ได้มากกว่าเราท์เตอร์ทั่วไป [2-3]

ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่จะทำการดูข้อมูลปริมาณทราฟฟิกการใช้งานของผู้ใช้บริการ จากโปรแกรม Cacti, Multi Router Traffic Grapher (MRTG) [4] และ Internet Bandwidth Monitor (IBM) [5] ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จะทำการมอนิเตอร์ข้อมูล โดยวิธีการจับทราฟฟิกที่อินเตอร์เฟส (Interface) เพื่อดูปริมาณแบนด์วิดท์ที่ใช้ แต่จะไม่สามารถดูรายละเอียดภายในของข้อมูลที่วิ่งผ่านได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำโปรแกรม NfSen เข้ามาทำงานแทน เพราะโปรแกรม NfSen ทำการรับค่า Flow ซึ่งภายในจะประกอบด้วยข้อมูล อาทิเช่น ข้อมูลของ IP ต้นทาง (SrcIPaddress) และ IP ปลายทาง (DstIPaddress) ที่ติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ชนิดของโพรโทคอล (Protocol) หรือพอร์ต (Port) ที่ใช้งาน จำนวนของข้อมูล (Bytes) ในแต่ละโพรโทคอลที่มีการใช้งานว่ามีมากน้อยเพียงใด จำนวนแพ็กเก็ต (Packets) ในแต่ละโพรโทคอล ที่มีการใช้งานว่ามีจำนวนเท่าใด และข้อมูล AS Number แสดงเส้นทางการใช้งานว่าไปยังเส้นทางใดบ้างจึงสามารถกรองข้อมูลที่สนใจมาวิเคราะห์ได้ [6]

2.2 การแสดงผลของรายงาน

ในปัจจุบันบริษัทผู้ให้บริการส่วนใหญ่มีการดูข้อมูลรายงานต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศผ่านทาง MRTG หรือ Cacti [7] ซึ่งจะทำการเก็บค่าข้อมูลตัวเลขนำไปแสดงต่อในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ได้รายงานที่ต้องการออกมา โดยการจัดเตรียมข้อมูลเช่นนี้ก่อให้เกิดปัญหา และความยุ่งยาก เนื่องจากจะต้องมีคนเก็บข้อมูลจากกราฟจึงควรคำนึงถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดจากมนุษย์ (Human Error) นอกจากนี้รายงานที่ได้ไม่สามารถแสดงผลได้ทันที ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้ศึกษาโปรแกรมที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งโปรแกรม FusionCharts [8] สามารถแสดงผลได้ทันที มีรูปแบบการแสดงผลที่สวยงาม มีความหลากหลายตรงตามความต้องการของผู้ใช้ อาทิเช่น การกรองข้อมูลดูเฉพาะส่วนที่สนใจ มีการเปรียบเทียบข้อมูลในรูปของเปอร์เซ็นต์ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล อีกทั้งยังสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูล และง่ายต่อการใช้งาน

2.3 การบริหารและจัดสรรแบนด์วิดท์

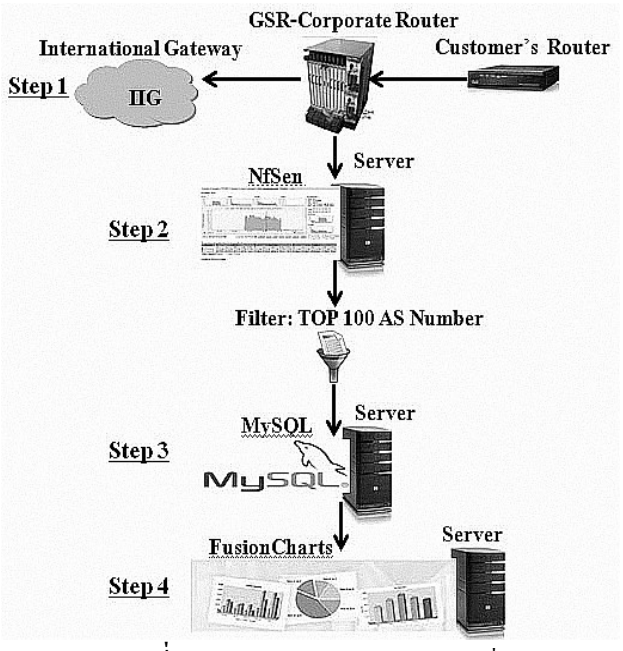
แบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับผู้ใช้บริการ ซึ่งส่งผลต่อการบริหารจัดการของผู้ให้บริการ [9] การจัดการกับแบนด์วิดท์มีหลายวิธี อาทิเช่น การควบคุมปรับเปลี่ยนเส้นทางทราฟฟิก การจำกัดการใช้งานแบนด์วิดท์ เป็นต้น ซึ่งในความเป็นจริงทำได้ยาก ในปัจจุบันได้มีการจัดการกับแบนด์วิดท์ โดยวิธีการปรับเปลี่ยนเส้นทางแทน เนื่องจากการย้ายเส้นทางจะไม่ส่งผลกระทบโดยตรงกับผู้ใช้บริการมากเท่าการจำกัดแบนด์วิดท์ ซึ่งการจัดสรรแบนด์วิดท์ที่ดี ควรนำเครื่องมือที่มีอยู่ในองค์กรเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ โดยสามารถใช้แนวคิดของโปรแกรมช่วยการจัดการเครือข่ายแบบ QoS Generator [10] ซึ่งเป็นโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นที่มีจุดประสงค์ เพื่อใช้ในทำการควบคุมปริมาณและจัดแบ่งแบนด์วิดท์ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย ซึ่งผู้ควบคุมเครือข่ายสามารถกำหนดประสิทธิภาพได้เองว่าต้องการจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างไร ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาระบบเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อการวางแผนการใช้งานแบนด์วิดท์ต่างประเทศ และยังช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดซื้อ จัดสรรแบนด์วิดท์ [11] หากในอนาคตผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตต้องการบริหาร และการจัดการแบนด์วิดท์นอกเหนือจากการตรวจสอบแบนด์วิดท์ หลักการบริหารจัดการแบนด์วิดท์แบบนี้ จะทำให้มีแบนด์วิดท์เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ และประหยัดทรัพยากรรวมถึงการวางแผนการทำงานภายในองค์กรให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์สูงสุด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและพร้อมแผนงานโดยสังเขป มีดังนี้

3.1 ออกแบบวิธีการจัดวางระบบเครือข่าย

การออกแบบระบบเครือข่ายจะเริ่มจาก GSR-Corporate Router ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่กั้นกลางระหว่างเราท์เตอร์ของผู้ใช้บริการกับ Gateway ต่างประเทศของผู้ให้บริการทำหน้าที่ดักจับข้อมูล International Traffic เพื่อส่งข้อมูล Flow ของผู้ใช้บริการไปที่เซิร์ฟเวอร์ (Server) จากนั้นโปรแกรม NfSen จะกรองข้อมูลจาก AS Number ที่มีปริมาณการใช้งานมากเป็นอันดับต้น ๆ และนำค่าที่ได้จัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล MySQL เพื่อรอการแสดงผลผ่านโปรแกรม FusionCharts ต่อไป ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบเว็บแอพพลิเคชั่น

3.2 การส่งค่า Flow จาก GSR-Corporate Router ไปเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ของโปรแกรม NfSen

GSR-Corporate Router เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดักจับข้อมูล International Traffic และควบคุมแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศของลูกค้าองค์กร ซึ่งจะทำการส่งค่า Flowไปที่เซิร์ฟเวอร์ของโปรแกรม NfSen (IP:110.164.199.78, Port 9991)โดยจะมีการเพิ่มคำสั่ง ip flow export เข้าไป ดังภาพที่ 2

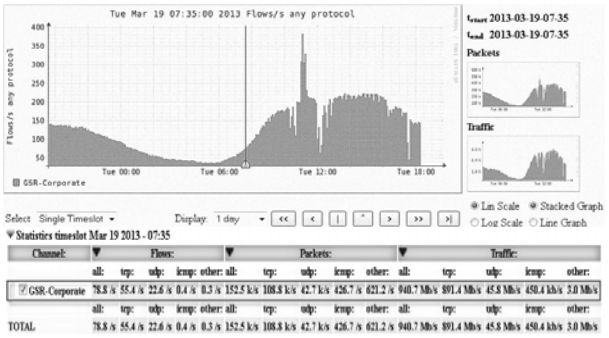
```
ip flow-sampling-mode packet-interval 1024
ip flow-export source GigabitEthernet0/0/0
ip flow-export version 5 origin-as
ip flow-export destination 110.164.199.78 9991

GSR-CORP#
```

ภาพที่ 2: การ Configuration ที่ GSR-Corporate Router

โปรแกรม NfSen ทำการเปิด Port 9991 เพื่อรับ Flow ที่ GSR-Corporate Router ส่งมาให้ ดังภาพที่ 3 และแสดงผลออกมา ดังภาพที่ 4

```
%sources = (
    'GSR-Corporate'    => { 'port' => '9991', 'col'
=> '#ffff00', 'type' => 'netflow' },
```

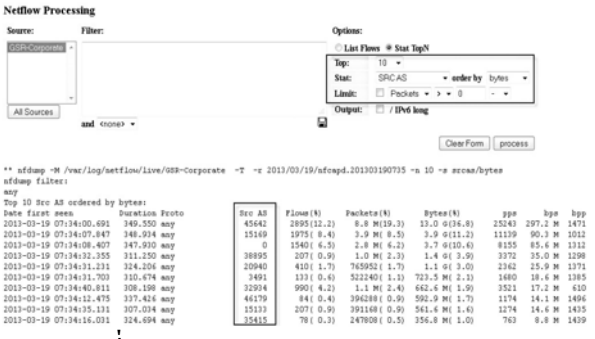
ภาพที่ 3: การ Configuration ที่โปรแกรม NfSen



ภาพที่ 4: การแสดงข้อมูลด้วยโปรแกรม NfSen

3.3 ศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพการจัดเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม NfSen

ผู้วิจัยจะต้องศึกษาโปรแกรม NfSen ในการดึงข้อมูลการใช้งานจาก Flow โดยทำการกรองจาก Source AS Number ที่มีจำนวนไบต์ (Byte) การใช้งานมากเป็นอันดับต้น ๆ เพื่อนำไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล MySQL ซึ่งโดยปกติโปรแกรม NfSen จะใช้หน้า GUI ที่มีมาให้แล้วในการเลือกกรองข้อมูล ดังภาพที่ 5 แต่ในระบบเว็บแอพพลิเคชั่นนี้ ผู้วิจัยจะเขียนเป็นสคริปต์แทน โดยสั่ง run ใน mode command line เพื่อให้สามารถทำงานเองได้อย่างอัตโนมัติ โดยวิธีการเรียกใช้ผ่าน crontab ใน linux ตั้งเวลาในการทำงานของสคริปต์ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5: การกรองข้อมูลผ่าน GUI ด้วยโปรแกรม NfSen

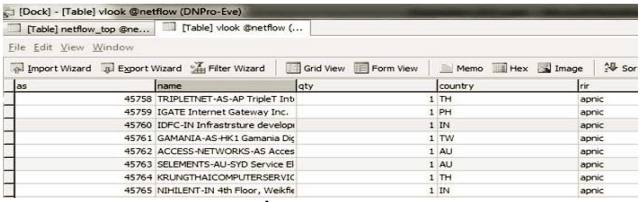
```
#!/usr/bin/php -q
<?php
##############################################################
##                    NFDUMP export to Text-file            ##
#####################Date for Export#########################
$month=date("m");
$day=date("d")-1;
$year=date("Y");
$mk_data=mktime(22, 15, 10, $month, $day, $year);
$dates = date("Y-m-d",$mk_data);
$dates1 = date("ymd",$mk_data);
$dates2 = date("Y/m/d",$mk_data);

$var1 = "/nfcapd.";
#
####################Time Range ############################
#
$time1 = "2000";
$time2 = "2200";
#
###################Top Value ##############################
#
$top = "100";
#
####################Make Folder############################
#
system("mkdir -p /root/nfsen/data/$dates");
#
####################Export Code ############################
//each link in file.
system("echo 'GSR-Corporate' > /root/nfsen/data/$dates/GSR.txt");
system("/usr/local/bin/nfdump -M /var/log/netflow/live/GSR-Corporate -T -R '$dates2'/'$var1'.'$dates1'.'$time1'.'$time2' -n $top -s srcas/bytes
>> /root/nfsen/data/$dates/GSR.txt ");
```

```
[root@project nfsen]# vi nfexport.php
```

ภาพที่ 6: สคริปต์ที่ใช้ในการกรองข้อมูล

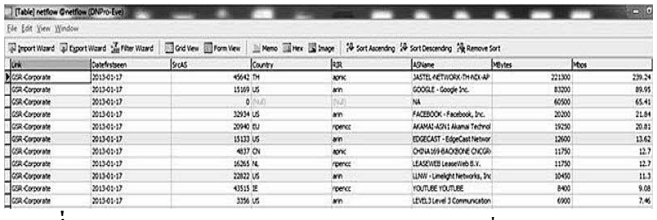
3.4 การนำข้อมูลจากโปรแกรม NfSen ไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล MySQL

ข้อมูลที่ได้จากการกรอง โดยใช้สคริปต์จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในตาราง vlook ซึ่งเป็นตารางที่นำข้อมูลมาจาก Whois Database Records ของ APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) เป็นตารางที่เก็บข้อมูลว่า AS Number นี้ เป็นของ ISP ใด (name), อยู่ประเทศอะไร (country) และภูมิภาคไหน (regional Internet registry: rir) ดังภาพที่ 7 จากนั้นนำค่าที่ได้เก็บลงในระบบฐานข้อมูลMySQL ดังภาพที่ 8



as	name	qty	country	rir
45758	TRIPLETNET-AS-AP TripleT Inb	1	TH	apnic
45759	IGATE Internet Gateway Inc.	1	PH	apnic
45760	IDFC-IN Infrastrsture develop	1	IN	apnic
45761	GAMANIA-AS-HK1 Gamania Dig	1	TW	apnic
45762	ACCESS-NETWORKS-AS Acces	1	AU	apnic
45763	SELEMENTS-AU-SYD Service El	1	AU	apnic
45764	KRUNGTHAICOMPUTERSERVIC	1	TH	apnic
45765	NIHILENT-IN 4th Floor, Weikfie	1	IN	apnic

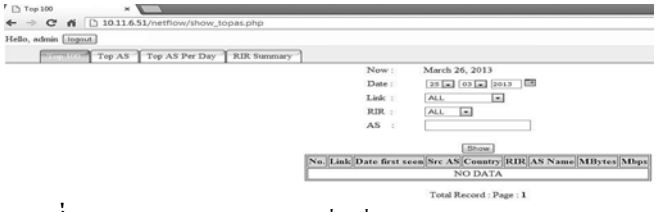
ภาพที่ 7: ตาราง vlook



ภาพที่ 8: การแสดงข้อมูลในฐานข้อมูลหลังจากทำการเชื่อมข้อมูลกับตาราง vlook

3.5 สร้างเว็บแอพพลิเคชั่นติดต่อกับผู้ใช้โดยให้เรียกใช้โปรแกรม FusionCharts มาใช้ในการแสดงผลรายงาน

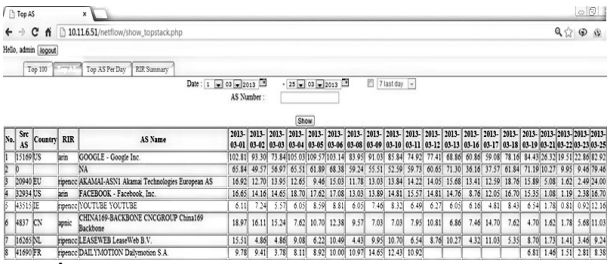
การดูรายงานจะดึงข้อมูลออกมาแสดงค่า โดยใช้โปรแกรม FusionCharts ที่เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการช่วยสร้างกราฟต่าง ๆ บนเว็บให้มีการแสดงผลของกราฟออกมาในหลายลักษณะ เช่น กราฟเชิงเปรียบเทียบ กราฟเชิงปริมาณ และสามารถกรองข้อมูลที่สนใจ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกรวดเร็ว มีรูปแบบแสดงกราฟที่สวยงาม ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: แสดงระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อการวางแผน และวิเคราะห์การใช้งานแบนด์วิดท์ต่างประเทศ

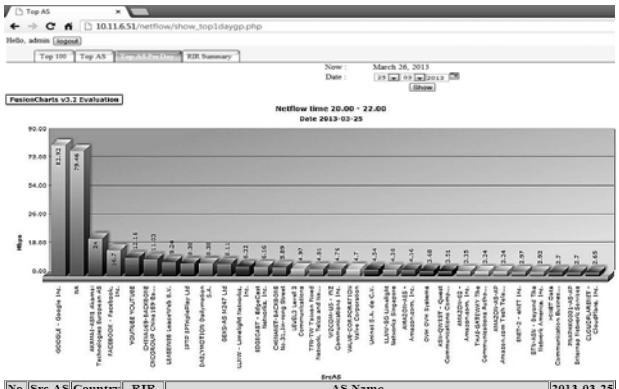
4. ผลการดำเนินงาน

ทำการทดสอบประสิทธิภาพ ความถูกต้องของข้อมูลที่แสดงผลรายงาน โดยให้ User ทดสอบการใช้งานจริง โดยการกรองข้อมูลที่ต้องการ



ภาพที่ 10: แสดงข้อมูลปริมาณ การใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศตามเส้นทางต่าง ๆ โดยเรียงจากมากไปน้อย ซึ่งทำการเลือกดูเป็น AS Number หรือตามช่วงวันที่ต้องการ

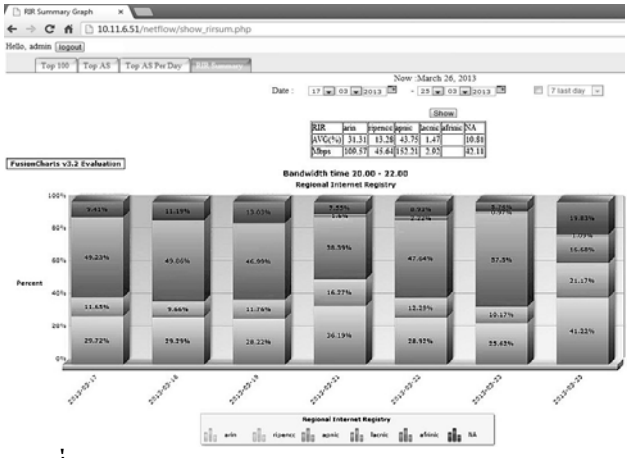
จากข้อมูลในภาพที่ 10 และกราฟในภาพที่ 11 การใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศของลูกค้าองค์กรในช่วงประมาณ 1 เดือนที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้งานไปที่เว็บ google และ facebook มากเป็นอันดับต้น ๆ ส่วนที่เหลือจะเป็นการเชื่อมต่อไปที่ผู้ให้บริการเช่าพื้นที่ Colocation และ Hosting ต่าง ๆ ดังนั้นอาจจะหาวิธีการหรืออุปกรณ์ที่ช่วยแคช (Cache) เว็บที่มีการใช้งานบ่อย ๆ เพื่อช่วยลดปริมาณแบนด์วิดท์ในส่วนนี้ลง (ข้อมูลที่แสดงเป็น NA เกิดจากข้อมูล Flow ที่ Source IP ไม่ได้อยู่ใน BGP Database ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อหา AS Number ได้ ซึ่งอาจจะเป็นพวก Private IP หรือ IP Spoofing เป็นต้น)



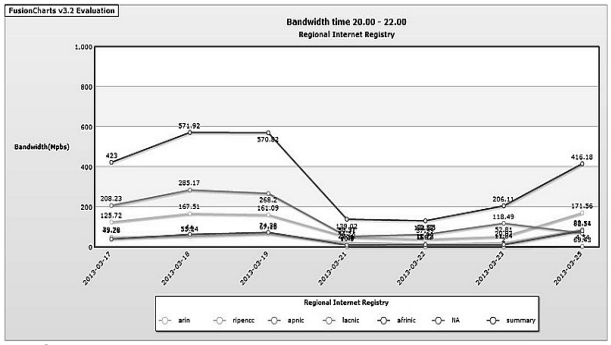
No.	Src AS	Country	RIR	AS Name	2013-03-25
1	15169	US	arin	GOOGLE - Google Inc.	82.92
2	0			NA	79.46
3	20940	EU	ripencc	AKAMAI-ASN1 Akamai Technologies European AS	24.00
4	32934	US	arin	FACEBOOK - Facebook, Inc.	16.70
5	43515	IE	ripencc	YOUTUBE YOUTUBE	12.16
6	4837	CN	apnic	CHINA169-BACKBONE CNCGROUP China169 Backbone	11.03
7	16265	NL	ripencc	LEASEWEB LeaseWeb B.V.	9.24

ภาพที่ 11: กราฟ FusionCharts แสดงข้อมูลปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ตามเส้นทางต่าง ๆ โดยเรียงจากมาก ไปน้อย ซึ่งเลือกดูได้แบบรายวันที่ต้องการ

จากข้อมูลภาพที่ 10 และกราฟภาพที่ 11 การใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่าง ประเทศของลูกค้าองค์กรในช่วงประมาณ 1 เดือนที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้งานไปที่ American Registry for Internet Numbers (ARIN) มากที่สุด (ดังภาพที่ 12 และ 13) ดังนั้นจึงควรให้ความสนใจในการจัดสรรเส้นทาง การกำหนดนโยบายต่าง ๆ ในส่วนนี้เป็นสำคัญ รวมถึงการวางแผนจัดซื้อเส้นทางการเชื่อมต่อไปยังภูมิภาค ดังกล่าวเพิ่มเติมในอนาคต



ภาพที่ 12: กราฟ FusionCharts แสดงข้อมูลปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ตามเส้นทางต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นตามภูมิภาค



ภาพที่ 13: กราฟ FusionCharts แสดงข้อมูลแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศตามเส้นทางต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบ ปริมาณการใช้งานในแต่ละภูมิภาค

จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าระบบเว็บแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นมา สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์วางแผนการจัดสรร จัดซื้อแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือสูง และสะดวกรวดเร็วในการทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณการร้องเรียนปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ

5. สรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในปัจจุบันการใช้งานอินเทอร์เน็ต มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต ซึ่งการใช้งานอินเทอร์เน็ต ส่วนใหญ่ผู้ใช้มักจะเน้นการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ทำให้เกิดปัญหาแบนด์วิดท์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ ทั้งนี้เนื่องจากแบนด์วิดท์เป็นปัจจัยหลัก ในการกำหนดความเร็วของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารจัดการแบนด์วิดท์ที่ดีเพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้บริการ รวมไปถึงการวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ซึ่งผู้วิจัยได้คิดค้นวิธีการ ที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาระบบเว็บแอพพลิเคชั่นในการวางแผน และวิเคราะห์การใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศ ที่อาศัยหลักการทำงานของโปรแกรม NfSen ในการกรองข้อมูล Flow ที่ได้รับจาก GSR-Corporate Router ไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล MySQL และแสดงผลรายงานออกมาในรูปแบบของกราฟ FusionCharts ผลที่ได้จากโปรแกรมคือ ข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์วางแผนการจัดซื้อ จัดสรรแบนด์วิดท์ให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน และอนาคตได้ นอกจากนี้ยังช่วยแก้ไขปัญหาลูกค้าที่ร้องเรียนการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศให้ลดน้อยลง สร้างความพึงพอแก่ผู้ใช้งาน และภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร ดังนั้นจึงถือได้ว่าระบบเว็บแอพพลิเคชั่นนี้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการใช้ประกอบการตัดสินใจปัญหาเรื่องแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศให้กับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และยังสามารถคาดคะเนปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ด้านต่างประเทศของผู้ใช้บริการในอนาคต หรือนำข้อมูลที่มีเข้ากระบวนการทำ Data Mining เพื่อหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในหลาย ๆ มิติได้

5.2 ปัญหาที่พบในการทำวิจัย

ปัญหาที่พบในงานวิจัยคือ เราท์เตอร์ของลูกค้าองค์กรส่วนใหญ่ไม่สามารถส่งข้อมูล Flow ที่มีค่า AS Number ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนจากเดิมใช้เราท์เตอร์ของลูกค้า มาเป็น GSR-Corporate Router ให้ส่งข้อมูล Flow แทน เพราะเป็นอุปกรณ์ที่กั้นกลางระหว่าง เราท์เตอร์ของผู้ใช้บริการกับ Gateway ต่างประเทศของผู้ให้บริการอยู่แล้ว

เอกสารอ้างอิง

[1] ภูษิต รุ่งโรจน์, “การเติบโตของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและปริมาณการส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายในประเทศไทย,” *ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ* สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547.

[2] ภวัต ทรัพย์มงคล, “ระบบวิเคราะห์เพื่อตรวจจับความผิดปกติและบริหารจัดการเครือข่ายโดยใช้ข้อมูลจาก NetFlow,” *สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย*

เทคโนโลยีมหานคร, 2554.

[3] Peter, H. “SWITCH The Swiss Education & Research Network : Watch your Flows with NfSen and NFDUMP,” Stockholm : 2005.

[4] พนิตา พงษ์ไพบูลย์, โสภณ มงคลลักษมี และสิริกานต์ พุกกะวรรณะ, “NtopViewer ซอฟต์แวร์ตรวจสอบการใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน,” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, พฤษภาคม 2552.

[5] Subek, S., Sudeep, S., et al. “A PROPOSAL ON INTERNET BANDWIDTH MONITOR (IBM),” Department of Electronics and Computer, TRIBHUVAN UNIVERSITY, 2011.

[6] เกียรติศักดิ์ แสงอรุณ, “ระบบมอนิเตอร์ริ่ง ทราฟฟิกผ่านเว็บบราวเซอร์,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2554.

[7] กุลชาติ มีทรัพย์หลาก, ชาวีร์ อิสริยภัทร์ และกุลวดี ศรีพานิชกุลชัย, “การเปรียบเทียบซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซสำหรับการบริหารจัดการเครือข่าย,” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, กันยายน 2551.

[8] “How to choose a charting component for your Web & Enterprise applications?,” United States : 2012.

[9] Barry, V.W.I. “Bandwidth Management and Monitoring for IP Network Traffic : An Investigation,” Department of Computer Science, Rhodes University, 2001.

[10] จิตติมา นิตยวรรณ และคณะ “โปรแกรมบริหารจัดการแบนด์วิธของเครือข่าย QoS Generator,” คณะวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2012.

[11] Ibrahim, T.O., Junseok, H., et al. “Inter-Domain LSP Setup Using Bandwidth Management Points,” Electrical Engineering and Computer Science, Syracuse University, 2001.

ระบบการตรวจจับและป้องกัน พร้อมการแจ้งเตือน การจู่โจมโดยปลอมโพรโทคอลเออาร์พี
ARP Spoof Attack Detection, Protection and Alert System

วุฒิชัย ประเสริฐสังข์(Wuttichai Prasertsang)[1] สุรศักดิ์ ศรีวิเศษ(Surasak Sriwiset)[2]
และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์(Somnuk Puangpronpitag)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]wuttichai604@gmail.com, [2]surasak_io@hotmail.com, [3]somnuk.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การจู่โจมโพรโทคอลเออาร์พีเป็นหนึ่งในเทคนิคที่นิยมแพร่หลายในการจู่โจมระบบเครือข่ายท้องถิ่น โดยส่งผลให้เกิดผลเสียคือ (1) การปฏิเสธการให้บริการ(DoS) การเข้าถึงเครือข่ายล้มเหลว และ (2) การแทรกกลางการสื่อสาร(MITM) ซึ่งทำให้เกิดการขโมยรหัสผ่านหรือข้อมูลที่มีความสำคัญ ดังนั้นจึงได้มีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาหลายอย่างเพื่อต่อต้านการจู่โจม แต่ว่าเครื่องมือหรือข้อเสนอก่อนหน้านี้เกือบทั้งหมดล้วนแต่ขาดประสิทธิภาพและความสมบูรณ์ในการป้องกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางแก้ปัญหาใหม่ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าและยืดหยุ่นกว่า ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถที่จะนำไปใช้กับผู้ใช่ส่วนบุคคลเพื่อป้องกันตัวเอง หรือใช้สำหรับองค์กรเพื่อใช้ควบคุมการจู่โจมโพรโทคอลเออาร์พีในเครือข่ายขององค์กรได้

คำสำคัญ: การปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี การปฏิเสธการบริการม การแทรกกลางการสื่อสาร

Abstract

An ARP spoofing attack is one of the most widely used LAN attacking techniques. The repercussion from the attacks can be: (1) Denial of Services (DoS), causing the network interruption, and (2) Man In The Middle (MITM), leading to password and sensitive information stealing. So, several solutions/tools have been proposed previously to protect against the attacking technique. Yet, most of them are inefficient and incomplete. This work proposes a new solution that is more efficient and flexible. It can be used for an individual person to protect oneself or for any organization to control the ARP spoof attacks in their Metropolitan Area Network (MAN).

Keyword: ARP spoof, DoS, MITM

1. บทนำ

ภัยคุกคามบนระบบเครือข่ายท้องถิ่นเป็นการจู่โจมที่เกิดขึ้นบ่อยและส่งผลเสียต่อคนในองค์กรหรือคนที่ใช้เครือข่ายนั้นๆ ทำให้เกิดปัญหาการขโมยรหัสผ่านที่สำคัญโดยใช้โปรแกรม Cain&Abel [1] ตัวอย่างเช่น ข่าวช่อง 3 ในวันที่ 11 มีนาคม ที่ผ่านมา โดนธนาคารกรุงเทพแจ้งเตือนให้ระวังการขโมยรหัสผ่าน ซึ่งจะส่งผลเสียต่อผู้ใช้ E-Banking เป็นอย่างมาก นอกจากการขโมยรหัสผ่านแล้ว ยังมีการจู่โจมเครือข่ายเพื่อให้คนอื่นไม่สามารถใช้บริการอินเทอร์เน็ตได้เช่น การจู่โจมโดย Netcut [2] ในหอพักเพื่อประโยชน์ของตน ซึ่งจะส่งผลเสียเป็นอย่างมากต่อผู้ใช้

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้มีผู้ที่คิดค้นและพัฒนาโปรแกรมที่สามารถป้องกันการจู่โจมจุดบกพร่องของโพรโทคอลเออาร์พี เช่น Anti Netcut [3], Anti ARP [4], Dynamic ARP Inspection (DAI) [5] ซึ่งในแต่ละโปรแกรมที่กล่าวมานั้นมีผลเสียคือ ใช้ไม่ได้ผลจริง ไม่เหมาะกับองค์กรหรือไม่ยืดหยุ่น

ดังนั้น จึงได้เสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาโดยการพัฒนาระบบการตรวจจับและป้องกัน พร้อมการแจ้งเตือน การจู่โจมโดยปลอมโพรโทคอลเออาร์พีบนพื้นฐานโพรโทคอล ที่ดึงความสามารถหรือจุดเด่นในการเพิ่มศักยภาพในการป้องกันการโจมตีเครือข่ายแบบหลายฟังก์ชัน แล้วยังมีระบบการแจ้งเตือนผ่าน Website,SMS และสามารถแจ้งเตือนบน Facebook จึงทำให้ระบบการตรวจจับและป้องกัน พร้อมการแจ้งเตือน การจู่โจมโดยปลอมโพรโทคอลเออาร์พีซึ่งมีประสิทธิภาพในการ

แก้ปัญหาการจู่โจมโพรโทคอลเออาร์พี และมีความยืดหยุ่นสามารถใช้ได้ทั้งองค์กรหรือสามารถนำไปใช้ส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

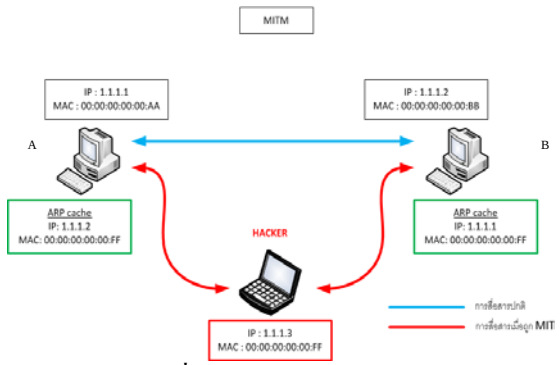
2.1 โพรโทคอลเออาร์พี

โพรโทคอลเออาร์พี (Address Resolution Protocol : ARP) เป็นโพรโทคอลในมาตรฐาน RFC 826 [6] และตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสาร จะทำหน้าที่ค้นหา MAC Address เพื่อจับคู่กับ IP Address เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารในระบบเครือข่าย และจะมีการจัดการเก็บการระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ก็คือ MAC Address ลงใน ARP cache

2.2 การปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี

การปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีหรือที่เรียกว่า ARP Poisoning หรือ ARP Spoofing Attack เป็นเทคนิควิธีในการจู่โจมเครือข่าย ได้มีเครื่องมือมากมายที่ช่วยในการจู่โจมได้แก่ Netcut, Cain & Abel, Lan Attacker ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมดังกล่าวได้โดยง่ายบนอินเทอร์เน็ต และมีวิธีการใช้ทั้งที่เป็นวีดีโอและเอกสาร ทำให้แฮกเกอร์สามารถที่จะโจมตีเครือข่ายโดยวิธีการดังกล่าวได้โดยง่าย

ตัวอย่างการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี เช่น เครื่อง A ต้องการสื่อสารกับเครื่อง B ในระบบเครือข่าย LAN เครื่อง A เก็บ IP Address และ MAC Address ของ B ลงใน ARP cache ของตัวเอง ที่ได้จากการส่ง ARP reply ของ B ดังนั้นเมื่อแฮกเกอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกัน สามารถส่ง ARP request หรือ ARP reply ที่มีการจับคู่ระหว่าง IP Address และ MAC Address ที่ไม่ถูกต้องให้กับเครื่อง A หรือ B ได้ดัง **ภาพที่ 1**



ภาพที่ 1 Man in the middle (MITM)

1. MITM attack เป็นวิธีการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีเพื่อทำการขโมยข้อมูลของเหยื่อที่ส่งออก โดยแฮกเกอร์จะเข้าแทรกแซงการสื่อสารระหว่างเครื่องในระบบ LAN ดัง **ภาพที่ 1** เครื่อง A สื่อสารกับเครื่อง B ดังนั้น ARP cache ของ A ควรเก็บ IP Address และ MAC Address ของ B ที่ถูกต้อง แต่จะเห็นว่า IP Address นั้นเป็นของ B ส่วน MAC Address เป็นของแฮกเกอร์ และ ARP cache ของ B ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นข้อมูลที่สื่อสารกันระหว่าง A กับ B ถูกส่งผ่านเครื่องแฮกเกอร์ และหากเครื่อง A หรือ B เป็น Gateway ข้อมูลที่สื่อสารกับอินเทอร์เน็ต เช่น รหัสผ่านเข้าสู่ระบบ หรือหมายเลขบัตรเครดิตการ์ด อาจไม่มีความปลอดภัย

2. DoS attack เป็นวิธีการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีเพื่อทำให้การสื่อสารของเหยื่อไม่สัมฤทธิ์ผล โดยการส่ง IP Address เป็นเครื่องเหยื่อ แต่ MAC Address ที่ไม่มีจริงไปให้เครื่องอื่น ๆ ใน LAN และส่ง IP Address ของเครื่องอื่น ๆ แต่ MAC Address ปลอมไปให้เหยื่อ ตัวอย่าง เช่นในระบบเครือข่ายหอพักทั้งในและนอกมหาวิทยาลัยหลายแห่งมีการใช้ซอฟต์แวร์ เพื่อตัดเครื่องใด ๆ ออกจากระบบเครือข่ายโดยอาศัยการปลอมแปลงโพรโทคอลดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

2.3 วิธีแก้ปัญหาเดิมที่ถูกนำเสนอ

S-ARP (Secure Address Resolution Protocol) [7] เป็นโพรโทคอลเออาร์พีที่มีการเข้ารหัสคุยกัน ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี ซึ่งแต่ละเครื่องในระบบเครือข่าย LAN จะมี Public key และ Private key เพื่อใช้พิสูจน์ตัวตน ข้อความต่าง ๆ ต้องมีการลงลายเซ็นดิจิทัล ซึ่งสามารถป้องกันการส่งข้อความที่ไม่ถูกต้องได้ แต่วิธีการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับโพรโทคอลเออาร์พีที่มีอยู่แล้ว เพราะเป็นไปไม่ได้ที่จะไปเปลี่ยนโพรโทคอลเออาร์พีทั้งหมดทั่วโลก แล้วยังเกิดความล่าช้าในการลงลายเซ็นดิจิทัลของแพ็คเกตเออาร์พีทุกแพ็คเกต

Anti Netcut จะทำการลบARP cache ทุก ๆ 1 วินาที จะทำให้ ARP cache ถูกทำความสะอาด ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ตรงจุด เพราะ ARP cache ที่ถูกทำความสะอาดนั้นไม่ได้มีการตรวจสอบ ARP cache entry ที่ถูกต้องก็จะถูกลบออกไปด้วย ทำให้เกิด ARP request เพิ่มมากขึ้นในเครือข่าย และอาจ

ทำให้เครือข่ายนั้นล่มซึ่งจะเห็นได้ว่า Anti Netcut ไม่สามารถป้องกันได้จริง

Anti ARP เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการตรวจสอบโพรโทคอลเออาร์พี แล้วนำค่า IP address และ MAC address ของ Gateway ที่ถูกต้องมาทำ Static ARP เอาไว้ แล้วก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่ามีการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีอยู่หรือไม่ ข้อดีคือสามารถสื่อสารสื่อสารกับ Gateway ได้อย่างปลอดภัย จากการทดสอบพบว่า ในบ่อยครั้งที่มีการตรวจสอบโพรโทคอลเออาร์พีของ Gateway ผิดพลาด ซึ่งจะเป็นการทำ DoS ตัวเอง

DAI (Dynamic ARP Inspection) เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ฮาร์ดแวร์ Switch ของ Cisco ที่มีราคาแพงซึ่งจะมีคุณสมบัติตรวจสอบ Dynamic ARP request, ARP reply หากพบว่าเป็นแพ็คเกตเออาร์พีที่มีการปลอมก็จะลบทิ้งทันที ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้ฮาร์ดแวร์ดังกล่าว นั้นยังคงมีราคาสูงอยู่ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในเครือข่ายระดับเล็กและระดับส่วนบุคคล เพราะต้องเสียงบประมาณเป็นอย่างมาก

J-ARP [8] เป็นซอฟต์แวร์ที่ ปิยวัจน์ค้าสบาย และ สมนึก พ่วงพรพิทักษ์เป็นผู้พัฒนาขึ้นที่สามารถป้องกันการจู่โจมตีด้วยการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีในระดับผู้ใช้ส่วนบุคคลซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับองค์กร โดยวิธีการในการป้องกัน ก็คือการคำนวณหาหมายเลขฮาร์ดแวร์แดรสที่ถูกต้องแล้วนำมาทำ Static ARP และจะมีการส่งแพ็คเกตที่ถูกต้องไปช่วยที่ Gateway เมื่อโดนโจมตีทางขา Gateway ก็ส่งแพ็คเกตไปที่ Gateway สู้กัน ซึ่งจะทำให้การใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นไปอย่างล่าช้า เพราะในกระบวนการที่ส่งแพ็คเกตนั้นจะทำให้เกิดแพ็คเกตขึ้นอย่างมากมาย ทำให้ให้เกิด Traffic ในระบบเครือข่าย ซึ่งก็เป็นเหตุให้อินเทอร์เน็ตเกิดความช้า J-ARP

AVAS [9] และ DAPS [10] เป็นระบบป้องกันและตรวจสอบ ARP spoof ที่ออกแบบและพัฒนาโดยนักวิจัยในกลุ่ม ISAN และ DAPS ซึ่งต่อยอดมาจาก AVAS ใช้วิธีการ static ARP entries โดยโปรแกรมที่ติดตั้งในเครื่อง Client และมีโปรแกรมที่คอยปกป้อง Gateway แต่อย่างไรก็ตามระบบ AVAS ยังคงมีความยุ่งยากในการใช้งานจริง และในเครือข่ายที่เป็น Dynamic IP ที่มีการเปลี่ยนแปลง IP address บ่อยๆ ก็เป็นเหตุให้เกิดการสื่อสารกันเพิ่มขึ้นในเครือข่ายระหว่างโปรแกรมของระบบ AVAS เอง นอกจากนั้น การใช้เทคนิคเข้ารหัสและ การใช้ลายเซ็นดิจิทัลยังทำให้เกิดความล่าช้าในการทางานขึ้น และ ทั้ง AVAS และ DAPS ยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ส่วนบุคคลเพราะต้องให้องค์กรเป็นผู้ติดตั้ง

จะเห็นได้ว่าเครื่องมือในการแก้ปัญหาการจู่โจมโพรโทคอลเออาร์พีที่นำเสนอมา ยังมีปัญหาอยู่ 3 ประการ

1. ประสิทธิภาพที่นำไปใช้ป้องกันทั้ง MITM และ DoS ยังไม่สามารถป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ความยืดหยุ่นในการใช้งานทั้งองค์กรและส่วนบุคคล
3. ไม่มีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้หรือผู้ดูแลระบบได้รับรู้การจู่โจม

3. การออกแบบวิธีแก้ปัญหาใหม่

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี โดยไม่ต้องแก้ไขเดิมที่มีอยู่ มีความยืดหยุ่นสามารถป้องกันตัวเอง (ติดตั้งเฉพาะเครื่องลูกข่ายที่ต้องการป้องกัน) ในระบบ LAN และสามารถป้องกันในระดับ MAN หรือองค์กร (มีส่วนเซิฟเวอร์ที่ช่วยเหลือในการป้องกันและเก็บรวมรวมข้อมูล) มีระบบการแจ้งเตือนที่มีประสิทธิภาพในแจ้งเตือนทาง SMS, Facebook และ Website ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งระบบนี้สนับสนุนทั้งระบบปฏิบัติการทั้ง Windows และ Linux โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แนวคิด

จากภัยอันตรายที่ได้กล่าวข้างมา โดยโปรแกรมทั่วไปยังมีจุดบกพร่องในการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีแนวคิดใหม่ คือ การกำหนด Static ARP ซึ่งเป็นวิธีเข้าจัดการ ARP cache ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังเป็นวิธีการยากต่อการจัดการ เนื่องจากผู้ใช้อาจไม่มีความรู้ในการคอนฟิก และไม่ทราบคู่ IP Address และ MAC Address ที่ถูกต้อง ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือในการโจมตีที่รุนแรงในบางครั้ง จึงต้องมีระบบในส่วนเซิฟเวอร์ช่วยป้องกันในกรณีที่เครื่องลูกข่ายป้องกันไม่ได้ทำให้มีการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ และเพิ่มความยืดหยุ่น (สามารถใช้ได้ทั้งระดับ LAN และระดับ MAN) มีส่วนการแจ้งเตือนทาง SMS, Facebook, Website โดยจะมีเซิฟเวอร์เป็นศูนย์กลางในการจัดเก็บข้อมูลจากการถูกโจมตี โดยเครื่อง Client จะส่งมายังเซิฟเวอร์

3.2 การออกแบบ

การตรวจสอบการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี เพื่อป้องการปลอมแปลง MAC Address โดยสามารถทำงานได้ทั้งในเครื่องลูกข่ายหรือมีทั้งส่วนเซิฟเวอร์ก็ได้ สามารถทำงานได้เช่นกัน ถ้ามีส่วนเซิฟเวอร์ก็จะมีส่วนในการป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดในการพัฒนา ดังนี้

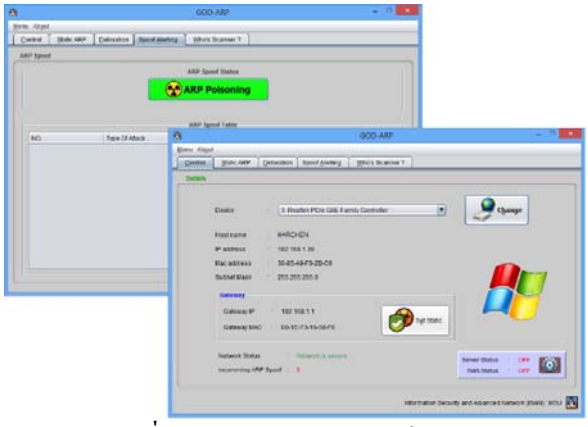
1. โปรแกรมฝั่ง Client

1.1 ทำการกำหนดให้เครื่อง Client ทำ Static ARP เพื่อป้องกันการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี โดยจะมีการแสดง MAC Addresses ทั้งหมดซึ่งจะมีทั้งของจริงและของปลอมจะแสดงให้ผู้ใช้ได้เลือก และหลังจากที่ผู้ใช้ได้เลือกแล้วระบบจะทำการ Static ARP Gateway โดยใช้ MAC Address ที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้แล้ว

1.2 มีระบบในส่วนของวัคซีน ที่คอยช่วยป้องกันโดยการส่งค่า IP addresses และ MAC Addresses ที่ถูกต้องไป

1.3 โปรแกรมสามารถกำหนดค่าที่ถูกต้องของ IP Addresses และ MAC Addresses ของ Gateway ซึ่งเป็นการตั้งค่าแบบที่ผู้ใช้กำหนดเอง

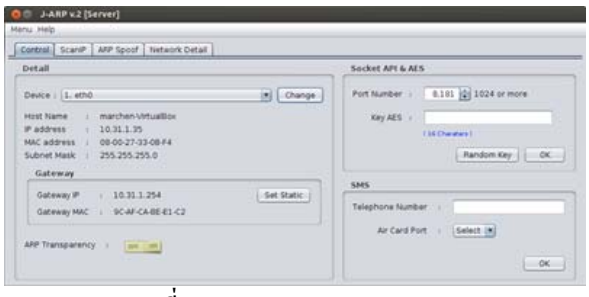
1.4 มีส่วนรายงานการถูกโจมตีทันที หากติดตั้ง Aircardก็จะแจ้งเตือนผ่าน SMS ได้โดยข้อมูลจะส่งไปยังเซิฟเวอร์ ในกรณีมีส่วนเซิฟเวอร์ ก็จะส่งรายงานไปยังเซิฟเวอร์ในระหว่างส่ง ได้ทำการเข้ารหัส AES 128 bit เพื่อป้องกันแฮกเกอร์ขโมยข้อมูลระหว่างการส่ง



ภาพที่ 2 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ในส่วนเครื่อง Client

2. ระบบการทำงานบน Server เป็นตัวที่คอยตรวจสอบคอยรายงาน ซึ่งจะมีการทำงาน ดังนี้

2.1 โปรแกรมสามารถออกจากโหมดล่องหนได้ แล้วก็จะสามารถกลับเข้าสู่โหมดล่องหนได้ แต่ระดับความปลอดภัยจะลดลงเพราะอาจจะมีการสแกนระบบเครือข่ายในขณะที่ไม่ได้อยู่ในโหมดล่องหน โดยเลือกที่ ARP Transparency เพื่อปิด - เปิด ดัง**ภาพที่ 3**



ภาพที่ 3 หน้าโปรแกรมในส่วนของ Server

2.2 แสดงรายงานการถูกโจมตี จากการได้รับข้อมูลจากเครื่อง Client เพื่อเก็บเป็น Data Centerไว้ในการส่ง SMS, Facebook และ Website ดัง**ภาพที่ 4**, **ภาพที่ 5**

NO.	IP	MAC	Type	Operation	Location
1	10.31.1.21	50-E5-49-BF-1E-56	DoS	Request	IT Floor 1
2	10.31.1.21	50-E5-49-BF-1E-56	DoS	Request	IT Floor 1
3	10.31.1.21	50-E5-49-BF-1E-56	ARP Poisoning	Request	IT Floor 1
4	10.31.1.21	50-E5-49-BF-1E-56	DoS	Request	IT Floor 1
5	10.31.1.21	50-E5-49-BF-1E-56	DoS	Request	IT Floor 1

ภาพที่ 4 แสดงการตรวจจับในโปรแกรมฝั่งเซฟเวอร์

ภาพที่ 5 แสดงการตรวจจับทาง Website

3.3 กระบวนการตรวจสอบการปลอมแปลง

ในการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีแฮกเกอร์จะทำการส่ง ARP request หรือ ARP reply ที่จับคู่ระหว่าง IP Address กับ MAC Address ที่ผิดพลาดมาหลอกเครื่องเหยื่อ ซึ่งโปรแกรมจะตรวจสอบพบว่า Dynamic ARP entry ที่เข้ามานั้นมี IP Address ตรงกับ IP Gateway ที่มีการวิเคราะห์ไว้ แต่ MAC Address ไม่ตรงกันแสดงว่ามีความพยายามที่จะปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี และโปรแกรมจะมีการตรวจสอบจาก

IP addressที่เก็บไว้ ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่าเป็นเครื่องในระบบเครือข่ายหรือไม่ ถ้าเป็นเครื่องในระบบเครือข่ายก็สามารถบอกได้ว่าเป็น MITM แต่ถ้าเป็นเครื่องที่ไม่มีในระบบเครือข่ายก็จะบอกว่าเป็น DoS แต่การจู่โจมกรณีเหล่าจะนี้ไม่ส่งผลใด ๆ กับ Client เนื่องจากอยู่ในโหมดล่องหนเมื่อตรวจสอบพบว่ามีการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีจะทำการแจ้งเตือนโดยแจ้งเตือนที่หน้าต่างของโปรแกรมให้ผู้ใช้ทราบ

3.4 รูปแบบเครือข่ายที่นำไปใช้

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ออกแบบมาให้ใช้ได้ทุกระบบเครือข่าย สามารถควบคุมทุก LAN ใน MAN เช่น หอพัก ระบบเครือข่ายในมหาวิทยาลัยหรือองค์กรได้

4. การพัฒนาและทดสอบโปรแกรม

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบของการออกแบบโดยใช้ภาษาจาวา (JDK 1.6) และใช้ JPcap 0.7 จัดการด้านเครือข่าย โดยมีตัวอย่างหน้าหลักของโปรแกรมดัง**ภาพที่ 2** นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบการป้องกันการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พี

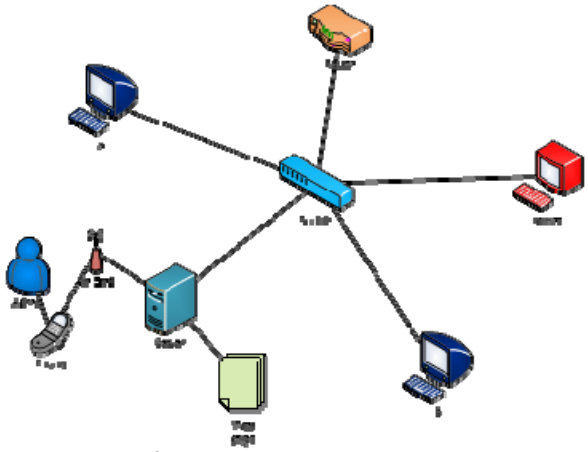
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการทำงานแต่ละซอฟต์แวร์

เครื่องมือ	DoS	MITM	Alert	Server
AntiNetcut	x	/	x	x
AntiARP	x	/	x	x
NoCut	x	/	x	x
StopCut	x	/	x	x
ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น	/	/	/	/

4.1 การทดสอบโปรแกรมและการวิจารณ์ผล

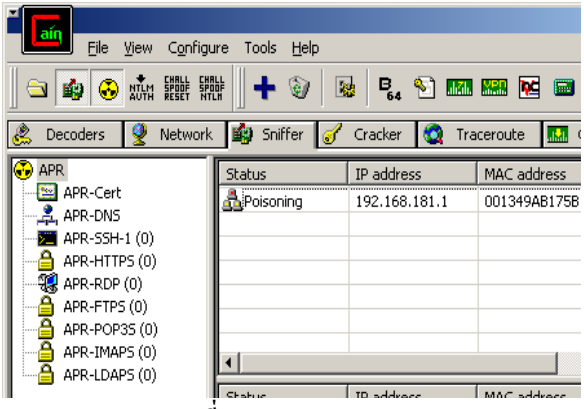
1. การทดสอบ MITM เครื่อง Gateway กับเหยื่อ

เป็นวิธีการที่แฮกเกอร์นิยมเพราะสามารถเข้าแทรกแซงการสื่อสารระหว่างเหยื่อกับอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งมักจะมีข้อมูลทางธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่น่าสนใจ เช่นรหัสผ่านเข้าสู่ระบบ หมายเลขบัตรเครดิตการ์ด เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดลองจู่โจมเหยื่อโดยการปลอม MAC Address ของเครื่องเหยื่อแล้วทำการส่งให้ Gateway และปลอม MAC Address ของ Gateway ส่งให้เหยื่อโดยอาศัย Cain & Abel เป็นการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีเพื่อทำการ MITM ระหว่าง Gateway กับเหยื่อ



ภาพที่ 6 ภาพโดยรวมการทำงานของโปรแกรม

ผลการทดสอบกับเครื่องที่ยังไม่ติดตั้งซอฟต์แวร์ป้องกันใด ๆ ปรากฏว่าสามารถทำ MITM ได้อย่างสมบรูณ์ และทดสอบกับซอฟต์แวร์ป้องกันอื่น ๆ เช่น Anti ARP, Anti Netcut ผลปรากฏว่าไม่สามารถป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่หลังจากการติดตั้งโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมา แล้วจะเห็นว่าไม่สามารถจู่โจมได้สำเร็จ เนื่องจากในกระบวนการสแกนก่อนที่จะ MITM นั้นจะไม่มี IP ของเครื่องนี้ จึงทำให้แฮกเกอร์ไม่สามารถที่ทำการ MITM ได้



ภาพที่ 7 โปรแกรม Cain&Abel

ภาพที่ 8 หน้าแจ้งเตือนเมื่อถูกโจมตี

2. การทดสอบ DoS

โปรแกรม NetCut เป็นซอฟต์แวร์ที่นิสิตนักศึกษาในหลายสถาบันนิยมใช้ในการรบกวนเครือข่ายของหอพัก ถูกใช้เพื่อทำให้การสื่อสารของเหยื่อกับ Gateway ไม่สัมฤทธิ์ผล (DoS attack) ในการทดสอบนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม NetCut เพื่อทำ DoS attack เหยื่อ 1 เครื่องใน LAN ผลการทดสอบกับ Anti ARP และ Anti Netcut ผลปรากฏว่าไม่สามารถป้องกันได้ อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดจราจรบนระบบเครือข่ายเพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่หลังจากการติดตั้งระบบการตรวจจับและป้องกัน พร้อมการแจ้งเตือน การจู่โจมโดยปลอมโพรโทคอลเออาร์พีที่พัฒนาขึ้นแล้ว ปรากฏว่าการจู่โจมล้มเหลว ซึ่งสามารถป้องกันการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีได้

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหาการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีที่มีคุณสมบัติดีกว่าวิธีแก้ไขปัญหาที่นำเสนอก่อนหน้านี้ ดังนี้

1. การนำไปใช้ได้จริงโดยไม่ต้องแก้ไขโพรโทคอลเออาร์พี, OS ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของระบบ

2. ต้นทุนต่ำ ไม่ต้องอาศัยราคาแพง (ไม่ต้องซื้อ Switch ที่มีคุณสมบัติ DAI ซึ่งมีราคาแพง)

3. มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบการปลอมแปลงโพรโทคอลเออาร์พีได้ถูกต้อง (MITM และ DoS)

4. มีความสามารถในการแจ้งเตือนทาง SMS และ Social Network System

5. นำไปใช้ได้ทั้งใน Linux, Windows ทุกเวอร์ชั่น

6. การจัดการไม่ยุ่งยากและโปรแกรมใช้งานอย่างง่ายดาย

7. มีความยืดหยุ่นสามารถนำไปใช้ได้ทั้งระบบ LAN (ผู้ใช้งานทั่วไป) และ MAN (องค์กร) ได้

6. งานวิจัยและการพัฒนาในอนาคต

การพัฒนาในระบบดังกล่าวในบนมือถือ ทั้ง Android, IOS และ Windows Phone เนื่องจากปัจจุบันนั้น Smart Phone กำลังเป็นที่แพร่หลายเป็นอย่างมาก ความปลอดภัยของข้อมูลส่วนตัวยบน Smart Phone จึงเป็นสิ่งที่สำคัญเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

[1] M.Montoro. (2008). “Cain & Abel”. [Online]. Available: www.oxid.it/cain.html.

[2] Arcai.com's“NetCut”. [Online]. Available: www.arcai.com.

[3] Tools4Free.Net. (2006). “Anti netcut 2”. [Online].Available: www.tools4free.net.

[4] AntiARP.com. (2007). “AntiARP”. [Online]. Available: www.antiarp.com.

[5] Cisco-System, “Configuring Dynamic ARP Inspection”, chapter 23. Catalyst 3750 Switch Software Configuration Guide.

[6] D. Plummer, "An Ethernet Address Resolution Protocol," IETF, RFC 826, November 1982.

[7] D. Bruschi, A.Ornaghi, E.Rosti,“S-ARP: a Secure Address Resolution Protocol”. 2003, *Annual Computer Secutity Application Conference (ACSAC)*: University degliStudi di Milano,Italy.

[8] S. Puangpronpitag. and P. Kasabai "Light-weight ARP Spoof Protection Software".*Proceedings of ECTI-CARD 2010*, May’10, Pattaya, Thailand. 2010. pp.978-974.

[9] P. Kasabai, T. Chuachan, and S. Puangpronpitag, "ARP Spoof Vaccination and Surveillance System," in *the 12th National Computer Science and Engineering Conference*, Pattaya, Cholburi, Thailand, 2008, pp. 217-224.

[10] S. Puangpronpitag and N. Masusai, "An efficientand feasible solution to ARP Spoof problem," in *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, 2009, vol. 02, pp. 910-913.

การเพิ่มประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานของระบบขอความช่วยเหลือในเครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจ

Energy efficiency enhancement for ad hoc wireless emergency tracking networks

ฐตพล บุญยะผลานันท์ (Tatapon Boonyapalanant)[1] และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Tataponwft@gmail.com, [2]nawaporn@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการออกแบบวงจรเพื่อการประหยัดพลังงานของระบบขอความช่วยเหลือภายในอาคาร โดยใช้อุปกรณ์ Zigbee Pro Series 2 ซึ่งถูกออกแบบให้ติดตั้งภายในอาคาร 2 ชั้น ในรูปแบบระบบเครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจ งานวิจัยนี้เริ่มจากการหาข้อจำกัดของชุดอุปกรณ์ที่มีอยู่ในแง่ของพลังงานที่ใช้ใน โหมดทำงานปกติ โหมดประหยัดพลังงาน และโหมดส่งสัญญาณ จากนั้นจึงได้แก้ไขปัญหาที่พบโดยการออกแบบวงจรที่ประหยัดพลังงานมากขึ้น และได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สามารถตรวจวัดค่าพลังงานในแบตเตอรี่ที่คงเหลืออยู่ และแจ้งเตือนเมื่อพลังงานลดต่ำลงถึงจุดที่กำหนด ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจสอบและเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ก่อนที่ระบบโดยรวมจะเกิดความผิดพลาดหรืออุปกรณ์จะไม่สามารถทำงานต่อไปได้

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สายแบบเฉพาะกิจ ประหยัดพลังงาน

Abstract

This article presents an energy efficient circuit design for indoor emergency tracking systems which uses Zigbee Pro Series 2. The current system was designed for indoor usage and was not energy efficient. Therefore, in this work we propose an energy efficient circuit which aims to save some energy when the Zigbee device is in a normal, sleep, and transmitting modes. Furthermore, we had also developed a system which could check the remaining battery and notified the users when the battery ran below a certain threshold so that users could replace the batteries prior to the system failure.

Keyword: ad hoc networks, energy efficient

1. บทนำ

การสื่อสารแบบไร้สายได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้ออกไปเป็นอย่างมาก เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ เช่น การนำ Zigbee มาใช้ในการวัดความชื้น วัดปริมาณน้ำ ส่งสัญญาณกันขโมยแบบไร้สาย หรือ ใช้ระบุตำแหน่งผู้ป่วยในโรงพยาบาล [1] เป็นต้น อุปกรณ์ Zigbee นั้นนิยมใช้แหล่งพลังงานในรูปแบบแบตเตอรี่ เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่ายกว่าแบบใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟถาวร แต่ปัญหาที่เป็นปัจจัยสำคัญคือระยะเวลาในการใช้งานอุปกรณ์ เนื่องจาก แบตเตอรี่ เป็นแหล่งพลังงานที่มีอายุการใช้งานที่จำกัด

ในปัจจุบันได้มีความพยายามในการแก้ไขและปรับปรุงปัญหาด้านพลังงานของอุปกรณ์ Zigbee ในหลายด้านและหลายเทคนิค เช่น การกำหนดให้อุปกรณ์ Zigbee ที่ไม่ได้มีการใช้งานหรือไม่มีการรับ-ส่งสัญญาณ อยู่ในสถานะหลับหรือ Sleep mode [2] หรือการลดกำลังการส่งสัญญาณเพื่อให้อุปกรณ์ใช้พลังงานในการส่งข้อมูลน้อยลง ซึ่งจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์มากขึ้น

ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนาเทคนิคการประหยัดพลังงานของระบบระบุตำแหน่งผู้ป่วยในโรงพยาบาลซึ่งใช้อุปกรณ์ Zigbee ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายที่รับส่ง

ข้อมูลด้วยสัญญาณในย่านความถี่ 2.4 GHz และทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ในการรับส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือเพื่อการระบุตำแหน่ง [1] โดยในระบบที่ทดสอบผู้ป่วยจะต้องพกอุปกรณ์ Zigbee ตัวส่งสัญญาณติดตัวไว้ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือไปยังห้องควบคุมได้ทุกขณะ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ Zigbee ให้ประหยัดพลังงาน เพราะจะทำให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้นานขึ้นและทำให้สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิค Sleep mode

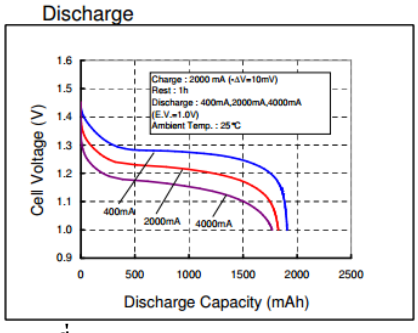
เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้กับอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายในด้านของการประหยัดพลังงานกันอย่างแพร่หลาย โดยการกำหนดให้อุปกรณ์สื่อสารไร้สายสามารถเข้าสู่สถานะหลับหรือ Sleep mode ได้เมื่อ node ดังกล่าวที่อยู่ในโครงข่ายไม่มีการติดต่อ ไม่มีการทำงาน หรือไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่ง โดยการเข้าสู่สถานะหลับ นั้นจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากในขณะที่เข้าสู่สถานะหลับจะไม่มีการส่งข้อมูลใด ๆ ออกไป แต่จะทำการรอรับสัญญาณที่ติดต่อมาจาก node อื่น ๆ เพื่อให้เข้าสู่สถานะตื่นหรือ Active mode อีกครั้งเพื่อให้สามารถทำงานต่อไปได้ วิธีการนี้จึงช่วยลดการใช้พลังงานในด้านการส่งสัญญาณลง แต่ก็ยังคงใช้พลังงานในส่วนของไฟที่ต้องนำมาใช้เลี้ยงอุปกรณ์ให้ทำงานอยู่ตลอดเวลา [3,4]

2.2 เทคนิคการเลือกกำลังการส่งสัญญาณที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล

ในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไร้สายบนเครือข่าย Ad-hoc นั้นโดยปกติจะใช้กำลังในการส่งสัญญาณที่สูงที่สุด เพื่อให้ได้ระยะครอบคลุมการทำงานที่กว้างมากที่สุดและเพื่อให้การรับส่งข้อมูลมีความสำเร็จสูงที่สุด แต่ในทางกลับกันจะทำให้อุปกรณ์ใช้พลังงานค่อนข้างมากและหมดไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีเทคนิคในการเลือกกำลังสัญญาณที่เหมาะสมต่อการส่งข้อมูลโดยกำลังในการส่งของแต่ละ node จะแตกต่างกันออกไปตามระยะห่างของ node ที่ติดต่อกัน ซึ่งจะไม่ใช้กำลังในการส่งสัญญาณสูงสุด แต่จะใช้กำลังในการส่งสัญญาณอยู่ในระดับเพียงพอสำหรับการรับ-ส่งข้อมูลได้โดย node ปลายทางสามารถรับข้อมูลได้โดยไม่มีความเสียหายเท่านั้น [5]

2.3 คุณสมบัติของแบตเตอรี่ AA Panasonic eneloop HR-3UTGB 1.2 V

แบตเตอรี่ HR-3UTGB เป็นแบตเตอรี่เซลล์ทุติยภูมิ หรือแบบบรรจุไฟใหม่ได้ ซึ่งมีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 1.2 V และความจุอยู่ที่ 2,000 mAh ต่อก้อน ในการวิจัยนี้ อุปกรณ์ 1 ชุดจะใช้ถ่าน 4 ก้อนซึ่งต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า 4.8 V (กรณีที่แบตเตอรี่ไม่มีความเสื่อมสภาพ) และความจุอยู่ที่ 2,000 mAh

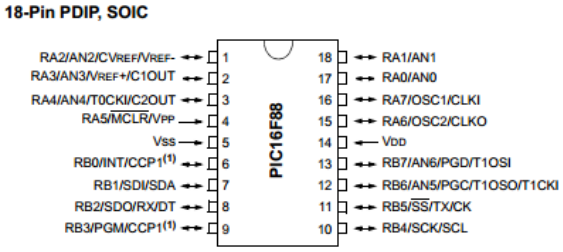


ภาพที่ 1: แรงดันและกระแสไฟฟ้าของ HR-3UTGB

2.4 Microcontroller PIC16F88

PIC คือ Microcontroller ที่ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำ PIC หมายเลข 16F88 มาใช้งานเพื่อทำการควบคุมการทำงานของ Zigbee เพื่อให้ทำตามคำสั่งที่กำหนดไว้ได้ เช่น ส่งสัญญาณร้องขอค่า RSSI ตรวจเช็คค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่คงเหลือในแบตเตอรี่ โดยให้ส่งสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าลดต่ำลงกว่าที่กำหนดไว้

ในการเขียนคำสั่งลงไปใน PIC16F88 จะใช้โปรแกรม PIC C Compiler ในการเขียนภาษา C แล้วทำการคอมไพล์ให้เป็นไฟล์ .hex หลังจากนั้นจะใช้โปรแกรม PICkit 2 เรียกไฟล์ .hex ขึ้นมาเพื่อทำการเบิร์นข้อมูลลงไปใน PIC16F88 โดยจะมีอุปกรณ์เชื่อมต่อเฉพาะในการเบิร์นข้อมูล



ภาพที่ 2: PIC16F88

2.5 โหมดต่าง ๆ ของ Zigbee

อุปกรณ์ Zigbee จะมีการกำหนดค่าให้อุปกรณ์ทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป 3 รูปแบบคือ Coordinator, Router และEnd Device ซึ่งจะมีโหมดการทำงาน 3 โหมดคือ

1. โหมดปกติ พร้อมรอรับ-ส่งสัญญาณอยู่ตลอดเวลา
2. โหมดสลีป ลดการใช้พลังงานเมื่อมีการกระตุ้นจึงจะตื่นขึ้นมาเพื่อทำการรับ-ส่งสัญญาณ
3. โหมดส่งสัญญาณ ทำการส่งสัญญาณเมื่อได้รับคำสั่ง

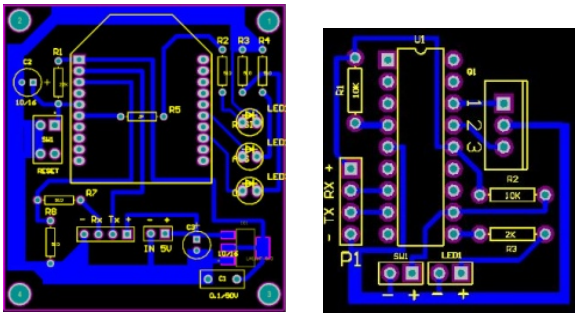
โดย Router จะถูกกำหนดค่าให้ทำงานในโหมดปกติเพื่อให้ระบบขอความช่วยเหลือมีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลา แต่ End Device จะถูกกำหนดค่าให้ทำงานในโหมดสลีป เพื่อประหยัดพลังงานเพราะจะถูกใช้งานต่อเมื่อมีการแจ้งเตือนค่าพลังงาน หรือการขอความช่วยเหลือจากผู้ป่วยเท่านั้น จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องพร้อมใช้งานตลอดเวลา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มพยายามแก้ไขและปรับปรุงให้อุปกรณ์สื่อสารไร้สายแบบเคลื่อนที่มีระยะเวลาการใช้งานได้ยาวนานขึ้น โดยเทคนิคส่วนใหญ่จะทำการปรับปรุงการทำงานของ โพรโตคอล (Protocol) และลดพลังงานในการส่งสัญญาณ โดยให้ node ที่มีพลังงานเหลืออยู่มากกว่าทำหน้าที่ในการรับ-ส่งข้อมูล ปกติเครือข่ายประเภทนี้นิยมนำโพรโตคอล AODV และ DSR มาใช้ในการส่งข้อมูลในรูปแบบเครือข่ายเฉพาะกิจ ซึ่งข้อดีของ AODV และ DSR คือจะจำเส้นทางในการส่งข้อมูลเพื่อให้ไปถึงปลายทางแต่ข้อเสียที่เป็นปัญหาทางพลังงานคือ ทั้ง 2 โพรโตคอลจะทำการส่งข้อมูลไปในเส้นทางเดิมเสมอ ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์ในเส้นทางนั้นใช้พลังงานจนหมดไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่อุปกรณ์อื่น ๆ ยังไม่ถูกใช้พลังงาน [6,7] และยังมีเทคนิคการกำหนดค่าให้ node ที่ไม่มีการรับ-ส่งข้อมูลทำการเข้าสู่สถานะ Sleep mode [3,4] เพื่อประหยัดพลังงาน แต่การจัดการในส่วนนี้ยังคงมีปัญหาในเรื่องความพร้อมในการส่งรับ-ส่งข้อมูลโดยรวมของระบบ เนื่องจากเมื่อมีการ Sleep แล้วยังต้องใช้เวลาในการ Active เพื่อเริ่มทำการรับ-ส่งข้อมูล ทำให้ในบางครั้งเกิดความล้มเหลวในการติดต่อสื่อสารขึ้น ในกรณีนี้ต้องคำนึงถึงระบบว่า node ที่จำเป็นต่อการรับ-ส่งข้อมูลนั้นควรทำการตั้งค่า Sleep mode หรือไม่ และยังมีเทคนิคการเลือกกำลังการส่งสัญญาณที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล [5] และการลดกำลังการส่งสัญญาณ [8] โดยในการเพิ่มหรือลดค่าพลังงานที่ใช้ในการส่งสัญญาณนั้น ต้องคำนึงถึงความสำเร็จในการส่งข้อมูลให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ตรวจสอบวงจรอุปกรณ์ชุดเดิม



(ก) (ข)

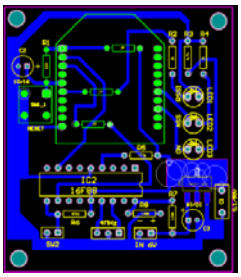
ภาพที่ 3: วงจรไฟฟ้าอุปกรณ์ Zigbee ชุดเดิม

งานวิจัยนี้ได้นำชุดวงจรอุปกรณ์ Zigbee ชุดเก่า [1] มาทำการตรวจสอบและแก้ไขปัญหา เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยลงส่งผลให้ระบบขอความช่วยเหลือสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น โดยภาพ (ก) คือวงจรของอุปกรณ์ Zigbee และภาพ (ข) คือวงจรของ Microcontroller ซึ่งในอุปกรณ์ชุดเก่ายังมีการแยกวงจรกันอยู่ ซึ่งเป็นความผิดพลาดด้านการออกแบบเพราะจะทำให้เกิดความไม่มั่นคงของการส่งสัญญาณ

3.2 ออกแบบและแก้ไขวงจร

วงจรชุดใหม่ดังแสดงในภาพที่ 2 ได้ถูกออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาของอุปกรณ์ชุดเดิมคือ แก้ไขปัญหาเรื่องระบบไฟฟ้าที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่อขา Ground ของอุปกรณ์ Zigbee ลง Ground ของวงจรรวม ทั้งนี้ได้มีการเพิ่มตัวต้านทานในส่วนที่เชื่อมต่อกับหลอด LED ที่จะลดกระแสไฟฟ้าในส่วนนี้ให้น้อยลงเพื่อประหยัดพลังงานและมีการเพิ่มวงจรลดทอนแรงดันไฟฟ้า

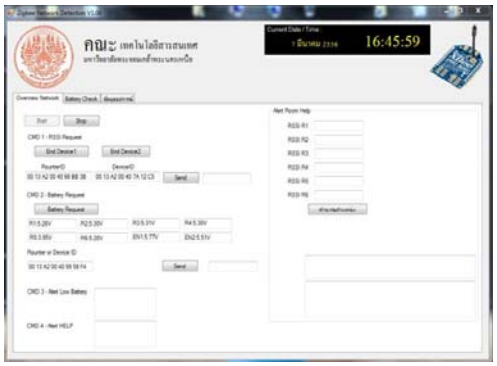
เพื่อให้ Microcontroller สามารถตรวจสอบพลังงานของแบตเตอรี่ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



ภาพที่ 4: วงจรไฟฟ้าอุปกรณ์ Zigbee ชุดใหม่

3.3 โปรแกรมตรวจสอบแบตเตอรี่

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมตรวจเช็คสถานะของอุปกรณ์ Zigbee ดังแสดงในภาพที่ 3 เพื่อให้มีความสามารถในการตรวจวัดค่าพลังงานของแบตเตอรี่ที่ชุดอุปกรณ์แต่ละตัวและเพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์เหลือพลังงานอยู่เท่าไรโดยจะแจ้งเป็นค่า แรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่คงเหลือ

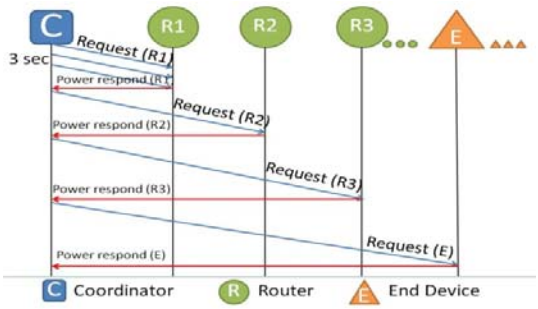


ภาพที่ 5: โปรแกรมตรวจสอบแบตเตอรี่

การทำงานของโปรแกรมแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การตรวจสอบพลังงานคงเหลือ

ผู้ใช้งานระบบสามารถกดปุ่มตรวจสอบพลังงานเพื่อให้ Coordinator ทำการส่งสัญญาณสอบถามพลังงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบซึ่งประกอบไปด้วย Router จำนวน 6 ตัว และ End Device 2 ตัว เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์แต่ละตัวนั้นมีพลังงานเหลืออยู่เท่าไร เมื่ออุปกรณ์ตัวที่ถูกสอบถามได้รับสัญญาณแล้วจะทำการตรวจสอบพลังงานแบตเตอรี่ของตัวเองแล้วตอบกลับมายัง Coordinator ดังแสดงในภาพที่ 4



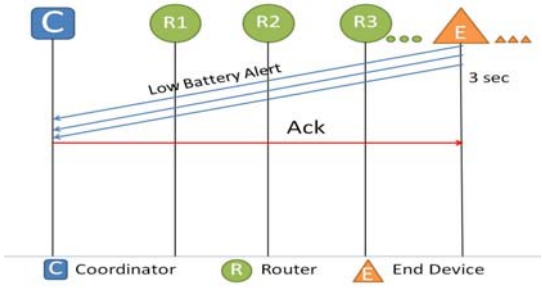
ภาพที่ 6: ขั้นตอนการตรวจสอบพลังงาน

เมื่อ Coordinator ได้รับค่าแล้วจะแสดงผลในโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 5

ภาพที่ 7: ส่วนแสดงผลตรวจสอบพลังงานคงเหลือ

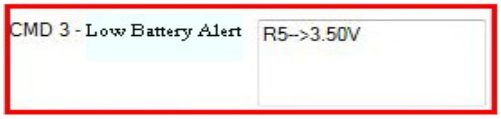
2. การแจ้งเตือนเมื่อพลังงานลดลงเหลือ 3.5 V

เมื่ออุปกรณ์ตัวใดก็ตามในระบบขอความช่วยเหลือมีแรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือ 3.5 V อุปกรณ์จะทำการส่งสัญญาณมายัง Coordinator เพื่อแจ้งให้ทราบว่า ระดับพลังงานได้ลดลงเหลือ 3.5 V ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 8: ขั้นตอนการแจ้งเตือน

โดยที่หน้าจอโปรแกรมจะแสดงชื่ออุปกรณ์ และพลังงานที่คงเหลือของอุปกรณ์เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ตัวใดที่แจ้งเตือนมาดังแสดงในภาพที่ 7



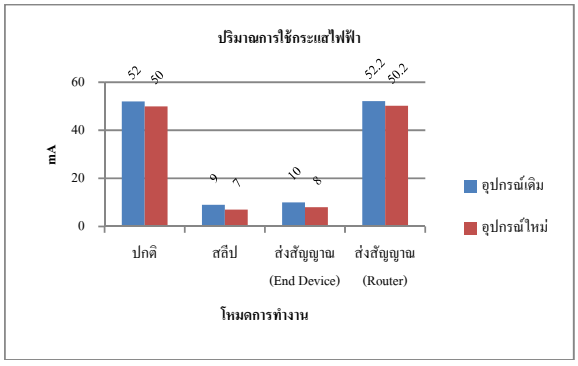
ภาพที่ 9: แจ้งเตือนเมื่อพลังงานลดลงเหลือ 3.5 V

รูปแบบการทำงานทั้ง 2 นี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหายโดยรวมต่อระบบขอความช่วยเหลือ และทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลของการวิจัย

4.1 ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า

หลังจากพัฒนาระบบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อหาค่าพลังงานที่ใช้ในอุปกรณ์ชุดเดิมและชุดใหม่ที่พัฒนาขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์ชุดใหม่สามารถประหยัดพลังงานได้จริง โดยในการทดสอบผู้วิจัยได้ใช้แบตเตอรี่รุ่น AA Panasonic eneloop HR-3UTGB 1.2 V จำนวน 4 ก้อน ซึ่งสามารถวัดค่าการใช้กระแสไฟฟ้าได้ดังแสดงในภาพที่ 8

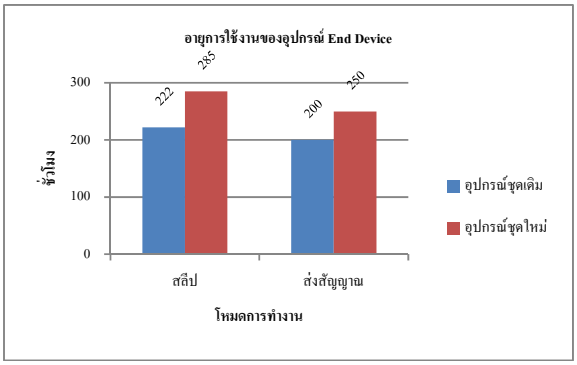


ภาพที่ 10: เปรียบเทียบปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า

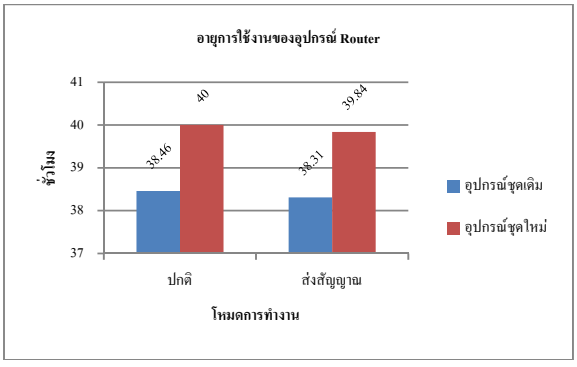
จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ชุดเก่านั้นมีปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่าชุดใหม่ ซึ่งจะพบว่าในแต่ละโหมดการทำงานจะใช้ปริมาณไฟฟ้าแตกต่างกันกล่าวคือ ในช่วงการส่งสัญญาณนั้นอุปกรณ์จะใช้กระแสไฟประมาณ 0.2 ถึง 1 mA นอกจากนี้เนื่องจากอุปกรณ์ Router จะอยู่ในโหมดปกติตลอดเวลา ทำให้ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามาก และในช่วงการส่งสัญญาณของ Router กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.2 mA แตกต่างจากอุปกรณ์ End Device ที่อยู่ในโหมดสลีปซึ่งจะใช้ปริมาณกระแสไฟน้อยแต่เนื่องจากก่อนส่งสัญญาณทุกครั้งจำต้องตื่นขึ้น ทำให้จังหวะในขั้นตอนการตื่น นั้นมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าสูงขึ้นประมาณ 1 mA

4.2 อายุการใช้งานของระบบเครือข่าย

จากปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในแต่ละกรณีผู้วิจัยสามารถคำนวณหาระยะเวลาที่อุปกรณ์สามารถทำงานในระบบขอความช่วยเหลือได้ดังแสดงในภาพที่ 9 และ 10



ภาพที่ 11: เปรียบเทียบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ End Device



ภาพที่ 12: เปรียบเทียบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ Router

จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ชุดใหม่ประหยัดพลังงานมากกว่าส่งผลให้ระบบขอความช่วยเหลือสามารถทำงานได้นานกว่าอุปกรณ์ชุดเก่าอย่างเห็นได้ชัด

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการประหยัดพลังงานจากการใช้ Sleep mode การออกแบบวงจรไฟฟ้าให้ลดการใช้พลังงานให้

น้อยลง และกำหนดรูปแบบการรับ-ส่งสัญญาณ ให้มีความเหมาะสมกับระบบ เพื่อให้ใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น โดยการเลือกใช้เทคนิคเหล่านี้ได้คำนึงถึงความเหมาะสมต่อระบบเป็นหลัก ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณไฟฟ้าที่อุปกรณ์ชุดใหม่ใช้มีปริมาณน้อยกว่าชุดเก่า ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลาในการใช้งานของอุปกรณ์ยาวนานขึ้นโดยจะเห็นชัดในอุปกรณ์ End Device ซึ่งสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้นกว่าเดิมถึง 63 ชั่วโมง และในอุปกรณ์ Router ใช้งานได้นานขึ้นประมาณ 2 ชั่วโมง

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดแนวคิดในการตรวจสอบพลังงานระยะไกล ตรวจวัดค่าอื่น ๆ เช่น ความชื้น ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งอุปกรณ์ Zigbee มีคุณสมบัติและความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นอย่างดี แต่ควรใช้อุปกรณ์ Zigbee ที่เป็นรุ่นเดียวกันทั้งระบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] ธเนศ เหมะรักษ์ และ นวพร วิสิฐพงศ์พันธ์. "การออกแบบระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร." *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* (กรกฎาคม 2555) : 27-32.

[2] Kosmatopoulos, K. et al. “Reducing Power Consumption in Pseudo-ZigBee Sensor Networks.” *Instrumentation and Measurement Technology.* (May 2009) : 300-304.

[3] Koushanfar, F. et al. “Low Power Coordination in Wireless Adhoc Networks.” *Proceedings of the 2003 International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED '03)* (Aug. 2003) : 475 – 480.

[4] Andrew Gelsthorpe, et al. “User Interaction Based Design of Low Power Devices for Ad-hoc Networks.” *IEEE Transactions on Consumer Electronics,* (May 2006) : 669 – 675.

[5] Jae-Hwan Chang, et al. “Energy Conserving Routing in Wireless Ad-hoc Networks.” *Proceedings of 19th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies.* (2000) : 22-31.

[6] Paula Tarrío, et al. “A transmission rate and energy design for power aware localization in ad hoc sensor networks.” *Proceedings of Indoor and Mobile Radio Communications. (Conference of the IEEE 18th International Symposium Personal.* (Sept. 2007) : 1 – 5.

[7] Ms.Gunjan Mankar, et al. “Traffic Aware Energy Efficient Routing protocol.” *Electronics Computer Technology (ICECT), 2011 3rd International Conference.* (April 2011) : 316 – 320.

[8] Apsel A., et al. “Ultra-Low Power Radios for Ad-Hoc Networks.” *Circuits and Systems, 2009. ISCAS 2009. IEEE International Symposium.* (May 2009) : 1433 – 1436.

การแฝงลายน้ำแบบการแบ่งส่วนภาพสำหรับภาพดิจิตัล
Tile-based Watermarking for Digital Image

สิทธิชัยไชยคำภา (Sittichai Chaikumpha)[1], จิตกรณ์ จันทะรัง (Jittakorn Jantarang)[2]
และจันทิมา พลพินิจ (Jantima Polpinij)[3]
หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]imonkystore@hotmail.com, [2]sabyejai_ro@hotmail.com, [3]jantima.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ นำเสนอกระบวนการในการแฝงลายน้ำบนภาพดิจิตัลแบบอาร์จีบี ที่เรียกว่า "การแฝงลายน้ำแบบการแบ่งส่วนภาพสำหรับภาพดิจิตัล" โดยขั้นตอนหลักของการแฝงลายน้ำ เป็นการผสมผสานแนวคิดหลัก 2 อย่าง คือ วันเวย์แฮชฟังก์ชันและปิธากอรัส

คำสำคัญ: การแฝงลายน้ำ ปิธากอรัส วันเวย์แฮชฟังก์ชัน, โครงสร้างการแบ่งภาพ

Abstract

This work proposes a new method for RGB digital image watermarking, called tile-based watermarking. The main processing step of watermarking is a combination of two concepts: One-way hash function and Pythagoras.

Keyword: Watermarking, Pythagoras, One-way Hash Function, Tile-based scheme

1. บทนำ

การเติบโตอย่างรวดเร็วของการส่งผ่านข้อมูลบนระบบอินเตอร์เน็ต ทำให้อินเตอร์เน็ตกลายเป็นเส้นทางการสื่อสารข้อมูลที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เพราะจะทำให้การส่งข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในลักษณะของข้อมูลดิจิตอล ไม่ว่าจะเป็นข้อความ ภาพ หรืออื่นๆสามารถทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ผลที่ตามมาทำให้เกิดการคัดลอกข้อมูลดิจิตอลหรือปลอมแปลงข้อมูลเกิดได้ง่ายขึ้นในลักษณะของการละเมิดลิขสิทธิ์จากบุคคลอื่นที่ไม่ใช่เจ้าของ ซึ่งอาจจะทำให้เจ้าของข้อมูลที่แท้จริงเสียประโยชน์ที่ควรจะได้รับ ปัจจุบันได้มีการหาหนทางในการป้องกันเพื่อไม่ให้ข้อมูลเหล่านั้นถูกบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เข้ามาคัดลอกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ได้รับอนุญาต

จากปัญหาข้างต้น การป้องกันลิขสิทธิ์ของทรัพย์สินทางปัญญาจึงมีความสำคัญและเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในโลกดิจิตอลอย่างมากวิธีการหนึ่งที่มีการนำเสนอเพื่อการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์คือการแทรกลายน้ำลงในสื่อดิจิตอล วิธีการดังกล่าวจะสามารถใช้ยืนยันความเป็นเจ้าของหรือลิขสิทธิ์ของผู้สร้างสื่อดิจิตอลนั้นได้ [1, 2]

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนออีกหนึ่งแนวทางในการแฝงลายน้ำแบบ Spatial domain ที่จะเป็นการแฝงลายน้ำบนพื้นฐานของการแบ่งภาพ (Tiling) การแฝงลายน้ำแบบนี้ถูกเรียกว่า การแฝงลายน้ำแบบการแบ่งส่วนภาพสำหรับภาพดิจิตัล

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแฝงลายน้ำ (Watermarking)

Watermarked หรือ "ลายน้ำ" [1, 2, 3, 4, 5] คือ ข่าวสารที่ถูกซ่อนเอาไว้ในสื่อต้นฉบับเพื่อบ่งบอกถึงต้นกำเนิด สถานะ จุดหมายปลายทางของสื่อนั้น ส่วนลายน้ำแบบดิจิตอลคือลายน้ำที่ใช้สำหรับสื่อต้นฉบับที่อยู่ในรูปแบบดิจิตอลโดยทั่วไปแล้วการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลมีข้อกำหนดมากมายขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานในแต่ละชนิด

โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทของลายน้ำดิจิตอลตามการปรากฏของลายน้ำออกเป็น 2 ประเภทคือ

(1) ลายน้ำที่เปิดเผย (Visible watermark) [1, 4, 5] ทำโดยการเขียนเติมหรือแทรกตัวข้อมูลลายน้ำที่ต้องการลงไปในตัวภาพถ่ายโดยตรงประโยชน์ที่เห็นได้ชัดของวิธีนี้ก็คือบุคคลทั่วไปที่พบเห็นภาพลายน้ำชนิดนี้จะรู้ได้ทันทีว่าภาพดังกล่าวมีเจ้าของ

(2) ลายน้ำที่ไม่เปิดเผย (Invisible watermark) [1, 4, 5] เป็นลายน้ำที่ใส่เข้าไปในตัวข้อมูลแล้วจะสังเกตเห็นความแตกต่างได้ยากมากแต่จะยังคงสามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการพิเศษที่ออกแบบมาโดยเฉพาะตัวอย่าง

2.1.1 พื้นฐานการแฝงลายน้ำ

กระบวนการแฝงลายน้ำดิจิตอลสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้ [4, 5]

$$Y = f(x, w, k) \quad (1)$$

$$Y = f(x, w) \quad (2)$$

โดยกำหนดให้

Y คือภาพที่ฝังลายน้ำดิจิตอลแล้ว

x คือภาพต้นฉบับ

w คือลายน้ำดิจิตอล

f คือฟังก์ชันในการแฝงลายน้ำ

k คือคีย์

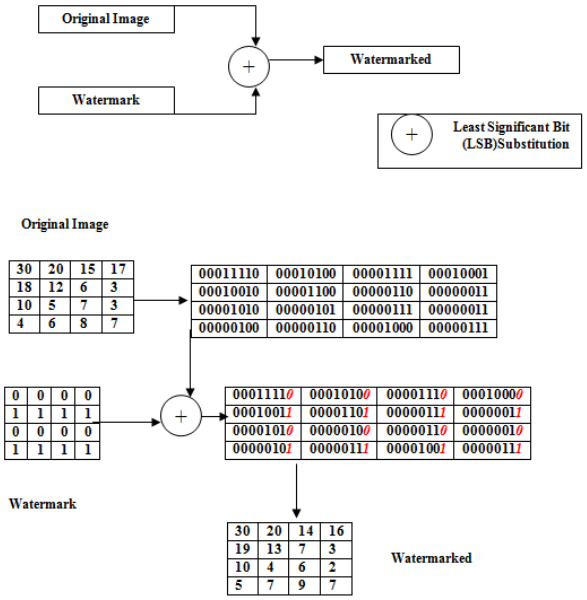
สมการที่ (1) เป็นสมการพื้นฐานของการแฝงลายน้ำโดยใช้ค่าคีย์ในการแฝงลายน้ำ

สมการที่ (2) เป็นสมการพื้นฐานของการแฝงลายน้ำโดยไม่ใช้ค่าคีย์ในการแฝงลายน้ำ

2.1.2 การแฝงลายน้ำแบบ spatial domain

เป็นการพิจารณาจากพื้นที่ทั่วๆไปหรือจุดภาพที่อยู่บนรูปภาพ ส่วนมากแล้วจะกำหนดตำแหน่งจุดภาพในภาพนั้นแบบโคออดิเนต (Coordination) การแฝงลายน้ำในโดเมนภาพระดับความเข้มของจุดภาพในภาพต้นฉบับจะถูกแก้ไขโดยตรง ซึ่งการแก้ไขนี้เป็นการเพิ่มสัญญาณที่ถูกมอดูเลทไปปรับความสว่างของภาพต้นฉบับมีการใช้จำนวนแบบสุ่มในการลดหรือเพิ่มระดับความเข้มของจุดภาพ โดยที่ลำดับแบบสุ่มนี้ขึ้นกับคีย์ที่ใช้ในการแฝงลายน้ำ เพื่อตรวจหาลายน้ำจำเป็นต้องใช้คีย์ตัวนี้ด้วย และคีย์จะทราบเฉพาะคนที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น [1, 2, 3, 4, 5] โดยสามารถแสดงภาพรวมของการแฝงลายน้ำได้ดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 เป็นขั้นตอนการแฝงลายน้ำแบบ spatial domain โดยเริ่มจากการอ่านค่าจุดภาพของภาพต้นฉบับเข้ามาและแปลงให้อยู่ในระดับบิต แล้วทำการเปลี่ยนแปลงค่าบิตสุดท้ายตามค่าจุดภาพของภาพลายน้ำ และสุดท้ายแปลงข้อมูลระดับบิตที่ถูกแฝงลายน้ำกลับไปเป็นรูปภาพ



ภาพที่ 1 การแฝงลายน้ำลงในสื่อต้นฉบับ [5]

2.1.3 One-way Hash Function

One-way Hash Function [5, 7] เป็นการนำเอาข้อมูลภาพต้นฉบับที่จะถูกส่ง เอามาทำการผ่านกระบวนการทางด้านคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Hash Function

ในกระบวนการแฝงลายน้ำ วิธีการ One-way Hash Function [7] เป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้ โดยมีขั้นตอนการคำนวณได้ดังสมการดังต่อไปนี้

1. กำหนดค่า p และ q ซึ่งเป็นจำนวนเฉพาะเก็บไว้เป็นความลับ และให้ $n = p \times q$ จะเป็นค่าที่เปิดเผย
2. หาค่า X, Y, Z, C โดย

$$X = ID \times k \bmod n \qquad Y = ID \times k^2 \bmod n$$
$$Z = ID \times k^4 \bmod n \qquad C = ID \times k^6 \bmod n$$

3. คำนวณตำแหน่ง

$$L_x = X^2 \bmod n \qquad L_y = Y^2 \bmod n$$
$$L_z = Z^2 \bmod n \qquad L_c = C^2 \bmod n$$

4. คำนวณตำแหน่งที่จะแฝง

$$x = L_x \bmod m_x \qquad y = L_y \bmod m_y$$
$$z = L_z \bmod m_z \qquad c = L_c \bmod m_c$$

5. แฝงบิตของภาพสัญลักษณ์ในตำแหน่ง (x, y, z, c)
6. คำนวณตำแหน่งถัดไปโดย

$$L_x = L_x^2 \bmod n \qquad L_y = L_y^2 \bmod n$$
$$L_z = L_z^2 \bmod n \qquad L_c = L_c^2 \bmod n$$

7. ทำตามข้อ 4, 5, 6 จนกว่าบิตทั้งหมดของภาพสัญลักษณ์จะถูกแฝงลงไปในภาพต้นฉบับจนหมด

ในการแฝงลายน้ำโดยวิธี One-way Hash Function นั้นจะประกอบด้วยค่าคีย์ที่ได้จากการคำนวณ และค่า *ID* โดยกำหนดให้

p คือจำนวนเฉพาะค่าที่ 1

q คือจำนวนเฉพาะค่าที่ 2

ID คือค่าที่ถูกกำหนดขึ้นมา

K คือค่าคีย์

m_x คือความกว้างภาพต้นฉบับ

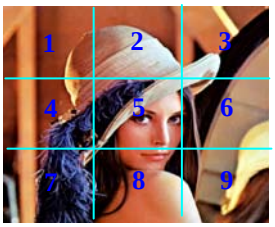
m_y คือความสูงภาพต้นฉบับ

m_z คือขอบเขตตำแหน่งบิตที่จะแฝง (4 บิตต่ำ)

m_c คือจำนวนช่องสี

2.2 Tile-based scheme

Tile-based scheme [6] เป็นการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ แล้วทำการวิเคราะห์ภาพจากส่วนย่อยที่ได้ทำการแบ่งเอาไว้เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และประมวลผล ซึ่งขนาดของการแบ่งภาพจะกำหนดตามความเหมาะสม ที่สามารถพิจารณาจากขนาดของภาพ ในงานวิจัยฉบับนี้จะทำการแบ่งภาพแบบ 3 x 3 ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพ Lena ที่ผ่านการแบ่งภาพแบบ 3 x 3

3. การแฝงลายน้ำแบบการแบ่งส่วนภาพสำหรับภาพดิจิตัล (Tile-Based Watermarking)

กรอบการแฝงลายน้ำในงานวิจัยฉบับนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมภาพ

- กระบวนการเตรียมเอกสารต้นฉบับ

เป็นกระบวนของการตรวจสอบคุณสมบัติของเอกสารต้นฉบับเพื่อให้เหมาะกับการทำงานในงานวิจัยฉบับนี้ โดยลักษณะของเอกสารต้นฉบับเป็นภาพแบบ RGB มีขนาดไม่น้อยกว่า 256 x 256 จุดภาพ ดังภาพที่ 3

(ก) เอกสารต้นฉบับ (ข) ภาพสัญลักษณ์

ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลอง

- กระบวนการเตรียมภาพสัญลักษณ์

เป็นกระบวนของการตรวจสอบคุณสมบัติและเตรียมภาพสัญลักษณ์เพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาแฝงเป็นลายน้ำโดยลักษณะของภาพสัญลักษณ์เป็นภาพขาวดำดิจิตอลชนิดฐานสอง และมีขนาดของภาพคือ 256 × 256 จุดภาพ ดังภาพที่ 3

3.2 แบ่งภาพเป็นแบบ 3 x 3 ตามแบบ Tiling-based scheme

เป็นขั้นตอนของการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ ตามแนวคิดแบบ Tiling-based scheme เพื่อให้ง่ายต่อเจ้าของภาพกับการระบุตำแหน่งของการแฝงภาพสัญลักษณ์ลงไป โดยในงานวิจัยฉบับนี้จะแบ่งภาพออกเป็น 3 x 3 ดังแสดงในภาพที่ 4 ในทำนองเดียวกัน ภาพสัญลักษณ์ที่จะใช้เป็นภาพลายน้ำ ก็จะถูกปรับขนาด ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของ Tile ด้วยเช่นกัน เช่น หากภาพมีขนาด 300 x 300 จุดภาพ สมมติว่ามีการแบ่งแบบ 3 x 3 จะได้จำนวน Tile ทั้งสิ้น 9 Tile และแต่ละ Tile สมมติว่ามีขนาด 30 x 30 จุดภาพ ดังนั้นภาพสัญลักษณ์จะถูกปรับขนาดให้มีขนาด 30 x 30 จุดภาพเช่นกัน

3.3 หาตำแหน่งในภาพต้นฉบับที่แฝงภาพสัญลักษณ์ลงไปด้วยการประยุกต์ One-way Hash Function

ขั้นที่ 1: กำหนดค่า ID และค่า Key

สำหรับค่า ID ที่จะใช้เป็น '*รหัสลับ*' ในการหาตำแหน่งของภาพที่จะแฝงภาพสัญลักษณ์ลงไป โดยค่า ID จะหาได้จากค่าเฉลี่ยของค่าจุดภาพของภาพต้นฉบับทั้งภาพ ดังแสดงได้ในสมการที่ (1) โดยในการหาค่าเฉลี่ยของค่าจุดภาพเป็นการหารแบบไม่เอาเศษ

$$ID = \frac{\text{ผลรวมของค่าจุดภาพในภาพต้นฉบับ}}{\text{จำนวนจุดภาพในภาพต้นฉบับ}} \quad (1)$$

สมมติมีภาพต้นฉบับดังแสดงข้างล่างนี้ โดยมีผลรวมของค่าจุดภาพเท่ากับ 5102 จากจำนวนจุดภาพทั้งหมด 300 จุดภาพ ดังนั้น ค่า ID = 5102/300 = 17

สำหรับค่า Key คือ ค่า prime number 1 ค่า ที่ random มาจากค่าจุดภาพจากจำนวนค่าจุดภาพทั้งหมด

ขั้นที่ 2: การกำหนดตำแหน่งของการแฝงลายน้ำในภาพ

การกำหนดตำแหน่งของการแฝงลายน้ำในภาพในที่นี้คือการกำหนดตำแหน่งของ Tile ที่จะทำการแฝงลายน้ำลงไป โดยค่า *ID* และ ค่า *Key* จะได้จากการคำนวณในขั้นตอนก่อนหน้า โดยจะหาตำแหน่งของการแฝงลายน้ำในภาพ โดยการประยุกต์สมการของ One-way Hash Function ได้ดังต่อไปนี้

$$Tile = ID \times Key \bmod n$$

โดยกำหนดให้

Tile คือ ตำแหน่งของ block หรือ Tile ที่จะแฝง

ID คือ ค่าเฉลี่ยของค่าจุดภาพของภาพต้นฉบับทั้งภาพ

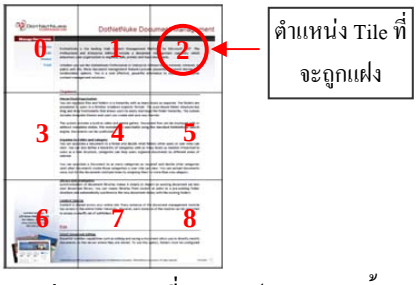
Key ค่า prime number 1 ค่า ที่ random มาจากค่าจุดภาพจากจำนวนค่าจุดภาพทั้งหมด

n คือ จำนวน Tile ทั้งหมด

สมมติว่าภาพต้นฉบับถูกแบ่งแบบ 3 x 3 และคำนวณค่า ID ได้เท่ากับ 17 ขณะที่ Key เป็นค่า prime number ที่ random ได้สมมติว่ามีเท่ากับ 7 โดยค่า ID และ Key จะได้มาจากการคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$Tile = ID \times Key \bmod n$$

$$Tile = 17 \times 7 \bmod 9$$



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งของ Tile ที่จะถูกแฝงภาพลายน้ำ

ดังนั้น ตำแหน่งของ Tile ที่จะถูกแฝงภาพลายน้ำลงไปคือตำแหน่งที่ 2

3.4 หาตำแหน่งบิตในแต่ละจุดภาพในภาพต้นฉบับที่แฝงลายน้ำลงไป

ในรูปภาพดิจิตอลแบบทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยจุดสีจำนวนมาก เรียงกันตามแนวตั้งและแนวนอนคล้ายตาราง ซึ่งในการเข้าถึงจุดภาพแต่ละจุดนั้นจะต้องมีการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งคล้ายคลึงกับระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

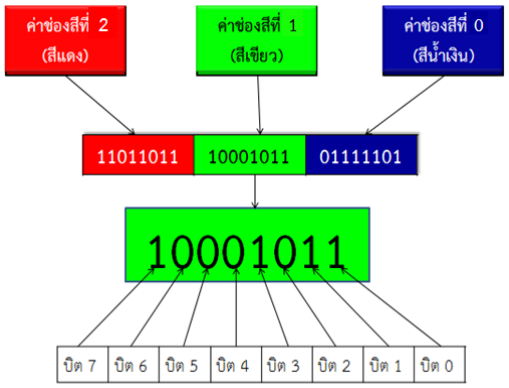
งานวิจัยฉบับนี้ประยุกต์การแฝงลายน้ำตามการประยุกต์ของ [5] ที่ใช้ทฤษฎีบทของพีธากอรัส เวคเตอร์ และระนาบพิกัดฉาก 2 มิติ ประกอบการแฝงลายน้ำ อีกสิ่งที่ขาดไม่ได้คือค่าคีย์ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า นำมาใช้เพื่อคำนวณหาตำแหน่งบิตและช่องสีที่จะทำการแฝงสัญญาณลายน้ำ ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$Px = \left(\left[\sqrt{[(h/2)-y]^2 + [(w/2)-x]^2} \right] \times Key \right) \%4 \qquad (2)$$

โดยทั่วไป ในการแฝงลายน้ำจะแฝงใน 4 บิตต่ำ (1 จุดภาพแทนด้วยเลขฐานสองคือ 8 บิต) ดังนั้นเลข 4 คือจำนวนบิตที่จะเป็นตำแหน่งของการแฝง ซึ่งตำแหน่งของบิต (ดังภาพที่ 5)

$$Ch = \left(\left[\sqrt{[(h/2)-y]^2 + [(w/2)-x]^2} \right] \times Key \right) \%3 \qquad (3)$$

นอกจากการพิจารณาตำแหน่งบิตที่จะแฝง ในที่นี้จะพิจารณาในตำแหน่งช่องสีที่จะแฝงด้วย นั่นคือ ช่องสีแดง เขียว หรือน้ำเงิน ดังนั้นเลข 3 คือจำนวนช่องสีที่จะเป็นตำแหน่งของการแฝง โดยช่องสีแดงแทนด้วย 2, ช่องสีเขียวแทนด้วย 1 และช่องสีน้ำเงินแทนด้วย 0



ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งบิต และช่องสี

นอกจากนี้ ความหมายของตัวแปรต่างๆ จะอธิบายได้ดังนี้

Px คือ ค่าตำแหน่งบิต

Ch คือ ค่าช่องสี

h คือ ค่าความสูงของ Tile (จุดภาพ)

w คือ ค่าความกว้างของ Tile (จุดภาพ)

x คือ ค่าของตำแหน่งจุดภาพในแนวแกนนอน

y คือ ค่าของตำแหน่งจุดภาพในแนวแกนตั้ง

Key คือ ค่าคีย์ (ที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนก่อนหน้า)

% คือ การหารเอาเศษ หรือ modulation

เลข 4 คือ จำนวนบิต (กลุ่มบิตต่ำ 4 บิตสุดท้าย)

เลข 3 คือ จำนวนของช่องสี

ตัวอย่างการคำนวณหาตำแหน่งบิตและช่องสีที่จะทำการแฝงลายน้ำ สามารถยกตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้

สมมติว่า Tile ที่ 2 (ดังภาพที่ 4) คือตำแหน่งของภาพที่จะถูกแฝงภาพลายน้ำนั้น ที่มีขนาด 100×100 จุดภาพ ดังนั้นค่าความสูงของ Tile (h) เท่ากับ 100 ค่าความกว้างของ Tile (w) เท่ากับ 100 และค่าคีย์เท่ากับ 7 (จากขั้นตอนก่อนหน้า) โดยตัวอย่างที่แสดงนี้ได้แสดงตัวอย่างของตำแหน่งจุดภาพในแนวแกนนอน (x) เท่ากับ 45 และค่าของตำแหน่งจุดภาพในแนวแกนตั้ง (y) เท่ากับ 45 ซึ่งจะสามารถคำนวณหาตำแหน่งบิตและช่องสีที่จะทำการแฝงตามสมการ (2) และ (3) ตามลำดับ ดังนี้

$$\text{ตน. ของบิต} = ([\sqrt{[(h/2)-y]^2+[(w/2)-x]}^2]\times Key)\%4$$

$$= ([\sqrt{[(100/2)-45]^2+[(100/2)-45]}^2]\times 7)\%4$$

$$= 49.50 \bmod 4 = 2$$

$$\text{ตน. ช่องสี} = \left(\left[\sqrt{[(h/2)-y]^2+[(w/2)-x]^2}\right]\times Key\right)\%3$$

$$= \left(\left[\sqrt{[(100/2)-45]^2+[(100/2)-45]^2}\right]\times 7\right)\%3$$

$$= 49.50 \bmod 3 = 1$$

จากตำแหน่งบิตและช่องสีที่ได้ข้างต้น สามารถบอกได้ว่า ในตำแหน่งจุดภาพ (45, 45) จะแฝงภาพลายน้ำเข้าที่ตำแหน่งบิตที่ 2 ในช่องสีเขียว (แสดงในภาพที่ 7)

3.5 การกำหนดเงื่อนไขในการแฝงลายน้ำ

ในงานวิจัย นี้ ได้กำหนดเงื่อนไขในการแฝงลายน้ำไว้ กรณี ตามการพิจารณาจำนวนช่องสีซึ่งมีอยู่ 63 ช่องสี R, G, และ B ตในการที่จะแฝงซึ่งมีได้และค่าบิ 2 ค่าคือ 0 หรือ 1 โดยแสดงเงื่อนไขทั้ง 6 ได้ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1: ค่าช่องสีเท่ากับ 0 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 1

$$P_{new} = P_{old} \vee 2^{px}$$

กรณีที่ 2: ค่าช่องสีเท่ากับ 0 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 0

$$P_{new} = P_{old} \wedge (\sim 2^{px})$$

กรณีที่ 3: ค่าช่องสีเท่ากับ 1 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 1

$$P_{new} = P_{old} \vee 2^{px+8}$$

กรณีที่ 4: ค่าช่องสีเท่ากับ 1 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 0

$$P_{new} = P_{old} \wedge (\sim 2^{px+8})$$

กรณีที่ 5: ค่าช่องสีเท่ากับ 2 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 1

$$P_{new} = P_{old} \vee 2^{px+16}$$

กรณีที่ 6: ค่าช่องสีเท่ากับ 2 และ ค่าสัญญาณลายน้ำเป็น 0

$$P_{new} = P_{old} \wedge (\sim 2^{px+16})$$

เมื่อกำหนดให้

P_{new} คือค่าสีของจุดภาพที่ถูกแฝงลายน้ำแล้ว

P_{old} คือค่าสีของจุดภาพ ณ ตำแหน่งที่ต้องการแฝงลายน้ำ

Px คือค่าของตำแหน่งบิตที่ต้องการแฝงลายน้ำ

$\vee$ คือตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์แบบ (or)

$\wedge$ คือตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์แบบ (and)

$\sim$ คือตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์แบบ Logical Negation

4. การทดสอบ

4.1 ข้อมูลทดสอบ

การแฝงลายน้ำดิจิตอลบนพื้นฐานของวิธีการทำลายน้ำในส่วนพื้นที่กับภาพเอกสารอิเลคทรอนิกส์ที่เป็นภาพ RGB ประเภท PNG (Portable Network Graphics) มีขนาดไม่น้อยกว่า 256 x 256 จุดภาพ ขณะที่ภาพสัญลักษณ์ที่จะใช้ในการแฝงจะเป็นภาพดิจิตอลขาวดำ และจำนวนของภาพที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนภาพทั้งสิ้น 60 ภาพ

4.2 การทดสอบคุณภาพของภาพภายหลังการแฝงลายน้ำ

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) [8, 9] เป็นค่าที่ใช้ชี้วัดคุณภาพของรูปภาพที่ได้แฝงลายน้ำดิจิตอลโดยจะทำการเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ ค่าชี้วัดคุณภาพของภาพลายน้ำดิจิตอลนี้หาได้จากการกำหนดภาพดิจิตอลต้นฉบับ $X[i, j]$ ให้มีขนาดเป็น N×N จุดภาพเท่ากับภาพจากกระบวนการฝังภาพลายน้ำ $Y[i, j]$ โดยในขั้นตอนแรกจะต้องหาค่า *Mean Square Error* (*MSE*) ก่อน ตามสมการ

$$MSE = \frac{\sum (X[i, j]-Y[i, j])^2}{N} \quad (4)$$

กำหนดให้ $X[i,j]$ คือค่าจุดภาพของภาพต้นฉบับ

$Y[i,j]$ คือค่าจุดภาพของภาพที่แฝงลายน้ำแล้ว

N คือขนาดของภาพ

จากนั้น *PSNR* สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$PSNR = 10\log\frac{Peak^2}{MSE} \quad (5)$$

โดยที่ *Peak* คือ ค่าสูงสุดของขอบเขตข้อมูล หากภาพมีจุดภาพแทนด้วยข้อมูล n บิต ดังนั้นจะมีจำนวนเท่ากับ 2^n

$$PSNR = 10\log\frac{(2^n-1)^2}{MSE} \quad (6)$$

สมมติภาพมีขนาด 24 บิต หรือมีจำนวนระดับความเทาเท่ากับ 16777216 ระดับ จะได้ว่า

$$PSNR = 10\log(\frac{16777215^2}{MSE}) \quad (7)$$

โดยคุณภาพของภาพลายน้ำที่ยอมรับได้ควรจะมีค่าตั้งแต่ 20-40 dB ขึ้นไป [9]

4.3 ผลการทดลอง

จากการทดสอบการแฝงภาพลายน้ำด้วยกระบวนการแบบ Tile-based watermarking ด้วยจำนวนภาพทั้งสิ้น 60 ภาพที่แตกต่างกัน พบว่าภายหลังจากการวัดประสิทธิภาพของภาพที่ผ่านการแฝงลายน้ำด้วย PSNR พบว่าคุณภาพของภาพอยู่ระหว่าง 45-52 dB

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การแฝงลายน้ำ Tile-based watermarking ยังคงให้คุณภาพของภาพในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตาม ภาพที่ใช้ในการทดสอบยังมีจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นจึงควรทดสอบด้วยจำนวนภาพที่มากขึ้น และขนาดภาพควรมีขนาดที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังต้องทดสอบการถอดลายน้ำ รวมถึงการโจมตีภาพ เพื่อทดสอบความคงทนของภาพลายน้ำด้วย

5. สรุปงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ นำเสนอขั้นตอนการแฝงลายน้ำที่เรียกว่า Tile-based watermarking ที่เป็นการรวมแนวคิดของ Tile-based scheme และการแฝงลายน้ำแบบ spatial domain เข้าด้วยกัน ส่วนในขั้นตอนของการแฝงลายน้ำนั้น เป็นการผสมผสานของทฤษฎี 2 อย่างคือ ทฤษฎี One-way Hash Function และปิธากอรัส

จากการทดสอบการแฝงภาพลายน้ำด้วยกระบวนการแบบการแฝงลายน้ำแบบการแบ่งส่วนภาพสำหรับภาพดิจิตัล ด้วยจำนวนภาพทั้งสิ้น 60 ภาพที่แตกต่างกัน พบว่าภายหลังจากการวัดประสิทธิภาพของภาพที่ผ่านการแฝงลายน้ำด้วย PSNR พบว่าคุณภาพของภาพอยู่ระหว่าง 45-52 dB ซึ่งเป็นคุณภาพของภาพในระดับที่น่าพอใจ

เอกสารอ้างอิง

[1] Michael Arnold & Martin Schmucker, “Techniques and Applications of Digital Watermarking and Content Protection,” *Computer Security Series*, Stephen D. - Wolthusen, 2003.

[2] M. V. Smirnov. “Holographic approach to embedding hidden watermarks in a photographic image” Journal of Optical Technology, Vol. 72, Issue 6, pp. 464-468, 2005.

[3] Frank Y. Shih, “Digital watermarking and steganography: fundamentals and techniques” Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA, 2008.

[4] Jantima Polpinij, “Digital Image Verification using Spatial Domain Watermarking”, 31th Congress on Science and Technology in Thailand, 2005.

[5] ทองปาน สุขเสมอ, กำธร สารวรรณ. “Digital Images Verification by Watermarking”, โครงงานปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์, คณะวิทยาการสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.

[6] Francesc Sebe and Josep Domingo-Ferrer, “Oblivious Image Watermarking Robust against Scaling and Geometric Distortions”, International Conference on Information Security (ISC), 2001.

[7] Min-Shiang Hwang “A watermarking technique based on one-way hash functions” IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1999.

[8] Huynh-Thu, Q.; Ghanbari, M. "Scope of validity of PSNR in image/video quality assessment". *Electronics Letters* 44 (13): 800–801, 2008.

[9] B. Chandra Mohan and S. Srinivas Kumar**, “**A Robust Image Watermarking Scheme using Singular Value Decomposition**”,** Journal of Multimedia, Vol. 3, No.1, pp.7-15, 2008.

การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบ ป้องกันและแจ้งเตือนการโจมตีเครือข่าย ในรูปแบบของการปฏิเสธการให้บริการ

A Development of Detecting, Preventing and Alarming Program for Attacking Network from Denial of Service (DoS)

วรพจน์ ชูประเสริฐ (Vorapoj Shueprasurt)[1] และสุนันทา สดสี (Sunantha Sodsee)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]bodyaero@hotmail.com, [2]sunantha_s@hotmail.com

บทคัดย่อ

การบุกรุกเครือข่ายคือการพยายามที่จะล่วงละเมิดเข้าสู่ระบบโดยไม่ได้รับอนุญาต การใช้ระบบในทางที่ผิดซึ่งกระทำโดย ผู้บุกรุก หรือ Hacker ส่งผลทำให้บุคคล องค์กร หรือหน่วยงานต่างๆ ได้รับผลกระทบ เช่นข้อมูลสำคัญถูกโจรกรรม หรือทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้ สิ่งเหล่านี้สร้างความเสียหายเป็นมูลค่ามหาศาล จากผลกระทบดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการตรวจจับ ป้องกันและแจ้งเตือนการโจมตีในรูปแบบของการปฏิเสธการให้บริการ โดยนำข้อมูล Netflow จาก Router มาพัฒนาเพื่อสร้างโปรแกรมในการตรวจจับการบุกรุก (Intrusion Detection) การป้องกันการบุกรุก (Intrusion Prevention) และแจ้งเตือนการบุกรุก (Intrusion Alarming) ของเครือข่าย จากการทดสอบการโจมตีเครือข่ายด้วยโปรแกรม Ping of Death โดยแพ็คเก็ตขนาด 60,000 ไบต์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบ ป้องกันและแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: การตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย การป้องกันการบุกรุกเครือข่าย

Abstract

At present, Denial of Service (DoS) has widely problem in computer networks and the Internet. It also affects to private companies or government organizations, which is increasing effect in the future. From the previous mentioned problem, we have studied about a structure of DoS attacking and methods of router operations. We have found that the Netflow log, which is recovered from routers, is useful to apply for detecting, preventing and alarming the intrusion attacking, especially DoS. Finally, we have, however, developed a program, which is consisted of alarming operation, the intrusion detection and prevention algorithms. The simulation results have shown that our proposed work can detect, prevent and send an alarming message to the network administration correctly.

Keywords: DoS, Netflow, Detection, Prevention, Alarming

1. บทนำ

การใช้งานเครือข่ายเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานอินเทอร์เน็ต หรือการใช้เชื่อมต่อภายในองค์กร ทำให้ปัญหาเรื่องการบุกรุกทางเครือข่ายมีความสำคัญมาก และในยังมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากทั้งตัวบุคคลหรือองค์กร ด้วยเหตุนี้การสร้างระบบตรวจจับและป้องกันการบุกรุกทางเครือข่ายจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้ทันสมัยอยู่เสมอ

ในการป้องกันและการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายในปัจจุบันมีหลายประเภทและรูปแบบ เช่น Snort [8] เป็นโปรแกรมที่ใช้ตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย มีหน้าที่หลักในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยการเก็บข้อมูลแบบ Packet Sniffer ข้อมูลที่ได้จากการ Sniffer นั้นจะมีขนาดใหญ่เพราะมีทั้ง Header และ Content อุปกรณ์จึงจำเป็นต้องมีพื้นที่

ขนาดใหญ่และเพียงพอในการเก็บข้อมูล Log ซึ่งได้จากการ Sniffer

Tipping Point เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทำหน้าที่ตรวจจับและป้องกันการบุกรกเครือข่าย โดยจะทำการตรวจสอบแพ็คเก็ตแบบ Threat Suppression Engine (TSE) [9] ทำให้มีประสิทธิภาพ การทำงานที่รวดเร็ว ส่งผลทำให้ Latency ของระบบลดลงไป แต่อุปกรณ์นี้มีราคาค่อนข้างสูง

Netflow Analyzer [4] เป็นโปรแกรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลเครือข่ายและนำเสนอข้อมูลสถิติในรูปของกราฟ Netflow Analyzer นั้นจะใช้ข้อมูล Netflow [1] จาก Router ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีเฉพาะแค่ Header เพียงเท่านั้น ทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็ก Netflow Analyzer เป็นซอฟต์แวร์ลิขิสิทธิ์ และไม่สามารถทำการตรวจจับหรือป้องกันการบุกรุกได้

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาและผลเสียจากการถูกบุกรุกเครือข่าย จึงนำเสนอโปรแกรมตรวจจับ ป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย โดยอาศัยข้อมูล Netflow จาก Router ซึ่งสามารถนำไปตรวจสอบวิเคราะห์เพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนการบุกรุกด้วยการกำหนดกฎ [3] ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการเปรียบเทียบค่า Attribute ของแพ็คเก็ตกับค่า Threshold ตามที่กำหนด และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการบุกรุกบนเครือข่ายด้วยคำสั่ง ACLs บน Router ได้โดยอัตโนมัติ โดยโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับ ป้องกัน และแจ้งเตือนการบุกรุกในรูปแบบของการปฏิเสธการให้บริการ (Denial of Service-DoS) ได้

ในงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอธิบายในส่วนที่ 2 การออกแบบและการพัฒนาโปรแกรมอธิบายในส่วนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบอธิบายในส่วนที่ 4 และส่วนที่ 5 นำเสนอสรุปผลการทำงาน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องระบบวิเคราะห์ตรวจสอบและป้องกันการบุกรุกเครือข่าย โดยใช้ข้อมูลจาก Netflow ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสาร เครื่องมือต่าง ๆ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 การบุกรุกเครือข่ายประเภทต่างๆ

การโจมตีแบบ Denial of Service (DoS) เป็นการโจมตีโดยเป้าหมายทำให้เครือข่ายหรือคอมพิวเตอร์เป้าหมายทำงานหนักเกินไปหรือใช้ทรัพยากรบนเป้าหมายจนหมด ทำให้เป้าหมายไม่สามารถให้บริการผู้ใช้ได้ตามปกติ ซึ่งรูปแบบและวิธีการของการโจมตีแบบ DoS นั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น Neptune Mailbomb [3] หรือ Smurf Attack [3] จะใช้วิธีการส่งแพ็คเก็ตเสมือนเป็นผู้ใช้ปกติไปยังเป้าหมายจำนวนมากเพื่อให้เครื่อง Server ทำงานหนักเกินไป ส่วน Teardrop หรือ Ping of Death จะใช้วิธีการสร้างแพ็คเก็ตที่ผิดรูปแบบเพื่อทำให้ Stack ของโพรโทคอล TCP/IP ของเครือข่ายเกิดความสับสนและทำงานผิดปกติ

การโจมตีแบบ User to Root [3] เป็นการโจมตีที่ผู้บุกรุกจะเริ่มจากการเป็นผู้ใช้ปกติเข้าไปในระบบแล้วใช้วิธีการเปลี่ยนตัวเองเป็น Root ของระบบ หรือก็คือเป็นผู้ใช้ที่มีสิทธิ์สามารถทำทุกอย่างในระบบได้ ซึ่งวิธีการที่ผู้บุกรุกสามารถเปลี่ยนตัวเองเป็น Root ได้นั้นสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้กันมากที่สุดและรู้จักกันมากที่สุดก็คือการทำ Buffer Overflow ที่ทำได้โดยการทำให้โปรแกรมคัดลอกข้อมูลมากเกินไปใน Buffer จนทำให้ข้อมูลนั้นล้นออกมา ซึ่งข้อมูลที่ล้นออกมานั้นจะถูกเขียนทับโดยคำสั่งถัดไป ซึ่งผู้บุกรุกจะใช้ช่องโหว่ตรงจุดนี้เขียนคำสั่งที่ตนเองต้องการลงไป

การโจมตีแบบ Remote to User [3] คือการที่ผู้บุกรุกสามารถส่งแพ็คเก็ตไปยังเป้าหมายผ่านเครือข่ายโดยที่ผู้บุกรุกนั้นไม่มีบัญชีชื่ออยู่ในระบบ หรือผู้บุกรุกเข้าถึงการใช้เครือข่ายนั้นได้โดยไม่ต้องทำการยืนยันตัวตน ซึ่งการกระทำในลักษณะนี้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ประโยชน์จาก Buffer Overflow ในซอฟต์แวร์เครือข่ายอย่างเช่น Imap Named Sendmail การโจมตีแบบ Dictionary FTP-Write Xsnoop หรือใช้ประโยชน์จากการใช้ Trojan Horse เพื่อดักข้อมูลรหัสผ่านของผู้อื่น

การโจมตีแบบ Probes [3] นั้นจะใช้วิธีตรวจหาเครือข่ายของคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะเก็บข้อมูลของเครือข่ายนั้น ๆ และนำมาหาช่องโหว่เพื่อการโจมตีในอนาคต โดยผู้บุกรุกมักจะใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจหาและเก็บข้อมูลนั้น เช่น Satan Saint หรือ Mscan ซึ่งมีวิธีการใช้ที่ง่าย โดยเครื่องมือเหล่านี้มี

ความสามารถในการตรวจหาและเก็บข้อมูลของเครื่องในระบบเครือข่ายได้นับพันเครื่องอย่างรวดเร็ว

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย

2.2.1 Netflow Analyzer [4]

เป็นโปรแกรมใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่าย โดยอาศัยข้อมูล NetFlow โปรแกรมจะทำหน้าที่รับข้อมูล Netflow ที่ส่งมาจาก Router แล้วนำไปวิเคราะห์ จากนั้นจะนำเสนอในรูปแบบของ Graphic User Interface (GUI) โปรแกรมจะแสดงข้อมูลการจราจรเครือข่ายว่ามี IP address หรือ Service ใดผิดปกติหรือไม่

2.2.2 Multi Router Traffic Graphic (MRTG) [10]

เป็นเครื่องมือเพื่อใช้วิเคราะห์ระบบเครือข่ายโดยใช้โพรโทคอล Simple Network Management Protocol (SNMP) ซึ่งสามารถนำมาใช้ตรวจสอบปริมาณการใช้งานของระบบเครือข่าย ได้เมื่อนำ MRTG เข้ามาใช้จะสามารถตรวจสอบได้ทันทีว่าระบบเครือข่ายมีปริมาณ Bandwidth สูงผิดปกติอันเนื่องมาจากระบบเครือข่ายถูกโจมตีหรือบุกรุก เช่น ในช่วงเวลาที่ไม่มีผู้ใช้งานแต่กลับมีปริมาณ Bandwidth สูงมากผิดปกติทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหาเกิดขึ้นในช่วงเวลาและต้นทาง-ปลายทางคือที่ใด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเก็บข้อมูลบนเครือข่ายนำมาวิเคราะห์ ตรวจจับ ป้องกัน และแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย โดยใช้ Router เป็นตัวเก็บข้อมูลและควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายภายในและเครือข่ายภายนอก ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นจะเป็นการวิเคราะห์ตรวจจับ และป้องกันการบุกรุกเครือข่าย

ในปัจจุบันการบุกรุกเครือข่ายในรูปแบบ เกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง ผู้ดูแลระบบเครือข่ายมีหน้าที่วิเคราะห์ ตรวจสอบและป้องกันการบุกรุกเครือข่าย ผู้วิจัยได้นำโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายด้วย Netflow มาพัฒนาและนำเสนอเป็นโปรแกรมใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลและจัดการเครือข่ายและสอดคล้องกับการใช้งานเครือข่ายปัจจุบัน

การวิเคราะห์และตรวจสอบการโจมตีเครือข่ายในรูปแบบของ Distributed Denial of Service (DDoS) [1] Router จะส่ง Netflow log ออกมาให้ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบโดยดูจากลักษณะของแพ็คเก็ตที่วิ่งเข้ามาใน Router เช่น แพ็คเก็ตเพื่อขอเปิดการเชื่อมต่อ (Open Connection) มีจำนวนมาก มีความยาวของแพ็คเก็ตเท่าๆกัน ใช้โพรโทคอลเดียวกัน แพ็คเก็ตมาจาก Source IP address หลายๆ Source IP address หรือที่เรียกกันว่าซอมบี้ จากนั้นระบบก็จะทำการจัดเก็บข้อมูลจราจรบนเครือข่ายจาก Netflow ไปทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะคำนวณจากขนาดของแพ็คเก็ตที่วิ่งเข้ามาในช่วงเวลาหนึ่ง ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหากมีค่าเกินค่า Threshold ที่กำหนดไว้ ระบบก็จะแสดงให้เห็นว่าตรวจสอบพบการโจมตีเครือข่าย งานวิจัยนี้ใช้เวลาในประมวลผลค่อนข้างนานเพราะระบบจะต้องรอคอยข้อมูลจาก Router ส่งมาให้ จากนั้นระบบก็จะต้องนำข้อมูลดังกล่าวไปแปลงเป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้ ข้อมูลการจราจรบนเครือข่ายถูกนำไปแปลงเป็นข้อมูลที่เข้าใจได้โดยง่าย และจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล โดยใช้ฐานข้อมูล MySQL [2] ในการจัดเก็บ เมื่อระบบตรวจสอบพบการโจมตีจาก Source IP address ก็จะทำการ Block Source IP address นั้นๆ โดยกำหนดให้เข้าไปอยู่ใน Blackholing หรือที่เรียกว่า Null Route ทำให้ Source IP address ไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้ งานวิจัยนี้พัฒนาโดยการใช้โพรโทคอล BGP Routing ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นเพิ่มเติมบน Firmware ที่ Run บน Router จึงเป็นข้อจำกัดของ Router ที่ไม่สามารถ Run Routing โพรโทคอลประเภทนี้ได้ งานวิจัยที่มีการกำหนด Rule [3] เพื่อใช้ตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยกำหนดเป็นอัลกอริทึมแบบ if else โดยเทียบจากค่า Base Line ในสภาวะปกติ แต่งานวิจัยนี้ไม่สามารถป้องกันการบุกรุกเครือข่ายได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่กล่าวมานั้น ทำให้ทราบถึงการวิเคราะห์ตรวจสอบ การบุกรุกเครือข่ายด้วยวิธีต่างๆ ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการกำหนดให้โปรแกรมใช้วิธีการ Remote เข้าไปเก็บ Netflow log บน Router แทนที่จะรอเวลาให้ Router ส่งมาให้ จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงในระบบฐานข้อมูล MySQL โดยข้อมูลในฐานข้อมูลจะถูกนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาโปรแกรมซึ่งมีข้อดีคือสามารถวิเคราะห์ตรวจสอบหาการบุกรุกเครือข่าย เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบการบุกรุกก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบ พร้อมทำการป้องกันการบุกรุกโดยการ Block IP address ของผู้บุกรุกได้ในทันทีทันใด เพื่อลดระยะเวลา

และผลกระทบของการบุกรุกระบบเครือข่าย อีกทั้งโปรแกรมทำงานแบบโดยอัตโนมัติไม่จำเป็นต้องใช้คนในการ Monitor

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยที่นำเสนอนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนการทำงานหลัก คือ การตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Detection) การป้องกันการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Prevention) และการแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Alarming)

ในการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ ตรวจจับ ป้องกัน และแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย มีการดำเนินงานดังนี้

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบ แจ้งเตือน และป้องกันการบุกรุกเครือข่ายในรูปแบบของการปฏิเสธการให้บริการ โดยใช้ข้อมูล Netflow ผู้วิจัยใช้ภาษา Shell Script และ PHP ในการพัฒนาระบบ ใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล โดยการอ่านข้อมูล Netflow จาก Router แบบ Real-time เมื่อได้รับข้อมูล Netflow แล้วโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ ประมวลผล เพื่อตรวจจับ ป้องกัน และแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.2.1 การตรวจจับการบุกรุก (Intrusion Detection)

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการบุกรุกเครือข่ายในรูปแบบของการปฏิเสธการให้บริการ และแบ่งการบุกรุกเครือข่ายออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

3.2.1.1 การบุกรุกเครือข่ายแบบ Session Attacking ผู้บุกรุกจะทำการส่ง HTTP request แบบไม่รอ Acknowledge เป็นจำนวนมากเข้ามาที่ Server ทำให้ Server เกิดสภาวะ Stack Overflow และไม่สามารถให้บริการได้ ผู้วิจัยจึงสร้างวิธีการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยการนำค่า Source IP address ที่มีค่าซ้ำ ๆ กันมารวมกันเป็นค่า Session Connection [6] แล้วเปรียบเทียบว่าค่า Session Connection มีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ในที่นี้ผู้วิจัยกำหนดค่าไว้เป็น 20 Sessions ต่อหนึ่ง Flow ด้วยคำสั่ง

```
$row_rs_report_order_detail[‘count(*)’] > “20”
```

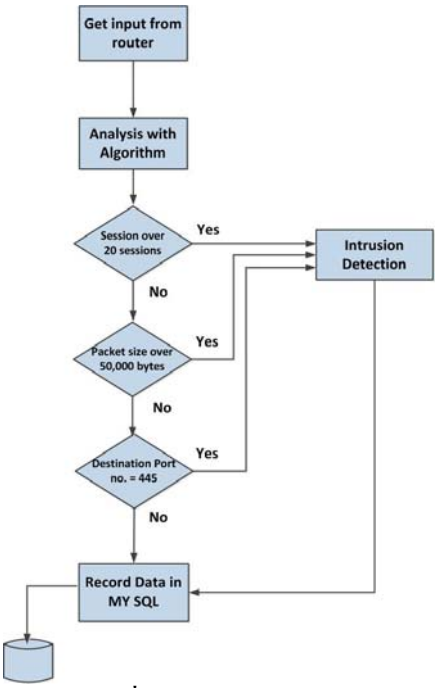
3.2.1.2 การบุกรุกเครือข่ายด้วยแพ็คเก็ตขนาดใหญ่ ทำให้ Bandwidth ในเครือข่ายสูงผิดปกติ ส่งผลกระทบกับการใช้งานเครือข่ายโดยรวม ทำให้การใช้งานในเครือข่ายช้าผิดปกติ หรือไม่สามารถใช้งานได้ ผู้วิจัยจึงสร้างวิธีการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยการนำค่า Packet size มาทำการเปรียบเทียบว่ามีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ในที่นี้ผู้วิจัยกำหนดค่าไว้เป็น 50,000 ไบต์ (โดยอ้างอิงจากการทดสอบใน [5]) ต่อหนึ่ง Flow ด้วยคำสั่ง

```
$row_rs_report_order_detail[‘pkt’] > “50000”
```

3.2.1.3 การบุกรุกเครือข่ายด้วยหมายเลข Port ซึ่งเป็น Port เดียวกันกับ Port ที่ Server ให้บริการมีจุดประสงค์เพื่อทำให้ Server ไม่สามารถให้บริการ Port นั้นได้ ผู้วิจัยจึงสร้างวิธีการตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยการนำค่า Destination Port [7] มาทำการเปรียบเทียบ ในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนดค่าไว้เป็น 445 ต่อหนึ่ง Flow ด้วยคำสั่ง

```
$row_rs_report_order_detail[‘destport’] == “445”
```

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการตรวจจับการบุกรุก



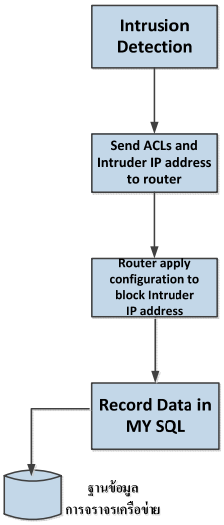
ภาพที่ 1: การตรวจจับการบุกรุก

3.2.2 การป้องกันการบุกรุก (Intrusion Prevention)

เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบการบุกรุก ก็จะทำการส่งคำสั่ง Access Control Lists (ACLs) พร้อมกับค่า IP address ของผู้บุกรุกย้อนกลับไปยัง Router ด้วยชุดคำสั่ง

```
" deny IP host <Intruder IP address> any "
```

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการป้องกันการบุกรุก



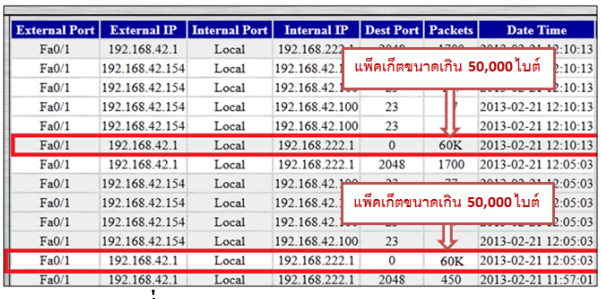
ภาพที่ 2: การป้องกันการบุกรุก

3.2.3 การแจ้งเตือนการบุกรุก (Intrusion Alarming)

หลังจากทำการ Block IP address ของผู้บุกรุก โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนผ่านหน้าจอ พร้อมทั้งส่ง Email โดยแนบข้อมูล IP address ของผู้บุกรุก และสาเหตุที่โปรแกรมทำการ Block ไปยัง Email ของผู้บริหารระบบเครือข่ายด้วยคำสั่ง

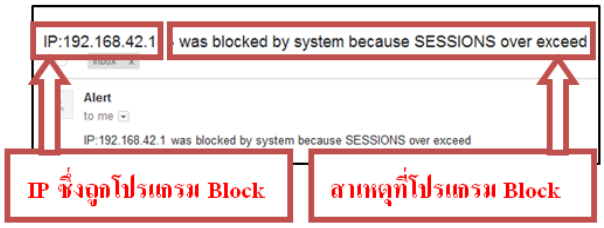
```
include("mimemail.inc.php");
$mail = new MIMEMAIL("HTML");
$mail->senderName = Alert;
$mail->senderMail = Info;
$mail->subject = $message;
$mail->body = $message;
$mail->create();
$mail->send('bodyaero@gmail.com');
```

ผู้วิจัยจำลองการโจมตีระบบเครือข่ายด้วยโปรแกรม Ping of Death โดยการกำหนด IP address ผู้บุกรุกเป็นหมายเลข 192.168.42.1 และส่งแพ็คเก็ตขนาด 60,000 ไบต์ไปยัง Server IP address หมายเลข 192.168.222.1 แสดงดังภาพที่ 3 ต่อจากนั้นการโจมตีโปรแกรมจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือน (E-mail) ไปยังผู้ดูแลระบบซึ่งแสดงดังภาพที่ 4



External Port	External IP	Internal Port	Internal IP	Dest Port	Packets	Date Time
Fa0/1	192.168.42.1	Local	192.168.222.1	2048	1700	2013-02-21 12:10:13
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:10:13
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:10:13
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:10:13
Fa0/1	192.168.42.1	Local	192.168.222.1	0	60K	2013-02-21 12:10:13
Fa0/1	192.168.42.1	Local	192.168.222.1	2048	1700	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.154	Local	192.168.42.100	23	7	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.1	Local	192.168.222.1	0	60K	2013-02-21 12:05:03
Fa0/1	192.168.42.1	Local	192.168.222.1	2048	450	2013-02-21 11:57:01

ภาพที่ 3: โปรแกรมตรวจพบการบุกรุกเครือข่าย

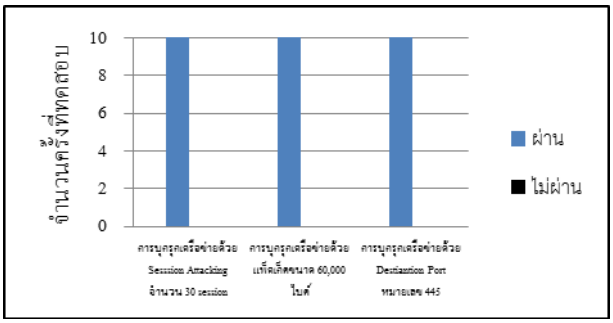


ภาพที่ 4: โปรแกรมส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบ

4. ผลการทดสอบ

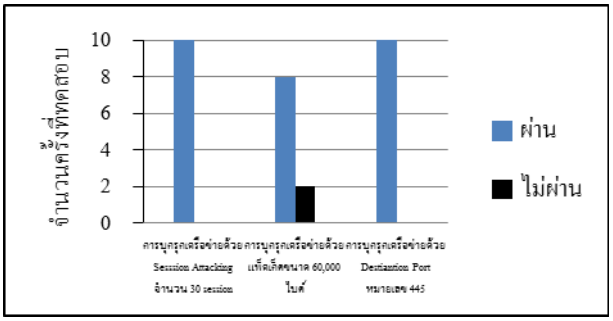
ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโปรแกรมในการตรวจจับ ป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่ายโดยประยุกต์ใช้ในบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งซึ่งมีผู้ใช้งานจำนวน 100 คน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.2.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Detection) ทั้ง 3 รูปแบบ จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 5



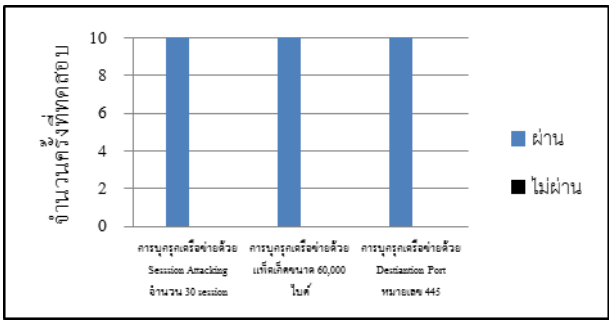
ภาพที่ 5: ผลการทดสอบการตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย

4.2.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการป้องกันการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Prevention) ทั้ง 3 รูปแบบ จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ผลการทดสอบการป้องกันการบุกรุกเครือข่าย

4.2.3 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย (Intrusion Alarming) ทั้ง 3 รูปแบบ จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ผลการทดสอบการป้องกันการบุกรุกเครือข่าย

5. สรุปผลการพัฒนาโปรแกรม

5.1 ผลการทดสอบการทำงานในการตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย โดยการทดสอบนี้ใช้โปรแกรมการ Ping of Death และ UDP Flooder ทำการบุกรุก ผู้วิจัยทำการตั้งเงื่อนไข 3 แบบ ได้แก่ ตรวจสอบข้อมูลที่มี Session มากกว่า 20 ครั้ง ตรวจสอบข้อมูลที่มีขนาด Packet size เกิน 50,000 ไบต์ และตรวจสอบข้อมูลที่มี Destination Port หมายเลข 445 โปรแกรมสามารถตรวจจับ IP address ของการบุกรุกทั้ง 3 แบบได้ 100 เปอร์เซ็นต์

5.2 ผลการทดสอบการทำงานในการป้องกันการบุกรุกเครือข่าย โดยหลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบพบการบุกรุกเครือข่าย โปรแกรมก็จะทำการ Block IP address ของผู้บุกรุกโดยส่งคำสั่ง ACLs ไปยังอุปกรณ์ Router เพื่อทำการ Block โปรแกรมสามารถป้องกันการบุกรุกด้วยข้อมูลที่มี Session มากกว่า 20 ครั้ง และป้องกันการบุกรุกด้วยข้อมูลที่มี Destination Port หมายเลข 445 ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการป้องกันการบุกรุกด้วยข้อมูลที่มีขนาด Packet size เกิน 50,000 ไบต์นั้นโปรแกรมสามารถป้องกันได้ 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของโปรแกรมทำงานแบบ Virtual ทำให้เครื่อง Server ที่ Run โปรแกรมทำงานหนักเกินไปส่งผลให้การป้องกันการบุกรุกเครือข่ายล้มเหลวเป็นจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์

5.3 ผลการทดสอบการทำงานในการแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่าย หลังจากที่โปรแกรมทำการ Block IP address ของผู้บุกรุกแล้วก็จะทำการแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่ายในหน้าแรกของโปรแกรม พร้อมกับส่ง Email แจ้งให้ผู้บริหารระบบรับทราบในทันที โปรแกรมสามารถแจ้งเตือนการบุกรุกเครือข่ายของการบุกรุกทั้ง 3 แบบได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

[1] Emil Haraldsson., et al. “DDoS Attack Detection Based on Netflow Logs.” Student Thesis, Computer Engineering, Swiss Federal Institute of Technology, 2003.

[2] Daniel Karlstrom. “Implementation of Data Collection Tools using Netflow for Statistical Analysis at the ISP level.” Student Thesis, Computer Science, Malardalen University, 2012.

[3] Shaik Akbar, Nageswara Rao and J.A.Chandulal. “Implementing Rule based Genetic Algorithm as a Solution for
Intrusion Detection System.” *International Journal of Computer Science and Network.* 11, (Aug 2011).

[4] Netflow Analyzer. http://www.draware.dk/fileadmin/ManageEngine/NetFlow/NFA_V8_UserGuide.pdf

[5] Golriz Cherazi and Susanne Koch. “Denial of Service Attacks in IP Networks.” Student Thesis, Information Security, Linköping Universitet, 2005.

[6] AnupK Ghosh, Aaron Schwartzbard and MichaelSchatz. “Using Program Behavior Profiles for Intrusion Detection.” Reliable Software Technologies Corporation.

[7] Mohd Faizal Abdollah., et al. “Threshold verification using Statistical Approach for Fast Attack

Detection." Faculty of Information and Communication Technology, University Teknikal Malaysia.

[8] สุรพล ดีขำ, "ระบบตรวจสอบและแกะรอยผู้บุกรุกในระบบเครือข่าย" in Proceeding of The 6th National Conference on Computing and Information Technology, June 2010.

[9] Tipping point datasheet. http://www.computerlinks.se/FMS/15282.ips_overview.pdf

[10] Tobias Oetiker. "The Multi Router Traffic Grapher." *Twelfth Systems Administration Conference.* 6, (Dec 1998).

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย โพรโทรคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 ระหว่าง Windows 7 กับ Windows 8 บนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต

A Comparison of the performances TCP throughput and UDP throughput with IPv4 and IPv6 between Microsoft Windows 7 and 8 on a Gigabit Ethernet network

นายศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์ (Silnarong Chavipat)
โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
silnarong@kpru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 ระหว่าง Windows 7 กับWindows 8 บนเครือข่ายกิกะบิต อีเทอร์เน็ต โดยใช้ Packet Size ที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 ของ Windows 8 มีประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) สูงกว่า Windows 7

คำสำคัญ : Throughput Windows 7 Windows 8 โพรโทรคอล UDP โพรโทคอล TCP

Abstract

This Study has an objective to compare the performances, of Transmission Control Protocol (TCP) and User Datagram Protocol (UDP) throughputs on Internet Protocol version 4(IPv4) and Internet Protocol version 6(IPv6), of Windows 7 to Windows 8 on a Gigabit Ethernet network. The comparison has been done using different packet sizes. The result showed that the performance of TCP and UDP throughput on IPv4 and IPv6 of MS Windows 8 is greater than the one on MS Windows 7.

Keyword: Throughput Windows 7 Windows 8 performance protocol UDP TCP

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งาน IPv6 เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจาก เว็บไซต์และผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ สนับสนุนการใช้งานเครือข่ายแบบ Dual stack มากขึ้น กล่าวคือสามารถทำงานร่วมกันได้ทั้ง IPv4 และ IPv6 ได้อย่างไม่มีปัญหา [1] ซึ่ง IPv6 มีข้อดีกว่า IPv4 เช่น การกำหนดแอดเดรสที่มีขนาดถึง 16 byte ซึ่งแตกต่างจาก IPv4 ที่มีขนาดเพียง 4 byte การรับส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะว่า IPv6 มีการใช้ Header Field แบบใหม่ ที่ช่วยการประมวลผลในการจัด Priority ของ Traffic และการรับประกันคุณภาพของบริการ (QOS) รวมทั้งการจัดการเส้นทาง (Routing) การเคลื่อนย้าย Segment ของ IPv6 [2][3] ทำได้เร็วและง่ายขึ้นด้วย เพราะเป็นโครงสร้างการค้นหาเส้นทางแบบลำดับชั้น (Hierarchical Routing Structure)

การใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อระบบเครือข่ายมีอยู่หลาย Platformเช่น LinuxและWindows แต่ ระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ Windowsโดยเฉพาะ Windows 7 [4] ถึงแม้ Windows 7 จะสนับสนุนการทำงานทั้ง IPv4 และ IPv6 แต่ Windows 8 ที่ถือว่าเป็น Windows ล่าสุด [5] ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาบน Platform ที่ชื่อว่า Windows Runtime (WinRT) [6] เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของ Windows รุ่นก่อนหน้านี้ เช่น รองรับการใช้งานอินเตอร์เน็ตโพรโทคอลแบบ Dual Stack และการใช้ทรัพยากรของเครื่องที่น้อยลง [7]

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นไปที่การทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายบน Windows 7 และ Windows 8 โดยใช้ IPv4 และ IPv6 กำหนด Packet Size ที่แตกต่างกันบนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต เพื่อประเมินว่า Windows และโพรโทคอลใด ที่ให้ประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) ในการรับส่งข้อมูลได้ดีที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ที่เหมาะสมกับระบบเครือข่าย และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการทดลองประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในอนาคต

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประเมินประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลระบบเครือข่าย

การประเมินประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลบนระบบเครือข่าย เป็นงานที่ยากและมีความซับซ้อน เนื่องจากระบบเครือข่ายแต่ละแห่ง จะมีองค์ประกอบและปัจจัยที่แตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นการพิจารณาถึงแพ็กเก็ตที่ส่งไปในเครือข่าย และได้ทำการวัด สังเกต และควบคุมคุณสมบัติ แล้วศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้น [8] ซึ่ง Liu, Han, Zhang, & Nie [9] ได้กล่าวไว้ว่า การวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายจะต้องประกอบไปด้วย ความพร้อมในการให้บริการระบบเครือข่าย การตอบสนองของระบบเครือข่าย และความหนาแน่นของการให้บริการเครือข่าย (Network Utilization)

ดังนั้นการพิจารณาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย จึงมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- ความพร้อมในการใช้งาน(Availability)
- เวลาในการตอบสนอง (Response Time)
- ความหนาแน่นของการให้บริการเครือข่าย (Network Utilization)
- ปริมาณงานเครือข่าย (Network Throughput)
- ขนาดความจุของเครือข่าย (Network Bandwidth Capacity)

งานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นที่การทดลองส่งข้อมูลที่มีการกำหนดค่า Packet Size ที่แตกต่างกัน บนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง เพื่อวัดค่าปริมาณงานเครือข่าย (Network Throughput) ดังนั้นองค์ประกอบอื่น ๆ จึงยังไม่ได้นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Punee Jain [10] ได้ทำการทดสอบ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows XP และ Windows 7 บนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต ผลการทดสอบโพโทรคอล UDP โดยใช้ Windows XP มีประสิทธิภาพดีกว่า Windows 7 ส่วนโพโทรคอล TCP โดยใช้Windows 7 มีค่า Throughput สูงกว่า Windows XP ผลการทดสอบ IPv4 และ IPv6 พบว่า โพรโทคอล TCP และโพรโทคอล UDP ของ IPv4 จะมีประสิทธิภาพดีกว่า IPv6

Narayan et al [11] ได้ประเมินประสิทธิภาพของ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows XP และ Windows Server 2003 ในการทดลองของพบว่าที่ขนาดแพ็คเก็ตขนาดเล็กการทำงานของ IPv4 และ IPv6 มีความแตกต่างกันที่ 10.3% ต่ำกว่าค่าทางทฤษฎีและแพ็คเก็ตขนาดใหญ่มีความแตกต่างกันที่ 1.3% สูงกว่าค่าทฤษฎี เมื่อเปรียบเทียบ Windows XP และ Windows Server 2003 มีความแตกต่างกัน 5 % ระหว่างโพรโทคคอลUDP และ TCP

Aaron Thomas [12] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows 7 ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลบนระบบเครือข่ายค่า Throughput ของ IPv6 จะต่ำกว่า IPv4 เนื่องมาจากว่าขนาด Header Size ของ IPv6 ที่มีขนาดใหญ่กว่า และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยขนาด packet จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งแน้วโน้มขนาดของ packet จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเนื่องมาจากการที่ Header Size ของ IPv6 มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นนั้นเอง

Yi SHI [13] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายบนระบบ Windows XP, Windows Server 2003,Windows Vista, Windows Server 2008 และ Windows 7 Beta โดยโพรโทคอล UDP และ TCP และได้ทำการทดสอบค่า bandwidth ของ DNS เกมส์ Online และ VoIP โดยแต่ละระบบปฏิบัติการได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพค่า Throughput, Round Trip Time และ Jitter ผลการทดสอบพบว่า Windows Vista มีประสิทธิภาพที่ไม่ต่างจาก Windows XP แต่ในส่วนของ ระบบปฏิบัติการ

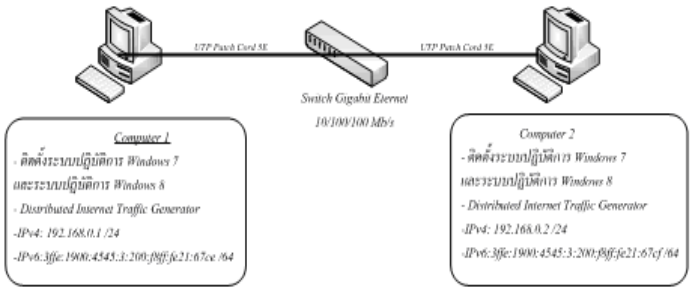
Windows Server 2008 มีประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลบนระบบเครือข่ายที่สูงมากเมื่อเทียบกับ Windows Server 2003

S.Kolahi and B. Soorty [14] ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของโพรโทคอล IPv4 และ IPv6 บนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต โดยใช้ Windows Vista และ Windows Server 2008 โดยทำการคำนวณค่า Round Trip Time และค่า Througput ของโพรโทคอล TCP และ UDP พบว่า การรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายแบบ Peer- Peer โพรโทคอล TCP ของ IPv6 ที่ Packet Size 128-640 byte มีค่า Througput สูงสุด และการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายแบบ Client-Server ที่ Packet Size 896-1408 byte มีค่าสูงสุดนอกจากนี้ยังพบว่าการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายแบบ Peer- Peer โพรโทคอล TCP และUDP ของ IPv4 มีค่าแบนด์วิธสูงสุดทุกการทดสอบ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองงานวิจัยนี้ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจำนวน 2 เครื่อง โดยเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ Switch Gigabit Ethernet) ที่รองรับการใช้งาน IPv6 ในส่วนของโปรแกรมใช้ Distributed Internet Traffic Generator เวอร์ชั่น 2.6.1d ทำการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ผังการเชื่อมคอมพิวเตอร์เข้ากับอุปกรณ์สลับสัญญาณ

ตารางที่ 1 : คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่าย

CPU	Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30GHz 3.30
RAM	4 GB
NIC	Realtek PCIe GBE Family Controller
Hard Drive	500 GB
Switch	Alcatel 6450
UTP	Patch Cord 5E ยาว 1 เมตร

3.2 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรม Distributed Internet Traffic Generator เป็นโปรแกรมสร้างการจราจรบนเครือข่ายแบบจำลองขึ้นมา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สำหรับนักวิเคราะห์หรือผู้ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นโปรแกรมแบบเปิดเผยรหัส [15] สามารถทำการวัดค่าและแสดงผลลัพธ์เป็นค่า Average Delay, Average Jitter, Average Bitrates และอื่นๆ ซึ่งผู้ทดลองสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวนำไปวิเคราะห์ ได้ตามความต้องการ

3.3 การทดลองโดยใช้ Windows 7

เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้ง Windows 7 และ D-ITG (Distributed Internet Traffic Generator) เวอร์ชั่น 2.6.1d ทั้งสองเครื่อง กำหนด IP address เป็น IPv4โพรโทรคอลแบบ TCP ดังภาพที่ 1 ทดลองการส่งข้อมูลโดยกำหนดขนาดของ Packet เป็น 64, 128, 256, 384, 512, 640, 768, 896, 1024, 1152, 1280, 1408, 1536 byte ตามลำดับ ทดลองครั้งละ 1 นาที จำนวน 10 ครั้ง กำหนดค่า Packet Inter-Departure เท่ากับ 30,000 Packet / วินาที เมื่อทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว คำนวณหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการทดลองโดยกำหนด IP address เป็น IPv4โพรโทรคอลแบบ UDP และค่า IP address เป็น IPv6 โพรโทรคอลแบบ TCP และ UDP ตามลำดับ โดยใช้เงื่อนไขการทดลองให้เหมือนกับการทดลอง IPv4

3.4 การทดลองโดยใช้ Windows 8

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ชุดเดิมติดตั้ง Windows 8 และ D-ITG (Distributed Internet Traffic Generator) เวอร์ชั่น 2.6.1d ทั้งสองเครื่อง โดยใช้เงื่อนไขการทดลองให้เหมือน Windows 7 ทั้งโพรโทรคอล TCP และ UDP

4. ผลการดำเนินการวิจัย

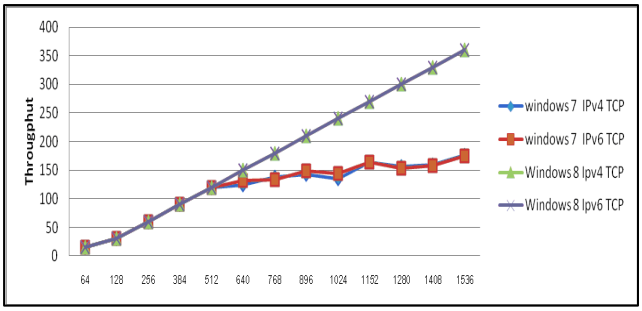
การทดลองประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows 7 และ Windows 8 บนเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต มีผลการทดลองดังนี้

4.1 ปริมาณงานเครือข่าย (Throughput)

โพรโทรคอล TCP ของ IPv4 และ IPv6 บน Windows 7 และ Windows 8 ที่ขนาด Packet Size 64 - 512 byte พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน และที่ขนาด Packet Size 640 - 1536 byte พบว่าโพรโทรคอล TCP ของ IPv4 และ IPv6 บน Windows 7 มีค่าปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) ต่ำกว่า IPv4 และ IPv6 บน Windows 8 ทุก Packet Size ที่ใช้ในการทดสอบ โดยได้แสดงค่าผลการทดสอบในตารางที่ 2 จากนั้นได้นำเอาข้อมูลดังกล่าวไปแสดงเป็นกราฟดังภาพที่ 2

ตารางที่ 2 : ค่าปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล TCP ของ IPv4 และ IPv6 ระหว่าง Windows 7 กับ Windows 8

packet Size byte	MS windows 7 IPv4 UDP (MB/s)	MS windows 7 IPv6 UDP (MB/s)	MS windows 8 IPv4 UDP (MB/s)	MS windows 8 IPv6 UDP (MB/s)
64	14.99	14.99	15.00	14.99
128	29.99	29.99	29.99	29.99
256	59.99	59.99	60.00	59.98
384	89.98	89.98	89.96	89.99
512	119.93	119.96	119.99	120.00
640	149.93	149.84	149.92	149.99
768	179.95	179.95	179.95	179.98
896	209.79	209.74	209.98	209.93
1024	205.39	237.60	239.98	239.88
1152	49.07	50.91	269.96	269.97
1280	54.68	56.55	299.95	299.84
1408	60.10	62.21	329.95	329.95
1536	62.79	61.90	335.91	335.17



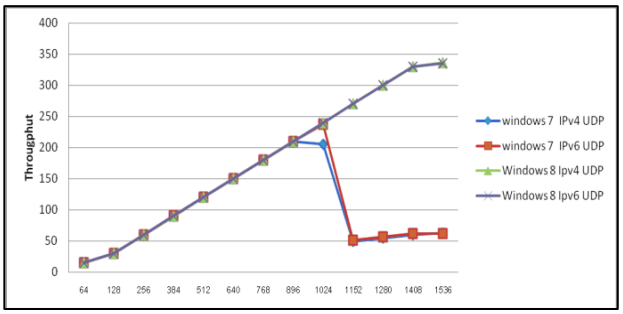
ภาพที่ 2 : ประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล TCP ของ IPv4 และ IPv6 ระหว่าง Windows 7 กับ Windows 8

4.2 ปริมาณงานเครือข่าย (Throughput)

โพรโทรคอล UDP ของ IPv4 และ IPv6 บน Windows 7 และ Windows 8 ที่ขนาด Packet Size 64 - 896 byte พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ที่ Packet Size 1024 byte พบว่า โพรโทรคอล UDP ของ IPv4 Windows 7 มีค่าปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) ต่ำที่สุด และที่ Packet Size 1152 - 1536 byte โพรโทรคอล UDP ของ IPv4 และ IPv6 บน Windows 7 มีค่าปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) ลดต่ำลงเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ Windows 8 โดยได้แสดงค่าผลการทดสอบในตารางที่ 3 จากนั้นได้นำเอาข้อมูลดังกล่าวไปแสดงเป็นกราฟดังภาพที่ 3

ตารางที่ 3 : ค่าปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล UDP ของ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows 7 เปรียบเทียบกับ Windows 8

Packet Size byte	MS windows 7 IPv4 TCP (MB/s)	MS windows 7 IPv6 TCP (MB/s)	MS windows 8 IPv4 TCP (MB/s)	MS windows 8 IPv6 TCP (MB/s)
64	14.95	14.94	14.98	14.98
128	29.89	29.99	29.99	29.99
256	59.99	59.99	59.99	59.99
384	89.99	89.99	89.99	89.99
512	119.99	119.59	119.99	119.99
640	124.56	131.61	149.99	149.99
768	138.57	133.57	179.99	179.99
896	141.93	149.38	209.99	209.99
1024	134.50	144.36	239.99	239.99
1152	163.72	163.53	269.99	269.99
1280	156.13	154.06	299.99	299.99
1408	159.58	158.27	329.99	330.00
1536	176.38	175.28	359.99	359.99



ภาพที่ 3 : ประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล UDP ของ IPv4 และ IPv6 ระหว่าง Windows 7 กับ Windows 8

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่ได้นำเสนอก่อนหน้าพบว่า การทดสอบทั้งโพรโทรคอล TCP และ UDP มีประสิทธิภาพที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และระบบ Windows สามารถทำงานร่วมกับโพรโทรคอล IPv4 และ IPv6 ได้อย่างไม่มีปัญหา งานวิจัยนี้ได้นำการทดลองวัดค่าประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) โพรโทรคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows 7 และ Windows 8

ผลการวิจัยพบว่าปริมาณเครือข่าย (Throughput) ทั้งโพรโทรคอล TCP และ UDP ของ IPv4 และ IPv6 โดยใช้ Windows 8 มีประสิทธิภาพสูงกว่า Windows 7 ทุก Packet Size ที่ใช้ในการทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) ของโพรโทรคอล UDP ที่ใช้ IPv4 และ IPv 6 บน Windows 7 มีค่าต่ำลงที่ Packet Size 1024 -1536 byte เนื่องจาก Windows 8 ได้มีการปรับปรุงส่วน Module Network เช่น Network Driver [16], Windows Socket [17], NetDMA [18] และการออกแบบเพื่อรองรับการทำงานของ IPv6 [19] ที่อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพปริมาณงานเครือข่าย (Throughput) การทำงานของระบบ Network ดีกว่า Windows 7

อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะจากงานวิจัยฉบับนี้ ควรทำการทดลองกับเครื่องมือการทดลองอื่นๆ หรือการกำหนดค่าพารามิเตอร์อื่นๆ เพิ่มเติม รวมไปถึงการวิเคราะห์ค่า Average Delay, Average Jitter , TCP Windows Size และ Packets dropped เพื่อให้ได้ผลการทดลองมีความละเอียดและถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Pacnet, “What is IPv6?,” [Online], Available : http://www.pacnet.com/what-is-ipv6 , [2555 , ตุลาคม , 3]

[2] สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) และ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, “แนวทางการเปลี่ยนผ่าน IPv4 ไปสู่ IPv6 [Online], Available : http://www.ipv6”.ega.or.th/res/IPv6” Transition Guide-20120123001.pdf , [2555 , ตุลาคม , 3]

[3] เฉลิมพล ชาญศรีภิญโญ, และคณะ, “ความพร้อมของประเทศไทยสำหรับอินเทอร์เน็ตยุคหน้า” , *สาร NECTEC ยุคใหม่: TechTrends : IT* ปีที่ 12 ฉบับที่ 66 พฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2548 หน้า 20 – 28.

[4] Cnet, “ผู้ใช้คอมทั่วโลกนิยมใช้ Windows 7 เกิน 50 แล้ว” [Online], Available : http://www.it24hrs.com/2012/ windows-7-is-the-majority-of-all-pc-global, [2555, ตุลาคม, 3]

[5] Microsoft Corporation, “Windows 8” [Online], Available :http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_8, [2555, ตุลาคม, 3]

[6] Microsoft Corporation, “Windows Runtime” [Online], Available : http://en.wikipedia.org/wiki/ Windows_ Runtime , [2555, ตุลาคม, 3]

[7] Asvg,“Comparison Between Windows 7 and Windows 8 Memory Management System” [Online], Available : http://www.askvg.com/comparison-between-windows-7-and–windows–8–memory-management system, [2555, ตุลาคม, 3]

[8] เขตพงศ์ บุระผากา ,ปิยพงศ์ พรมบุตรและ เสกสรร พลตรี “การศึกษาประสิทธิภาพของ Codec ที่ใช้ในเครือข่าย IPv6”, วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2548 , มหาวิทยาลัยขอนแก่น : ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

[9] Shufen Liu, Lu Han, et al, “Study of Network Performance Measurement Based on SNMP” *The 8th International conference on computer supported cooperative work in design* , May 26 – 28 , 2004 , Vol.2 , pp.119 – 123.

[10] Puneet Jain , “Performance Comparison of IPv4 and IPv6 using Windows XP and Windows 7 over Gigabit Ethernet LAN” *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)* , Vol.43 , No.16, 2012.

[11] S.Narayan, S. Kolahi, et al, “Performance comparison of IPv4 and IPv6 on various windows operating systems” *In computer and Information Technology, 2008. (ICCIT 2008),11th International Conference on IEEE* , pp. 663 – 668 , 2008.

[12] Aaron Thomas, “Comparative Study of IPv4 vs IPv6 Network performance in Windows 7”, MS candidate in computer science , California State University Chico, USA.

[13] Yi Shi , “Evaluation of network performance of Microsoft operating systems”, *A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Computing*,UNITEC New Zealand , 2009.

[14] S.Kolahi and B. Soorty, “Evaluation of gigabit Ethernet local area networks in windows vista-server 2008 environment” *Advanced Information Networking and Applications (WAINA), 2011 IEEE Workshops of International Conference on. IEEE,* pp. 308-312, 2011.

[15] Karima Velásquez ,Eric Gamess “A Comparative Analysis of Network Benchmarking Tools" , *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2009* ,Vol I, 2009.

[16] Microsoft Corporation , “New for Network Drivers” [Online] , Available : http://msdn.microsoft.com/en-us/ library/windows/hardware/hh439753(v=vs.85).aspx , [2556, มีนาคม, 14]

[17] Microsoft Corporation , “Windows Sockets 2” [Online], Available : http://msdn.microsoft.com/en-us / library/ ms740673(v=vs.85).aspx, [2556, มีนาคม , 14]

[18] Microsoft Corporation , “NetDMA” [Online], Available:http://msdn.microsoft.com/en/gb/library/ windows/hardware/ff568342%28v=vs.85%29.aspx, [2556, มีนาคม ,14]

[19] Microsoft Corporation , “Microsoft Internet Protocol Version 6 (IPv6)” [Online], Available : http://technet.microsoft.com/en-us/network/bb530961.aspx, [2556, มีนาคม , 14]

การบริหารการใช้การลงบันทึกเหตุการณ์เข้าออกตามระบบการตั้งชื่อโดเมน เพื่อทดแทนการจัดเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ ตามพระราชบัญญัติ ว่าด้วยการกระทำผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

Managing the DNS Log to Maintain the Usage Logging Following with ComputerTraffic Data by Computer Crime Act B.E. 2550 (2007)

ทิวากรณ์ เหล่าพูลสุข (Tiwakorn Laophulsuk)[1] ประสงค์ ปราณีตพลกรัง (Prasong Praneetpolgrang)[2]
กัลยา ใจรักษ์ (kallaya Jairak)[3] และ เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงค์ (Thepparit Banditwattanawong)[4]
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
[1]tiwakorn@hotmail.com, [2]prasong.pr@spu.ac.th, [3]ajkallaya@gmail.com , [4]thepparit.ba@spu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงการบริหารการใช้การลงบันทึกเหตุการณ์เข้าออกตามระบบการตั้งชื่อโดเมน (DNS Log) เพื่อทดแทนการจัดเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 โดยการออกแบบการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับจาก DNS Log กับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเก็บบันทึกการเข้าออกระบบ

ผลการวิจัยพบว่า ในการเก็บบันทึกการเข้าออกด้วย DNS Log สามารถช่วยในการหาความสัมพันธ์ของประวัติการใช้งานและบริการอื่นๆ ที่ผู้ใช้งานได้เมื่อเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้ และมีความต้องการทรัพยากรด้านพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่น้อยกว่า โดยมีขนาดเพียงร้อยละ 1.43 เมื่อเทียบกับการเก็บบันทึกการเข้าออกแบบปกติด้วยระบบ Packet Log

คำสำคัญ: ระบบชื่อโดเมน บันทึกเข้าออก

Abstract

The purpose of this study is intended to analyze the usage of DNS Log as an alternate logging method for enabling network providers to follow Computer Traffic Data by Computer Crime Act B.E. 2550. The proposed approach was designed by comparing the data obtained from the DNS Log with the data from the major accepted logging software.

The research results revealed that the DNS Log can be used to determine the relationship of usage history with others network services when user logging on the internet. With this proposed approach, the DNS Log can be applied by using low storage resources with the average size at 1.43% when comparing with the normal logging mechanism such as Packet Log.

Keywords: Domain Name System, Logging

1. บทนำ

จากการประกาศใช้พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 ได้กำหนดให้ผู้ให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประเภทต่างๆ ทำการเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Traffic Data ไว้อย่างน้อย 90 วัน แม้ว่ากระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในฐานะหน่วยงานรับผิดชอบ ได้มีเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้ให้บริการในการสร้างหรือจัดหาระบบการจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติ แต่ยังคงพบว่าผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตรายย่อยบางราย มีปัญหาด้านเทคนิค ความเชี่ยวชาญของบุคลากร และค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่จะสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องตามพระราชบัญญัติดังกล่าว

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการเปรียบเทียบการจัดเก็บข้อมูลจราจรทาง

คอมพิวเตอร์ ด้วยการเรียกใช้ระบบการตั้งชื่อโดเมน (DNS Log) เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 โดยหาข้อบ่งชี้ว่า การใช้ DNS Log สามารถพิสูจน์ประวัติการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การตรวจสอบหาเวลาต้นทางปลายทาง บริการที่มีการใช้งาน ปริมาณข้อมูล หรือสามารถในการระบุรายละเอียดของผู้ใช้บริการเป็นรายบุคคลได้ (Identification and Authentication) และยังเป็นแนวทางหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาซอฟต์แวร์ และ/หรือฮาร์ดแวร์สำหรับการเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตรายย่อยที่มีงบประมาณอย่างจำกัดอีกด้วย

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

ตามที่ได้มีการตราพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 เมื่อวันที่ 18 มิถุนายน 2550 และมีผลบังคับใช้ในวันที่ 18 กรกฎาคม 2550 โดยมีเจตนารมณ์เพื่อกำหนดฐานความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ บทลงโทษ และอำนาจหน้าที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ในการสืบสวนสอบสวนเกี่ยวกับการกระทำความผิดทางคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ ยังรวมถึงการกำหนดหน้าที่ของผู้ให้บริการในการเก็บรักษาข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์อันสามารถใช้เป็นพยานหลักฐานที่สำคัญในการนำตัวผู้กระทำผิดมาลงโทษ [1]

2.2 The Basics of Computer Security Logs ตามข้อเสนอของ NIST

จาก Guide to Computer Security Log Management ที่ NIST ได้จัดทำขึ้นนั้น มีการกำหนดประเภทของการจัดเก็บบันทึกการเข้าออก ไว้เป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ [2]

1) การเก็บบันทึกประเภทด้านความปลอดภัย เช่น โปรแกรมป้องกันไวรัส, โปรแกรมตรวจสอบการบุกรุกระบบ

2) การเก็บบันทึกของระบบปฏิบัติการ เช่น บันทึกเหตุการณ์ (Event Log) และบันทึกการตรวจสอบ (Audit Log)

3) การเก็บบันทึกของโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่น บันทึกปริมาณการใช้งาน และ บันทึกการร้องขอข้อมูล เป็นต้น โดยมีแหล่งที่มาจากโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานเฉพาะด้าน

2.3 การระบุการใช้งาน

National Institute of Standards and Technology (NIST) เป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงพาณิชย์ของสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำ Guide to Computer Security Log Management โดยกล่าวถึงการระบุการใช้งานว่า เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของการเก็บบันทึกการเข้าออกจากแหล่งที่เก็บข้อมูลหนึ่งแห่ง หรือหลายๆแห่ง ที่สามารถเชื่อมโยงถึงการใช้งานของผู้ใช้งานได้ ไม่ว่าจะเป็นการบันทึกเวลา หมายเลข IP Address และประเภทของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ขณะนั้น ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ ควรเป็นระบบที่ทำโดยระบบอัตโนมัติ ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะต้องสามารถใช้ข้อมูลตามความเป็นจริงที่จะสามารถระบุเฉพาะเจาะจงถึงเหตุการณ์ที่สนใจได้ [2]

2.4 Domain Name Systems (DNS)

Domain Name System (DNS) หรือ ระบบการตั้งชื่อโดเมน เป็นระบบที่ใช้เก็บข้อมูลของชื่อโดเมน ซึ่งใช้ในเครือข่ายขนาดใหญ่อย่างอินเทอร์เน็ต โดยข้อมูลที่เก็บมีหลายอย่าง แต่สิ่งสำคัญคือความสัมพันธ์ระหว่างชื่อโดเมนนั้นๆ กับหมายเลขไอพีที่ใช้งานอยู่ คำว่า DNS สามารถแทนความหมายได้ทั้งบริการชื่อโดเมน (Domain Name Service) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ให้บริการชื่อโดเมน (Domain Name Server) อีกด้วย [3]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลประวัติการเข้าออกก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์การจัดเก็บข้อมูลตามพระราชบัญญัติฯ นั้น ประกอบด้วย

1) Linux BIND สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเข้าออกของข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้งานในรูปแบบของ BIND Log ผ่านการทำ Caching DNS ซึ่งระบบจะบันทึกประวัติการขอเรียกใช้การแปลงชื่อโดเมน (DNS Query) จากผู้ใช้ภายในระบบเครือข่าย

2) Squid สำหรับเก็บข้อมูลประวัติการเข้าออกของข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ อยู่ในรูปแบบของ Squid Access Log ซึ่ง

ระบบจะบันทึกประวัติการขอใช้งานเว็บเพจ หรือรูปภาพผ่านการสื่อสารเฉพาะ HTTP

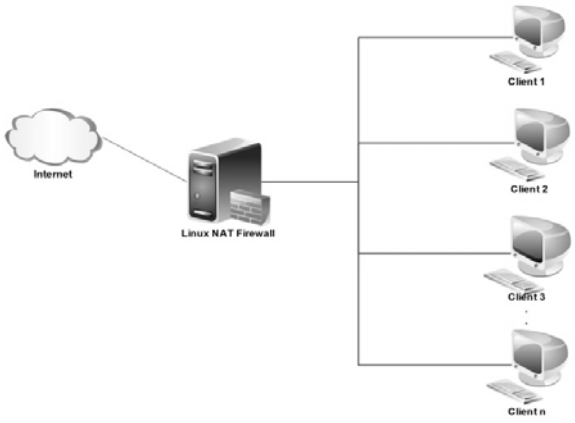
3) IPTraf เพื่อทำการเก็บข้อมูลประวัติการเข้าออกของข้อมูลการใช้งานประเภท Packet Log ซึ่งจะบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ผ่าน Gateway

4) Bash Shell Script ร่วมกับ PHP:CLI ใช้ในการพัฒนากลุ่มคำสั่งเพื่อจัดเตรียมข้อมูลของ Log ประเภทต่างๆ เพื่อปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ก่อนนำเข้าระบบฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูล

5) MySQL เป็นระบบการจัดการฐานข้อมูล RDBMS ใช้ในการเก็บข้อมูลของชื่อโดเมนที่ได้ผ่านการประมวลผลแล้ว เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลตามเงื่อนไข

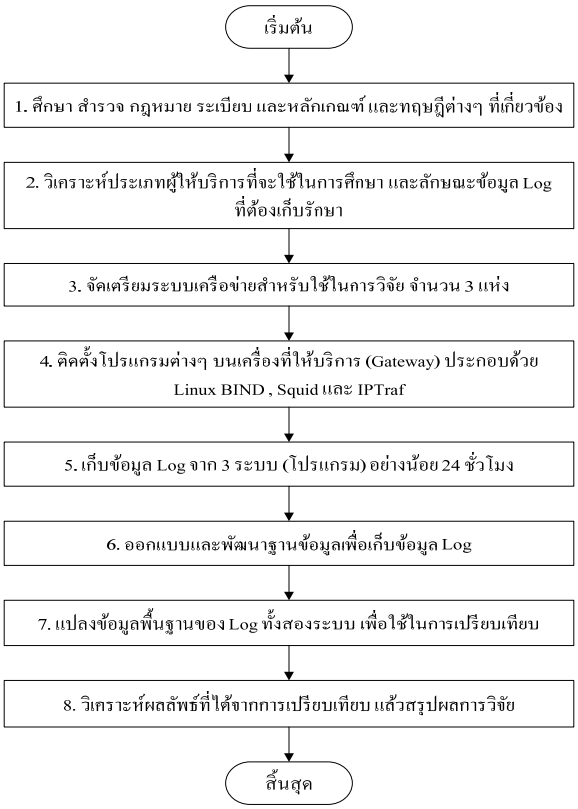
3.2 การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้ กำหนดให้สภาพแวดล้อมของระบบเครือข่ายที่ทำการศึกษา เป็นระบบเครือข่ายที่ให้บริการผู้ใช้งานในระบบในระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network: LAN) ที่มีช่องทางการสื่อสารออกสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพียงช่องทางเดียว โดยผ่านเครื่องให้บริการ มีการติดตั้งโปรแกรมในการเก็บประวัติการเข้าออกของระบบ เพื่อให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลการสื่อสารทุกอย่างที่ต้องกระทำเพื่อออกสู่ระบบอินเทอร์เน็ตจะถูกบริหารจัดการและตอบสนองโดยเครื่องให้บริการนี้เพียงที่เดียว ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างระบบเครือข่ายที่ทำการศึกษา

ในการดำเนินการ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากภาพที่ 2 อธิบายสาระสำคัญในขั้นตอนการดำเนินงานคือ

ในขั้นตอนที่ 3 ระบบเครือข่ายที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง เป็นกลุ่มผู้ใช้งานภายในอาคารชุด ตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร นครปฐม และปทุมธานี

ในขั้นตอนที่ 4 ทำการกำหนดค่าให้การใช้งานอินเตอร์เน็ตของผู้ใช้ ต้องผ่านการการดักจับของทั้ง 3 โปรแกรม โดยแยกประเภทตามกลไกการสื่อสารที่ผู้ใช้งานเรียกใช้

ในขั้นตอนที่ 5 การเก็บข้อมูล จะถูกบันทึกโดยการใช้งานโดยปราศจากการควบคุมใดๆ ข้อมูลที่บันทึกได้จะเป็นการใช้งานจากผู้ใช้อย่างอิสระ

ในขั้นตอนที่ 6 และ 7 เพื่อทดสอบว่าการใช้ DNS สามารถระบุยืนยันการใช้งานอินเตอร์เน็ตได้นั้น จะพิจารณาจากข้อมูลองค์ประกอบพื้นฐานของ Log ที่จะนำมาใช้เปรียบเทียบ 3 จากโปรแกรมที่มีรูปแบบการเก็บ Log ที่ต่างกัน การพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ของการเก็บ Log จะเปรียบเทียบระหว่าง Log ดังต่อไปนี้

1) DNS Log กับ Proxy Log ในช่วงเวลาเดียวกัน

2) DNS Log กับ Packet Log ในช่วงเวลาเดียวกัน

3) ขนาดของการเก็บบันทึกบนสื่อบันทึกข้อมูล

รายละเอียดขององค์ประกอบพื้นฐานของการบันทึกของ Log ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางเปรียบเทียบข้อมูลที่จัดเก็บจาก 3 โปรแกรม

โปรแกรมประยุกต์	IP ต้นทาง	ชื่อโดเมน ปลายทาง	IP ปลายทาง
BIND (DNS Log)	✓	✓	
Squid (HTTP Access Log)	✓	✓	✓
IPTraf (Packet Log)	✓		✓

เมื่อทำการแยกแยะองค์ประกอบเทียบกับการเก็บบันทึกเข้าพื้นฐาน (Common Log File Format) แล้ว จะพบว่ามีความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังต่อไปนี้

1) วันที่และเวลา

2) IP Address ของผู้ร้องขอการใช้บริการ (ต้นทาง)

3) ชื่อโดเมน หรือชื่อของเว็บไซต์ที่ผู้ใช้บริการร้องขอ (ปลายทาง)

4) IP Address ของเครื่องผู้ให้บริการปลายทาง

ซึ่งองค์ประกอบของข้อมูลนี้ จะนำไปใช้ในเปรียบเทียบระหว่างบริการต่อไป

4. ผลการวิจัย

การเก็บข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์สำหรับการวิจัยนี้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลจากเครื่องให้บริการเข้าถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (LAN) จากห้องพักหรืออาคารชุด จำนวน 3 แห่งที่มีผู้ใช้งานจริง และเป็นกลุ่มผู้ใช้ที่จากสถานที่แตกต่างกัน

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่เก็บข้อมูล

จำนวนแถวของบันทึกการเข้าออกที่เก็บบันทึกได้ของบันทึกการเข้าออกด้วยชื่อโดเมน บันทึกการเข้าออกด้วย Proxy และบันทึกการเข้าออกด้วย Packet โดยสามารถสรุปจำนวนข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางแสดงจำนวนรายการของผู้ใช้งานระบบ แยกตามรายIP Address ต้นทาง ที่บันทึกได้จากบันทึกการเข้าออก

พื้นที่เก็บข้อมูล	Row Records	Source IP Count
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1		
DNS Log	104,847	42
Proxy Log	347,898	29
Packet Log	7,579,814	54
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2		
DNS Log	136,127	80
Proxy Log	577,020	49
Packet Log	10,873,838	83
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3		
DNS Log	53,312	34
Proxy Log	463,836	26
Packet Log	2,331,236	35

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การบันทึกการเข้าออกด้วยชื่อโดเมน สามารถเก็บจำนวน IP Address ที่ร้องขอการใช้บริการเพื่อเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตได้ที่ครบถ้วนมากกว่าระบบ Proxy โดยถือว่า การเก็บข้อมูลด้วย Packet Log มีรายละเอียดของรายการผู้ใช้งานครอบคลุมมากที่สุด

4.2 การระบุยืนยันการใช้งาน

เป็นผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบบันทึกการเข้าออกระหว่างการใช้ชื่อโดเมน กับ โปรแกรม Proxy ซึ่งมีการเก็บบันทึกการเข้าออกของ HTTP ของผู้ใช้งานต้นทางเดียวกัน โดยมีการเปรียบเทียบในระยะเวลา 5 วินาที โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นสัดส่วนร้อยละของความสามารถในการระบุการใช้งานจากการใช้ชื่อโดเมน

ตารางที่ 3: จำนวนข้อมูลที่สามารถระบุยืนยันการใช้ ระหว่าง DNS Log ที่สัมพันธ์กับ Proxy Log

DNS->Proxy (5s)	Total	5 Sec hits	Hit Percent
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1	103,567	31,086	30.02
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2	130,860	42,024	36.70
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3	46,996	21,760	46.33

จากตารางที่ 3 หมายความว่า ในการระบุยืนยันการใช้งานเว็บไซต์ด้วยระบบชื่อโดเมน สามารถยืนยันได้เฉลี่ยร้อยละ 37.68

ตารางที่ 4: จำนวนข้อมูลที่สามารถระบุยืนยันการใช้ ระหว่าง Proxy Log ที่สัมพันธ์กับ DNS Log

Proxy->DNS (5s)	Total	5 Sec hits	Hit Percent
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1	347,898	69,584	20.18
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2	577,020	113,569	19.68
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3	463,836	160,363	24.83

จากตารางที่ 4 หมายความว่า การบันทึกการเข้าออกด้วย Proxy จะมีข้อมูลของระบบชื่อโดเมนเฉลี่ยร้อยละ 21.56 เท่านั้น ที่สามารถระบุยืนยันการใช้งาน ณ ขณะเวลานั้นๆได้

4.3 ความครอบคลุมของการใช้ชื่อโดเมน เทียบกับ Proxy

เป็นผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบบันทึกการเข้าออกระหว่างการใช้ชื่อโดเมน กับ โปรแกรม Proxy ซึ่งมีการเก็บบันทึกการเข้าออกของ HTTP ของผู้ใช้งานต้นทางเดียวกัน โดยจำนวนข้อมูลที่สามารถอ้างอิงภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมงว่าผู้ใช้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ ระหว่าง DNS Log ที่สัมพันธ์กับ Proxy Log ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5: จำนวนข้อมูลที่สามารถอ้างอิงภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมงว่าผู้ใช้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ ระหว่าง DNS Log ที่สัมพันธ์กับ Proxy Log

DNS->Proxy (6h)	Total	6 Hours hits	Hit Percent
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1	104,847	44,151	42.11
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2	130,934	67,727	51.73
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3	47,511	29,246	61.56

จากตารางที่ 5 หมายความว่า ในการเก็บบันทึกด้วยระบบชื่อโดเมน ในการระบุว่า ผู้ใช้งาน ได้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ ในช่วงระยะเวลา 6 ชั่วโมงที่ผ่านมาหรือไม่ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ Proxy พบว่า มีความสัมพันธ์ในการใช้งานเฉลี่ยร้อยละ 51.80

ตารางที่ 6: จำนวนข้อมูลที่สามารถอ้างอิงภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมงว่าผู้ใช้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ ระหว่าง Proxy Log ที่สัมพันธ์กับ DNS Log

DNS->Proxy (6h)	Total	6 Hours hits	Hit Percent
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1	345,354	340,033	98.55
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2	577,020	555,684	96.30
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3	160,363	145,547	90.76

จากตารางที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบในทางกลับกัน โดยหมายถึงระบบ Proxy ที่สามารถอ้างอิงการเคยเข้าใช้งานได้ในช่วงระยะเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับบันทึกการเข้าออกด้วยชื่อโดเมนจากผู้ร้องขอ มีความสัมพันธ์เฉลี่ยร้อยละ 95.20 ซึ่งยืนยันว่าการเรียกใช้โดเมนสามารถอ้างอิงว่าผู้ใช้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์มาก่อนได้เกือบทั้งหมด

4.4 เปรียบเทียบการใช้งานกับ Packet Log

ผลการบันทึกรายการเข้าออกระบบ เปรียบเทียบระหว่างการใช้ระบบชื่อโดเมนกับ Packet Log ในระยะเวลา 1 วินาที โดยไม่นับ Packet ของ DNS เอง มีผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: จำนวนข้อมูลที่สามารถระบุยืนยันการใช้ ระหว่าง DNS Log ที่สัมพันธ์กับ Packet Log

DNS->Packet (1s)	Total	1 Sec hits	Hit Percent
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 1	104,847	104,208	99.39
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 2	136,127	135,372	99.46
พื้นที่เก็บข้อมูลที่ 3	53,312	52,077	97.68

จากตารางที่ 7 หมายความว่า ข้อมูลของผู้ใช้งานโดยใช้ระบบชื่อโดเมนเกือบทั้งหมด เฉลี่ยร้อยละ 98.84 มีการเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตในวิธีการใดวิธีการหนึ่งอยู่ ณ ช่วงเวลานั้นๆ

4.5 เปรียบเทียบขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการเก็บบันทึกการเข้าออก

การเปรียบเทียบขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บบันทึกการเข้าออก มีผลดังตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8: เปรียบเทียบขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการเก็บบันทึกการเข้าออก

Log file Size	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
DNS Log	11.50Mb	15.94Mb	5.25Mb
Proxy Log	55.17Mb	88.53Mb	66.24Mb
Packet Log	807Mb	1,268Mb	250Mb

จากตารางที่ 8 สามารถอธิบายได้ว่า ขนาดของ Log ไฟล์ลำดับจากขนาดเล็กไปหาขนาดใหญ่ คือ DNS Log, Proxy Log และ Packet Log ตามลำดับ โดยเทียบเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9: เปรียบเทียบสัดส่วนเป็นร้อยละขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการเก็บบันทึกการเข้าออก

Log Size Ratio	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
Packet Log	100%	100%	100%
Proxy Log	6.83%	6.98%	26.44%
DNS Log	1.426%	1.257%	2.10%

จากตารางที่ 9 หมายความว่า หากกำหนดให้ Packet Log มีสัดส่วนเท่ากับ 100% การเก็บบันทึกการเข้าออกด้วยระบบ DNS Log จะมีขนาดแฟ้มข้อมูลเล็กที่สุด โดยมีขนาดเฉลี่ยเพียงร้อยละ 1.59 เมื่อเทียบกับระบบ Packet Log

5. สรุป

การวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า ในการเก็บบันทึกการเข้าออกโดยใช้ระบบชื่อโดเมน แม้ว่าจะมีข้อด้อยในความสามารถระบุยืนยันการใช้งาน ณ ช่วงขณะเวลาการสื่อสารข้อมูล ณ ขณะเวลานั้นแต่ถ้าผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ขยายขอบเขตของการค้นหาความสัมพันธ์ให้กว้างขึ้น ก็สามารถเทียบเคียงเพื่อระบุการเคยเข้าใช้งานของผู้ใช้งานนั้นได้ ซึ่งเป็นการลดขอบเขตในการระบุตัวบุคคลผู้ใช้บริการ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลสามารถลดจำนวนบุคคลที่สนใจให้มีจำนวนลดลงได้ และเพิ่มโอกาสในการตรวจพบการใช้บริการของผู้ใช้งานที่ใช้ในรูปแบบอื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือการใช้งานเว็บไซต์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ในการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลด้วยการใช้ระบบชื่อโดเมน พบว่ามีการใช้พื้นที่การเก็บข้อมูลน้อยกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งเหมาะกับผู้ให้บริการเครือข่ายท้องถิ่นที่มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์และทรัพยากรของระบบคอมพิวเตอร์

ผลจากการวิจัยนี้ สรุปได้ว่า การจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ระบบชื่อโดเมนนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการอ้างอิงเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการเคยเข้าใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้งานได้ และสามารถบอกความสัมพันธ์ในบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีความหลากหลายมากกว่า แต่ไม่เหมาะในการนำมาใช้ระบุชี้ชัดการกระทำของผู้ใช้งาน ณ ขณะเวลาใดเวลาหนึ่งได้ ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มเติมผลในการศึกษาการใช้ระบบชื่อโดเมนในการเก็บบันทึกการเข้าออกนั้น ควรมีการเปรียบเทียบ DNS Log ในมิติอื่นๆ ให้มากขึ้น เช่น การเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบเชิงสถิติการใช้งานในช่วงเวลาที่หลากหลายมากขึ้น ก็จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิเคราะห์ในการใช้ประโยชน์จากการเก็บ Log ด้วย DNS มากขึ้นอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ประกาศราชกิจจานุเบกษา, *"พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550,"* เล่มที่ 124 ตอน 27 ก หน้า 4, 2550.

[2] K. Kent and M. Souppaya, Log Management Infrastructure, *"Guide to Computer Security Log Management,"* pp. 3-4 – 3-5, 2006.

[3] จตุชัย แพงจันทร์, *เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์*, ไอดีซี: นนทบุรี , 2546.

[4] ประกาศราชกิจจานุเบกษา, *"ประกาศกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เรื่องหลักเกณฑ์การเก็บรักษาข้อมูล จราจรทางคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ พ.ศ. 2550,"* 2550.

[5] Internet Systems Consortium. **What is BIND and what does it do?**. [Online]. Available source: https://www.isc.org/software/bind/whatis. [Accessed August 14, 2012].

[6] PCMAG.COM. **Network Analyzer Definition**. [Online]. Available source: http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,1237,t=network+analyzer&i=47860,00.asp. [Accessed August 12, 2012].

[7] ชยันต์ เชนพูน, **"การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลจราจรบนระบบเครือข่าย (สำหรับร้านอินเทอร์เน็ต),"** สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2555.

[8] มาตรฐานศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, *"ระบบเก็บรักษาข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ เล่ม 1 ข้อกำหนด,"* 2552.

[9] Webopedia. **Log file**. [Online]. Available source: http://www.webopedia.com/TERM/L/log_file.html. [Accessed August 13, 2012].

[10] IPTraf IP Network Monitoring Software. **About IPTraf**. [Online]. Available source: http://iptraf.seul.org/about.html. [Accessed August 13, 2012].

[11] Techs Palace (January, 2008). **Squid Accessed log meaning explained**. [Online]. Available source: http://techspalace.blogspot.com/2008/01/analyze-Accessedlog.html. [Accessed August 12, 2012].

ระบบตรวจจับผู้บุกรุกก่อนเกิดการโจมตีบนเครือข่ายไร้สาย
Detecting Attack Pre-Cursors on Wireless networks

พงษ์ทิพย์ นาคประสบสุข (Pongtip Nakprasobsuk)[1] และศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]nungkmutnb@hotmail.com, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบตรวจจับการบุกรุกก่อนเกิดการโจมตีบนเครือข่ายไร้สาย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการบุกรุกให้มีคุณสมบัติในการตรวจจับการบุกรุกที่เป็นการสแกนเครือข่ายโดยใช้วิธีการการสร้างกฎ (Signature) ผู้วิจัยทำการสร้างกฎให้กับระบบ 3 ข้อ คือ ARP, ICMP และUDP และเพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของกฎที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองก่อนทำการสร้างกฎและการทดลองหลังการสร้างกฎ ผลที่ได้จากการทดลองระบบตรวจจับการบุกรุกที่มีการสร้างกฎสามารถตรวจจับการบุกรุกที่เป็นรูปแบบการสแกนเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ระบบตรวจจับการบุกรุก ระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายไร้สาย

Abstract

Intrusion detective system has been developed to detect any intrusion in wireless network with scanning on network by making signatures. We make 3 rules to protect network from intrusion behaviour that are ARP,ICMP, andUDP. We measure theirs efficiency by conducting 2 types of experiment based on Before and After making signatures. We can conclude from the result of experiment that the designed system can detect any intrusions in networking with high rate of efficiency

keywords : Intrusion detection system, Security on a wireless network

1. บทนำ

เครือข่ายไร้สายถูกออกแบบมาเพื่อให้อุปกรณ์ไร้สายสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างอิสระ ลดข้อจำกัดทางพื้นที่ คือ อุปกรณ์ที่กำลังเชื่อมต่อกับเครือข่ายสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้ แต่เครือข่ายไร้สายยังไม่เป็นที่นิยมกับการนำไปใช้เป็นเครือข่ายขององค์กร เนื่องจากระบบรักษาความปลอดภัยยังไม่เพียงพอต่อการปกป้องข้อมูลที่เป็นความลับของหน่วยงาน เพราะเครือข่ายไร้สายเชื่อมต่อกันผ่านคลื่นความถี่ในอากาศ กล่าวคือสัญญาณสามารถแพร่กระจายไปได้รอบทิศทาง อุปกรณ์ทั่วไปที่สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายสามารถรับสัญญาณที่กระจายออกมาได้ ทำให้อาจเกิดผู้ไม่หวังดีทำการดักจับข้อมูลหรือทำการบุกรุกเข้าไปในเครือข่ายที่สามารถรับสัญญาณได้

การบุกรุกเข้าไปในเครือข่ายอาจส่งผลกับเครือข่ายในหลายๆ ด้าน เช่น สร้างความเสียหายต่อข้อมูล หรือสร้างความเสียหายกับระบบทำให้ระบบหยุดการให้บริการ โดยผู้บุกรุกจะอาศัยช่องโหว่ของเครือข่ายที่ไม่มีระบบรักษาความปลอดภัยหรือมีระบบรักษาความปลอดภัยค่อนข่างต่ำ เพื่อทำการโจมตี [1]

ระบบตรวจจับการบุกรุก Intrusion Detection System ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อตรวจสอบรูปแบบการทำงานที่ไม่พึงประสงค์ โดยทำหน้าที่ตรวจสอบเฝ้าระวังเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับกฎที่ระบุว่ารูปแบบนี้เป็นการบุกรุก เมื่อระบบตรวจพบรูปแบบข้อมูลที่ตรงตามกฎ ระบบ

ตรวจจับการบุกรุกจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบและสร้างรายละเอียดการของสิ่งผิดปกติไว้ใน Log File[2][3]

ปัจจุบันมีการนำระบบตรวจจับการบุกรุกมาติดตั้งบนเครือข่ายเป็นจำนวนมาก แต่การที่ระบบตรวจจับการบุกรุกจะแจ้งเตือนได้นั้นก็หมายถึงเครือข่ายขององค์กำลังโดนโจมตีอยู่ด้วย ทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกที่สามารถตรวจจับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นก่อนจะมีการโจมตีบนเครือข่ายไร้สาย ซึ่งก่อนที่จะเกิดการโจมตีผู้ที่โจมตีจะต้องหาข้อมูลรายละเอียดของเครือข่ายเสียก่อน โดยทำการส่งแพ็คเกจเข้ามาสแกนเครือข่ายและหาพอร์ตของเครื่องเป้าหมายที่เปิดให้บริการ โดยนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการโจมตี จึงเป็นแนวทางที่ดีในการพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่ายไร้สายให้มีความสามารถในการตรวจจับรูปแบบการสแกนเครือข่าย เพื่อเป็นการตัดตอนให้ผู้ดูแลระบบทราบและป้องกันเครือข่ายก่อนที่จะมีการโจมตีเกิดขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจะอธิบายถึงรูปแบบการตรวจจับการบุกรุก รวมถึงหลักการทำงานของโพรโตคอลต่างๆที่จำเป็นในงานวิจัยนี้

2.1 ความหมายของระบบตรวจจับการบุกรุก

ระบบตรวจจับการบุกรุก Intrusion Detection System ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อตรวจสอบรูปแบบการทำงานที่ไม่พึงประสงค์ โดย IDS จะทำหน้าที่ตรวจสอบเฝ้าระวังเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นกับคอมพิวเตอร์หรือเฝ้าระวังเหตุการณ์ต่างๆบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เมื่อระบบตรวจการบุกรุกตรวจพบข้อมูลที่ผิดปกติระบบตรวจจับการบุกรุกจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบ[2][3] ข้อจำกัดของระบบตรวจจับผู้บุกรุก คือระบบไม่สามารถตรวจสอบกลุ่มข้อมูลที่มีการเข้ารหัสได้

2.2 ประเภทของระบบตรวจจับการบุกรุก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.2.1 Host-Based Intrusion Detection System (HIDS) เป็นรูปแบบการตรวจจับการบุกรุกที่ติดตั้งไว้ที่คอมพิวเตอร์ [4]

2.2.2 Network-Based Intrusion Detection System (NIDS) เป็นระบบตรวจจับการบุกรุกที่ติดตั้งภายในเครือข่ายเพื่อตรวจดูแพ็คเกจที่วิ่งผ่านบนเครือข่าย เพื่อที่จะค้นหาว่า hacker, cracker หรือกิจกรรมที่จะเป็นอันตรายอยู่ในเครือข่ายหรือไม่ [5]

2.3 ประเภทของการตรวจจับการบุกรุก

2.3.1 Anomaly Detection การตรวจจับการบุกรุกที่เป็นกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่ผิดปกติ ระบบตรวจจับการบุกรุกวิธีนี้จึงต้องมีส่วนที่เก็บกิจกรรมที่เป็นรูปแบบการทำงานปกติ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ชี้วัดต่างๆ เช่น การวัดค่าทางสถิติ[6] เป็นต้น

2.3.2 Signatures-Based Detection เป็นระบบการตรวจสอบการบุกรุกที่ใช้กฎหรือข้อกำหนดเป็นหลัก โดยทั่วไปแล้วจะทำงานคล้ายกับโปรแกรมป้องกันไวรัสซึ่งจะทำการเปรียบเทียบระหว่าง signature [7] กับแพ็คเกจที่วิ่งบนเครือข่าย หากแพ็คเกจนั้นตรงกับในฐานข้อมูล signature ก็แสดงว่าแพ็คเกจดังกล่าวอาจจะเป็นการบุกรุกหรือประสงค์ร้าย งานวิจัยนี้เป็นการตรวจจับการบุกรุกบนเครือข่าย NIDS นำมาใช้ในการตรวจจับการบุกรุกบนเครือข่ายไร้สายขององค์กร

2.4 รูปแบบการบุกรุกก่อนเกิดการโจมตี (Attack Pre-Cursors)

การกระทำก่อนที่จะเกิดการโจมตี คือการค้นหาข้อมูลในเครือข่าย เช่น ค้นหาอุปกรณ์ในเครือข่ายมีจำนวนเท่าไหร่และโครงสร้างเครือข่ายเป็นแบบใด การค้นหาข้อมูลในเครือข่ายหรือการทำ Network scan คือการส่งแพ็คเกจสแกนไปที่เครือข่าย เพื่อมุ่งหวังข้อมูลในเครือข่ายที่ต้องการ ซึ่งปัจจุบันเครื่องมือที่ทำหน้าที่ในการสแกนเครือข่าย มีด้วยกันหลายตัว ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ Nmap ในการทดลองเนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถใช้งานผ่าน console หรือแบบ graphic ได้

Nmap (Network-Mapper) เป็นโปรแกรมที่มีคุณสมบัติที่ใช้ในการสแกนตรวจสอบเครือข่ายและทำหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัยของเครือข่าย โดยการสแกน IP address เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วก็จะทำเป็นรายงาน Port, Application, OS ใดเปิดใช้

งานอยู่ ซึ่งหลักการใช้งานของ Nmap นั้นขึ้นอยู่กับคำสั่งที่เลือกใช้ว่าต้องการสแกนหาข้อมูลด้านใดบ้าง ตัวอย่างคำสั่งสแกนเครือข่ายของโปรแกรม Nmap

- #nmap -sP 192.168.1.*

เป็นคำสั่ง ping เพื่อสแกนดูว่ามีระบบไหนที่เปิดใช้งานอยู่

- #nmap -sU 192.168.1.1

เป็นคำสั่งที่จะส่ง UDP packet เพื่อหาพอร์ตเป้าหมายที่เปิดให้บริการอยู่

2.5 หลักการทำงานของโพรโทคอล

2.5.1 Address Resolution Protocol (ARP) เป็นโพรโทคอลสำหรับระบุตำแหน่งของอุปกรณ์จากการจับคู่ระหว่าง IP Address กับ MAC Address ข้อมูลตำแหน่งของอุปกรณ์จะถูกเก็บไว้ในตาราง ARP cache หลักการทำงานคือ เมื่อเครื่องต้นทางทำการส่งข้อมูลมาถึง Gateway เครื่องที่เป็น Gateway ก็จะหาค่า MAC Address ที่ตรงกับ IP Address ที่ระบุใส่ไปในแพ็คเกจและส่งไปยังเครื่องปลายทางที่ระบุไว้ แต่ถ้าไม่พบ เครื่องที่เป็น Gateway จะส่ง ARP บรอดคาสต์ไปยังเครื่องทุกในเครือข่ายและเครื่องใดมี IP Address ตรงกันก็จะตอบกลับมาที่ Gateway เพื่อปรับปรุงตาราง ARP cache

2.5.2 Internet Control Massage Protocol (ICMP) เป็นโพรโทคอลที่ควบคุมและรายงานความผิดพลาดของเครือข่ายให้ทราบว่าเกิดอะไรขึ้นในการส่งผ่านข้อมูลนั้น เช่น เมื่อมีการส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ไม่ถูกต้อง หรือขณะนั้นเครื่องปลายทางเกิดปัญหาจนไม่สามารถรับข้อมูลได้ ที่ Router จะส่งข้อความแจ้ง ICMP Destination Unreachable และเมื่อมีการส่งแพ็คเกจไปยังพอร์ตปลายทางที่ปิดให้บริการ เครื่องปลายทางจะตอบกลับข้อผิดพลาดด้วย ICMP Destination Unreachable

2.5.3 UDP Port scan เป็นโพรโทคอลในลำดับชั้น ทรานสปอร์ตเลเยอร์ ซึ่งมีข้อดี คือมีความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) เช่น เครื่องต้นทางส่งแพ็กเกจมาสอบถามเครื่องปลายทางมีพอร์ตใดเปิดอยู่ เครื่องปลายทางก็ตอบกลับไปด้วยหมายเลยและสถานะของพอร์ตนั้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาให้ระบบตรวจจับการบุกรุกมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีการนำระบบตรวจจับการโจมตีมาพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นในหลายด้าน เช่น มีการพัฒนารูปแบบการทำงานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลบนเครือข่ายเพื่อให้ระบบสามารถเรียนรู้รูปแบบการโจมตีได้ด้วยตนเอง[1]มีการนำระบบตรวจจับการบุกรุกมาทำงานร่วมกันเพื่อให้สามารถตรวจจับการบุกรุกแบบใหม่ได้ [2] มีการนำโปรแกรมที่เป็นการมอนิเตอร์เน็ตเวิร์ค (Wireshark) มาทำงานร่วมกับระบบตรวจจับการบุกรุกเพื่อช่วยในการตรวจจับแพ็คเกจที่มีการปลอมแปลงเข้ามาในเครือข่าย [3] และมีการพัฒนาระบบตรวจจับการบุกรุกให้สามารถจัดการระบบตรวจจับการบุกรุกผ่านเว็บไซต์ได้ทำให้เกิดความสะดวกกับผู้ดูแลระบบมากยิ่งขึ้น [4]

ผลจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นระบบตรวจจับการโจมตีบนเครือข่ายที่พัฒนาขึ้น สามารถตรวจจับการโจมตีได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการใช้งาน แต่ระบบตรวจจับการโจมตีที่มีพัฒนาขึ้นจะสามารถตรวจจับการโจมตีได้ก็ต่อเมื่อเกิดการโจมตีขึ้นแล้ว ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกก่อนที่จะเกิดการโจมตี โดยใช้หลักการสร้างกฎหรือข้อกำหนดให้กับระบบตรวจจับการบุกรุกสามารถตรวจจับพฤติกรรมที่เป็นการหาข้อมูลบนเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การดำเนินงาน

3.1 การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกฎ

ผู้วิจัยทำการศึกษาพฤติกรรมของแพ็คเกจในเครือข่าย โดยใช้โปรแกรม Wireshark ทำการมอนิเตอร์แพ็คเกจที่วิ่งบนเครือข่ายเพื่อศึกษารูปแบบของแพ็คเกจที่เป็นการทำงานปกติและทำการบันทึกผล จากนั้นใช้โปรแกรม Nmap จำลองพฤติกรรมของผู้บุกรุกด้วยการใช้โพรโทคอล ARP, ICMP และ UDP ส่งแพ็คเกจเข้าสู่เครือข่าย และทำการบันทึกผล โดยนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ

หาความแตกต่างของแพ็คเกจ เพื่อใช้ในการเขียนกฎให้กับระบบตรวจจับการบุกรุก โดยรายละเอียดการทำงานโพรโทคอลอธิบายดังต่อไปนี้

3.1.1 รูปแบบการสื่อสารของโพรโทคอล ARP ที่เป็นการทำงานปกติ เครื่อง Gateway จะเป็นผู้ประกาศ ARP request ออกมาถาม Mac Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายเท่านั้น แต่ถ้ารูปแบบการสื่อสารที่ผิดปกติ การส่ง ARP request จะออกมาจากเครื่องผู้ใช้งาน เพื่อนำไปใช้ในการโจมตี เช่น ปลอมเครื่องผู้บุกรุกเป็นเครื่องที่มีความสำคัญในเครือข่ายเพื่อมุ่งหวังข้อมูลที่จะได้รับ

3.1.2 รูปแบบการสื่อสารของโพรโทคอล ICMP ที่เป็นการทำงานปกติ ไม่มีแพ็กเกจที่แจ้งเตือนข้อผิดพลาด ICMP Port Unreachable Packet ซึ่งแตกต่างจาก ICMP ที่ผิดปกติ จากการใช้โปรแกรมสแกนพอร์ตจะมีแพ็คเกจแจ้งข้อผิดพลาด ICMP Port Unreachable Packet เข้ามาในเครือข่าย

3.1.3 รูปแบบการสื่อสารของโพรโทคอล UDP ที่เป็นปกติจะเป็นการสื่อสารข้อมูลทั่วไปมีการส่งแพ็คเกจมาสอบถามและมีการส่งแพ็คเกจตอบกลับ ซึ่งแตกต่างจากUDP ที่ผิดปกติจะมีการส่งแพ็คเกจ UDP ไปสอบถามเครื่องเป้าหมายว่าพอร์ตปลายทางมีสถานะเป็นแบบใด เมื่อคอมพิวเตอร์เป้าหมายได้รับแพ็คเกจจะทำการตรวจสอบพอร์ตนั้นมีสถานะใดและทำการตอบกลับไปต้นทางด้วยหมายเลขพอร์ตและสถานะพอร์ต

3.2 หลักการสร้างกฎ (signature)

เครื่องมือที่มีคุณสมบัติในการตรวจจับการบุกรุก มีด้วยกันหลายประเภท ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ Snort Wireless เป็นระบบตรวจจับการบุกรุกบนเครือข่ายไร้สาย โดย Snort เป็นระบบตรวจจับการบุกรุกที่ใช้กฎในการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยจึงทำการสร้างกฎให้กับระบบตรวจจับการุกรุก เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับการบุกรุกรูปแบบการสแกนเครือข่ายได้ แสดงรายละเอียดการสร้างกฎดังนี้

3.2.1 กฎของ ARP เป็นการกำหนดการทำงานที่เป็นปกติให้กับระบบตรวจจับการบุกรุก รายละเอียดอธิบายดังนี้

```
preprocessor arpspoof:-Unicast
preprocessor arpspoof_detect_host: 192.168.8.1
00:1D:7E:BD:B0:0E
```

จากกฎที่กำหนดขึ้นถ้ามีการประกาศ ARP Packet หรือส่ง ARP Packet จากคอมพิวเตอร์ที่มี IP Address แตกต่างจากที่กำหนดไว้ระบบตรวจจับการบุกรุกจะทำการแจ้งเตือนว่ามีการบุกรุกเกิดขึ้น

3.2.2 กฎของ ICMP เป็นการตรวจจับแพ็คเกจในเครือข่ายที่เป็นการแจ้งเตือนว่าพอร์ตปลายทางปิดอยู่ รายละเอียดอธิบายได้ดังนี้

```
alert icmp any any -> any any (msg:"icmp.type eq 3";icode:=3 ;)
```

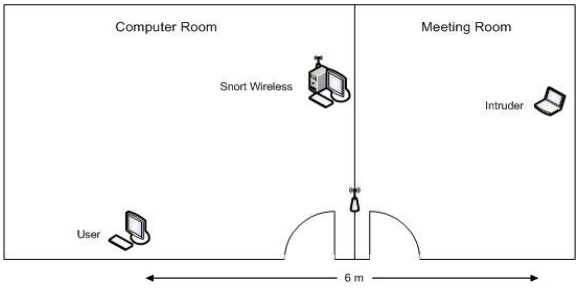
เมื่อตรวจพบแพ็คเกจ ICMP ที่เป็นการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดของเครือข่ายและมีค่า code=3 ซึ่งเป็นการแจ้งเตือนว่าพอร์ตปลาทางปิดให้บริการอยู่ (Port Unreachable) ระบบตรวจจับการบุกรุกจะทำการแจ้งเตือนว่ามีการบุกรุกเกิดขึ้น

3.2.3 กฎของ UDP เป็นการตรวจจับการใช้โพรโทคอล UDP ในการสแกนเครือข่าย รายละเอียดอธิบายดังนี้

```
PREPROCESSOR SFPORTSCAN: PROTO { UDP }
SENSE_LEVEL { LOW }
```

กฎข้อนี้เป็นการกำหนดให้ระบบคอยตรวจจับแพ็คเกจ UDP ที่มีการทำงานที่ช้าผิดปกติ เพราะการทำงานของ โพรโทคอลนี้เมื่อส่งแพ็คเกจมาสอบถามข้อมูลแล้วก็จะรอรับคำตอบก่อนที่จะเริ่มส่งแพ็คเกจอีกครั้ง

3.3 การออกแบบและการวางอุปกรณ์ในการทดลอง



ภาพที่ 1: แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ในเครือข่าย

3.3.1 เครือข่ายที่ใช้ทำการทดลอง คือเครือข่ายไร้สายขององค์กรผู้วิจัยที่มีสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง โดยเป็นเครือข่ายไร้สายแบบเปิดและมีการเชื่อมต่อเป็นแบบ Client/server ซึ่งกำหนดส่วนประกอบดังต่อไปนี้

3.3.1.1 กำหนดหมายเลข IP Address ของเครื่องที่ใช้ในการโจมตี คือ IP 192.168.8.138/24

3.3.1.2 กำหนดหมายเลข IP Address ของเครื่องที่ใช้เป็นเครื่องเป้าหมาย คือ IP 192.168.8.148/24

3.3.1.3 กำหนดหมายเลข IP Address ของเครื่องที่ใช้เป็นเครื่องตรวจจับ คือ IP 192.168.8.137/24

3.3.1.4 ใช้ Access Point ของ Linksys รุ่น Wrt54g ซึ่งใช้มาตรฐาน 802.11g เป็นตัวกลางในการเชื่อมคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน

3.3.2 ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อลงระบบปฏิบัติการ Ubuntu version 11.04 LTS เพื่อให้รองรับการทำงานของโปรแกรม Snort Wireless และทำการสร้างกฎให้รองรับการตรวจจับการบุกรุกก่อนเกิดการโจมตี ดังรายละเอียดการสร้างกฎในหัวข้อ 3.2

3.3.3 การทดลองผู้วิจัยใช้โปรแกรม Nmap ทำการบุกรุกเข้าสู่เครือข่ายการสแกน 1 ครั้ง Nmap จะส่งแพ็คเกจ ARP, ICMP และUDP ออกมาเพื่อเป็นการจำลองพฤติกรรมของผู้บุกรุก โดยผู้วิจัยแบ่งการทดลองระบบออกเป็น 2 ส่วน

3.3.3.1 การทดลองส่วนที่ 1 ทำการบุกรุกเข้าสู่เครือข่ายก่อนทำการสร้างกฎให้กับระบบโดยทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง

3.3.3.2 การทดลองส่วนที่ 2 ทำการบุกรุกเข้าสู่เครือข่ายหลังจากทำการสร้างกฎให้กับระบบโดยทำการทดลองทั้งหมด 21 ครั้ง

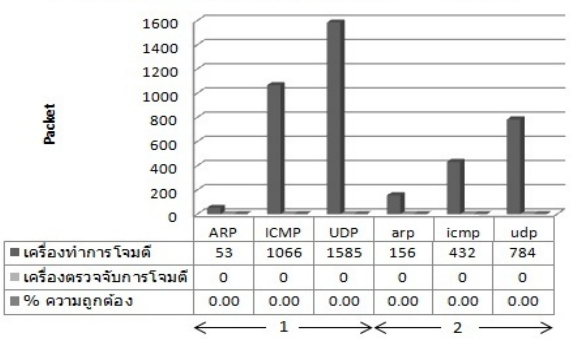
4. ผลการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบตรวจจับการบุกรุกก่อนเกิดการโจมตีบนเครือข่ายไร้สายผู้วิจัยได้แบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการทดลองก่อนการสร้างกฎ

4.2 ผลการทดลองหลังการสร้างกฎ

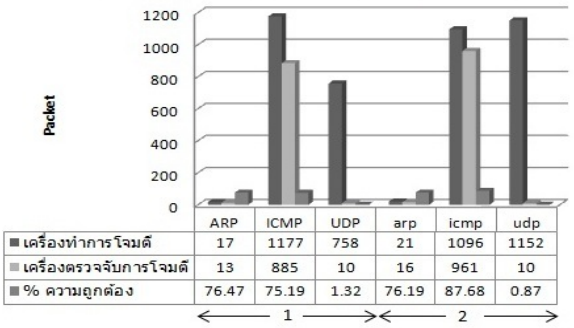
4.1 ผลการทดลองก่อนการสร้างกฎ



ภาพที่ 2: แสดงผลปริมาณแพ็คเกจที่จับได้

Wireshark สามารถตรวจจับแพ็คเกจที่ส่งมาจากเครื่องที่ทำการบุกรุกดังภาพ แต่เครื่องตรวจจับการบุกรุกไม่สามารถตรวจจับแพ็คเกจที่เป็นการสแกนเครือข่ายได้

4.2 ผลการทดลองหลังการสร้างกฎ



ภาพที่ 3: แสดงผลปริมาณแพ็คเกจที่จับได้

จากการทดลอง 21 ครั้งระบบสามารถตรวจจับการบุกรุกได้ถูกต้องแต่ผลจากการทดลองยังพบข้อผิดพลาด เนื่องจากเครื่องตรวจจับการบุกรุกไม่สามารถตรวจจับจับแพ็คเกจการบุกรุกการได้ทั้งหมด ทำให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องไม่ถึง 100% โดยข้อผิดพลาดดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าแพ็คเกจที่ใช้ในการสื่อสารเกิดการสูญหายระหว่างทาง เนื่องจากทำการทดลองบนเครือข่ายไร้สาย และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของโพรโทคอล UDP มีค่าน้อย เนื่องจากกฎข้อนี้เป็นการตรวจจับการสแกนด ซึ่งแตกต่างจากกฎข้ออื่นที่เป็นการตรวจจับตัวแพ็คเกจที่ผิดปกติ

5. สรุป

การดำเนินการสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกก่อนเกิดการโจมตี มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการบุกรุกให้มีคุณสมบัติในการตรวจจับการบุกรุกที่เป็นการสแกนเครือข่าย เมื่อมีการตรวจพบการบุกรุกระบบจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบและทำการป้องกันเครือข่ายก่อนที่จะมีการโจมตีเกิดขึ้น โดยการดำเนินงานของผู้วิจัย เริ่มจากการศึกษาหลักการทำงานของโพรโทคอลที่อยู่บนเครือข่ายและนำมาใช้ในการสร้างกฎ โดยทางผู้วิจัยทำการสร้างกฎให้กับระบบสามารถตรวจจับการบุกรุก 3 โพรโทคอลนี้ได้ ARP, ICMP และUDP โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกทำการทดลองกับระบบตรวจจับการบุกรุก ที่ยังไม่ได้สร้างกฎ ผลจากการทดลองทั้งหมด 10 ครั้งสรุปได้ว่าระบบไม่สามารถตรวจจับการบุกรุกรูปแบบการสแกนเครือข่ายได้

การทดลองส่วนที่สองผู้วิจัยได้ทำการสร้างกฎให้กับระบบตรวจจับการบุกรุก โดยทำการทดลองทั้งหมด 21 ครั้ง ผลการทดลองสรุปได้ว่าระบบตรวจจับการบุกรุกสามารถตรวจจับการบุกรุกรูปแบบการสแกนทั้ง 3 ได้ แต่ผลการทดลองยังมีข้อผิดพลาดที่ระบบไม่สามารถตรวจจับแพ็คเกจที่เป็นการสแกนได้ครบ 100% ส่วนหนึ่งมาจากการทดลองใช้รูปแบบการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายและทำการทดลองในสภาวะการทำงานจริงทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเกจ ท้ายที่สุดแล้วถึงแม้การตรวจจับแพ็คเกจที่เป็นการบุกรุกจะไม่ถูกต้อง 100% แต่ยังสามารถทำให้ผู้ดูแลระบบทราบได้ว่ามีการบุกรุกเกิดขึ้นภายในเครือข่ายไร้สาย

เอกสารอ้างอิง

[1] ฉัฏฐกานต์ ก้อนฉิม และ พยุง มีสัจ. "ระบบตรวจจับการบุกรุกเครือข่ายโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม." *The 7th National Conference on Computing and Information Technology.* (May 2011).

[2] สุรพล ดีขำ. "ระบบตรวจสอบและแกะรอยผู้บุกรุกในระบบเครือข่าย." *The 6th National Conference on Computing and Information Technology.* (June 2010.)

[3] ฉัฏฐดนัย ตันติบุญทวีวัฒน์. "การศึกษาพฤติกรรมการเข้าถึงระบบเครือข่ายแลนไร้สายที่ไม่เหมาะสมจากระบบตรวจสอบข้อมูลผู้บุกรุก." สารนิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2554.

[4] กายรัฐ เจริญราษฎร และ จารุ สถิตานุชิต. "การพัฒนาระบบตรวจจับผู้บุกรุกแบบ DoS บนเครือข่ายแลน." *The 4th NPRU National Conference.* (2012).

[5] Mohan, K. "Agent Based Intrusion Detection and Response System for Wireless LANs." *IEEE International Communications.* 1 (2003) : 492-496.

[6] Khumphakdee, M. "Intrusion Detection System Base on Snort – A Survey." Department Of Computer Science Khon Kaen University, 2555.

[7] Salah, K. and Kahtani, A. "Improving Snort Performance Under Linux" *Communications.* (2009).

ระบบตรวจจับการบุกรุก กรณีศึกษา บริษัทโปรเฟสชั่นแนล เทรนนิ่ง เซอร์วิส จำกัด
Implementing Intrusion Detection System Case Study Professional Training Service Co.,Ltd

พิชิตชัย ชำนาญมะเริง (Pichitchai Chamnanmaroeng)[1] และศิรปัฐช์ บุญครอง (Sirapat Boonkrong)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]pchamnanmaroeng@gmail.com, [2]sirapatb@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การดูแลระบบเครือข่ายสิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ การดูแลความปลอดภัยในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในองค์กรทุกที่มีงบประมาณสำหรับระบบสารสนเทศภายในองค์กรอย่างพอเพียงจะใช้งานฮาร์ดแวร์ ในระบบองค์กรซึ่งมีงบประมาณสำหรับระบบสารสนเทศจำกัด แต่จำเป็นต้องดูแลรักษาความปลอดภัยภายในระบบองค์กรระบบตรวจจับผู้บุกรุกนี้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการดูแลระบบความปลอดภัยในระบบเครือข่าย ข้อดีของระบบตรวจจับการบุกรุก คือ เป็นซอฟต์แวร์ระบบเปิด ทุกคนสามารถใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและสามารถพัฒนาต่อได้ สามารถติดตั้งได้บนคอมพิวเตอร์ทั่วไปเพื่อใช้งานการป้องกันได้ การรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายที่อาจจะถูกบุกรุกในรูปแบบต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในระบบเครือข่ายจากกลุ่มคนบางกลุ่มที่ต้องการจะดูข้อมูล ขโมยข้อมูล หรือแม้แต่จะทำลายข้อมูล ทำให้องค์กร หน่วยงานหรือบุคคลทั่วไปต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของข้อมูลจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ต้องมีการออกแบบระบบเครือข่ายโดยการติดตั้งระบบการตรวจจับการบุกรุกเพื่อที่จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายมากยิ่งขึ้นระบบตรวจจับการบุกรุก

คำสำคัญ: การป้องการการเข้าถึงเครือข่าย สนอร์ท การโจมตี ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส

Abstract

Network and Security Management is the most importance part in computer network. Many companies have invested in Information Technology, especially hardware which design to support software, speed and performance. Some organize has budget limitation but also need information security, Intrusion Detection System is an optional.

This software is an open system that any organize can implement without cost and custom or develop by technician. Users can install this software on any computers. The inside or outside attackers will be protected and alert by the system. Information security are very importance and necessary for business and organization. In order to complete computer network configuration efficiency many entities need to setup Intrusion Detection System from the Hackers. Snort is the an open and popular software for network Intrusion Detection System which find or search packages in network then alert to prevent and protect before hacking.

Keyword: IDS, Snort, Attack, Open Source Software

1. บทนำ

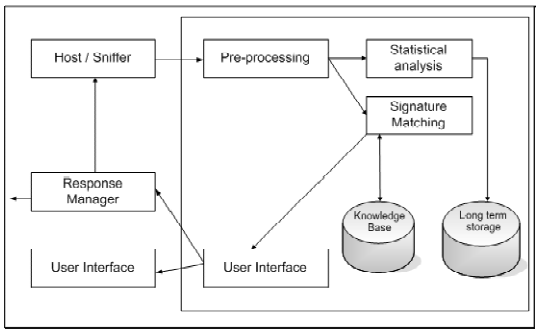
การรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายที่มีโอกาสถูกบุกรุกในรูปแบบต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในระบบเครือข่ายจากกลุ่มคนบางกลุ่มที่ต้องการจะดูข้อมูล ขโมยข้อมูล หรือแม้แต่จะทำลายข้อมูล ทำให้องค์กร หน่วยงานต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของข้อมูล จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ต้องมีการออกแบบระบบเครือข่ายโดยการติดตั้งระบบการตรวจจับการบุกรุก เพื่อที่จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่ายมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบตรวจจับการบุกรุกระบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมมาก ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความสามารถ

ในการตรวจจับผู้บุกรุก และมีการเตือนที่ทันท่วงทีหากมีการบุกรุก อีกทั้งยังมีการเก็บข้อมูลการบุกรุก

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Intrusion Detection System (IDS)

คือกระบวนการตรวจจับการบุกรุกและถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของมาตรการเพื่อป้องกันระบบคอมพิวเตอร์และจากการละเมิดเข้าสู่เครือข่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต เมื่อมีการบุกรุกในระบบเครือข่ายแล้วระบบนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาร่องรอยของการบุกรุก ซึ่งหมายถึงการพยายามที่จะโจมตีระบบเครือข่ายทำลายข้อมูลการบุกรุกเกิดจากการที่ผู้บุกรุกเข้าถึงระบบจากอินเทอร์เน็ตหรือการที่ผู้ใช้ภายในที่จะพยายามทำในสิ่งที่ไม่ควรจะทำโดยไม่ได้รับอนุญาตหรือไม่มีสิทธิ์การที่ผู้ใช้พยายามที่จะใช้สิทธิพิเศษของตนเองในทางที่ผิด ระบบตรวจจับการบุกรุกจะทำหน้าที่ในการตรวจจับสิ่งผิดปกติเหล่านี้แล้วรายงานให้ทราบพร้อมทั้งหยุดการบุกรุกได้ทันท่วงที โดยจะมีดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ระบบการทำงานพื้นฐานของ IDS

2.2 การโจมตี

คือการกระทำที่มีเป้าหมายเพื่อก่อกวนการให้บริการของระบบ ค้นหาการให้บริการของระบบในเบื้องต้น บุกรุกหรือทำลายระบบโดยอาศัยข้อบกพร่องของ ระบบการโจมตีแบ่งตามวัตถุประสงค์ของผู้โจมตีได้ 3 ประเภทได้แก่ การสำรวจระบบหาข้อมูลการให้บริการเบื้องต้น การโจมตีโดยใช้ประโยชน์จากข้อผิดพลาดของระบบและการก่อกวนการให้บริการของระบบ

2.2.1 System Scanning คือการทดสอบว่าระบบใช้งานอะไรได้บ้างซึ่งอาจทำได้โดยส่งผ่านแพ็กเก็ตประเภทต่างๆ ไปยังระบบซึ่งคล้ายกับการสแกนตรวจสอบหาช่องโหว่หรือจุดอ่อนของระบบแต่แตกต่างที่ความตั้งใจเท่านั้น เป็นการสแกนระบบหรือเครือข่าย ไม่ใช้การเจาะเข้าระบบหรือทำให้ระบบใช้การไม่ได้ โดยอาจให้ข้อมูล

2.2.2 Common Exploit คือการโจมตีความผิดพลาดของระบบ ผู้บุกรุกจะอาศัยความสามารถที่ถูกซ่อนไว้หรือใช้ข้อผิดพลาดของระบบเป็นโอกาสในการโจมตีระบบ เทคนิคของการโจมตีประเภทนี้ได้แก่ การโจมตีด้วยการปลอมไอพี (IP Spoofing) ในขณะที่เครื่องต้นทางส่ง กลุ่มข้อมูลไอพีไปยังเครื่องบริการ โดยผู้บุกรุกที่แอบอ้างเป็นเครื่องต้นทาง แล้วทำการติดต่อกับเครื่องบริการแทน เมื่อเครื่องบริการส่งสัญญาณตอบกลับมาบุกรุกจะไม่รับแต่จะต้องแอบอ้างเป็นเครื่องนั้น [2]

2.2.3 Denial Of Service Attack ส่วนใหญ่จะอาศัยข้อบกพร่องของโพรโทคอล ประกอบกับข้อบกพร่องของระบบปฏิบัติการที่ทำงานอยู่บนเป้าหมาย การโจมตีประเภทนี้จะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการทำงานการโจมตีแบบปฏิเสธการให้บริการ เป็นการพยายามที่จะทำให้ระบบที่เป็นเป้าหมายทำงานช้าลง หรือถึงกับให้บริการไม่ได้เลยซึ่งผู้วิจัยได้เน้นการดักจับประเภทนี้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างระบบการป้องกันการบุกรุกโดยใช้ Open Source Software วิเคราะห์สัญญาณจราจร (Traffic Analysis) เป็นการแปลความหมายจากรูปแบบ (Patterns) ในส่วนหัวของแพ็กเก็ต (Packet Header) ซึ่งจะแสดงถึงความผิดปกติของเครือข่าย เพราะฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่ผู้วิเคราะห์จะต้องมีความรู้และทักษะในการแปลความหมายจากข้อมูลดังกล่าว เนื่องจากวิเคราะห์จะดูเฉพาะส่วนที่เป็นส่วนหัวของแพ็กเก็ต [1] ฉะนั้นจึงมีการจับเฉพาะส่วนหัวของข้อมูล โดยปกติแล้วส่วนหัวที่จะต้องจับจะมีขนาดประมาณ 68 byte และหากต้องการความถูกต้องในการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีการจับทุก ๆ ส่วนหัวที่ผ่านในเครือข่าย ข้อดีของการวิเคราะห์สัญญาณจราจรคือความถูกต้องของการแปลความหมายของข้อมูล

เปรียบเทียบตรวจสอบการบุกรุกเครือข่ายระหว่างโปรแกรมสนอร์ท (Snort) และเรียลซีเคียว (Real secure) ภายใต้ปัจจัยการโจมตี [2] โดยใช้โปรแกรมสนอร์ทและเรียลซีเคียวเปรียบเทียบประสิทธิภาพว่าในสถานการณ์การโจมตีรูปแบบต่าง ๆ ว่าโปรแกรมใดสามารถตรวจจับได้มี

ประสิทธิภาพแตกต่างอย่างไร จากการทดสอบเห็นว่าโปรแกรมสนอร์ทมีจุดเด่นในเรื่องความเร็วของการแจ้งเตือนทุกการโจมตีที่ได้ทดลองไป ส่วนโปรแกรมเรียลซีเคียวแม้จะแจ้งเตือนช้ากว่าเล็กน้อยแต่มีจุดเด่นเรื่องความครบถ้วนและถูกต้องของการแจ้งเตือน ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ระบบตรวจหาการบุกรุกได้

นอกจากลักษณะที่กล่าวแล้วยังมีวิจัยเพิ่มเติมอีกโดยการจัดกลุ่มข้อมูลการโจมตีปกติและข้อมูลผิดปกติในกลุ่มที่แตกต่างกันด้วย [3] และวิจัยที่เกี่ยวกับการคำนวณรูปแบบการแจ้งเตือนโจมตีข้อมูลนำเข้าและดึงเอาลักษณะที่สำคัญจากการทำนาย (Predictive Features) ออกมาจากรูปแบบ (Patterns) แล้วใช้อัลกอริทึมกลไกการเรียนรู้ (Machine Learning Algorithms) ตรวจสอบข้อมูลนำเข้าแต่ละระดับและแต่ละเรคคอร์ด [4] อีกด้วย

3. วิธีการดำเนินงาน

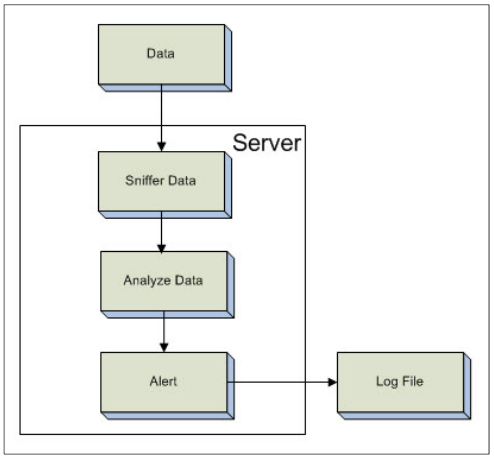
3.1 ติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์

ติดตั้ง Linux เพื่อใช้ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นระบบปฏิบัติการ ในการตรวจจับสิ่งผิดปกติจากการบุกรุก ซึ่งจะทำการติดตั้ง ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส คือซอฟต์แวร์ Snort ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสามารถในการตรวจจับผู้บุกรุก

3.2 ติดตั้งโปรแกรมดักจับข้อมูล

คอมพิวเตอร์จะติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 และติดตั้งโปรแกรมให้บริการ ดังนี้

- โปรแกรมดักจับข้อมูลชื่อโปรแกรม pt 360Tool Suite เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บ Log file และจับ Packet ที่ได้จากเครื่องแม่ข่าย Snort จำนวน 1 เครื่อง
- คอมพิวเตอร์สำหรับผู้ดูแลระบบที่ติดตั้ง Microsoft Windows 7 และออกหน้าเว็บเพจด้วยโปรแกรมภาษา PHP สำหรับเรียกดูการโจมตีจากเครื่องแม่ข่ายจำนวน 1 เครื่องสำหรับขั้นตอนการทำงานเครื่องแม่ข่ายที่ใช้ทดสอบคือส่วนนี้จะรับข้อมูลที่ได้ผ่านที่เครื่องแม่ข่าย Snort หลังจากนั้นจะทำการบันทึกค่าที่ได้ทั้งหมดที่ทำการตรวจจับได้และส่งไปยัง Log File แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ส่วนการทำงานของแม่ข่าย

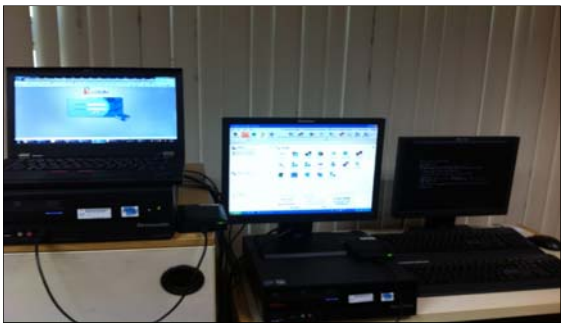
3.3 การติดตั้งคอมพิวเตอร์สำหรับดูระบบ

3.3.1 เนื่องจากลักษณะการทำงานของระบบ นั้นเน้นที่การทำงานนำเอา Log file ที่ได้จากโปรแกรม Snort มาลงฐานข้อมูล MySQL ที่จะเก็บข้อมูลของแพ็กเก็ตต่างๆที่ Snort อ่านได้จากระบบเครือข่ายเพื่อใช้ในการจัดการรายงานสถิติในภายหลังเป็นชุดโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการฐานข้อมูล

3.3.2 ซอฟต์แวร์โปรแกรม PHP ที่เพิ่มความสามารถให้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้และให้เชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ได้การแจ้งเตือนของระบบจะส่งข้อมูลมาเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน สามารถอธิบายได้ว่าในส่วนของ Setup สามารถเลือกใช้งานได้ 2 ส่วนคือ เปลี่ยนรหัสผ่านในการเข้าใช้ระบบ และเลือกใช้กฎในการตรวจจับในส่วนของ Log เลือกใช้งานได้ 3 ส่วนคือ แสดงข้อมูลที่ระบบสามารถตรวจจับได้รูปแบบข้อความ แสดงแบบกราฟและแจ้งการบุกรุกไปยังอีเมลผู้ดูแลระบบ

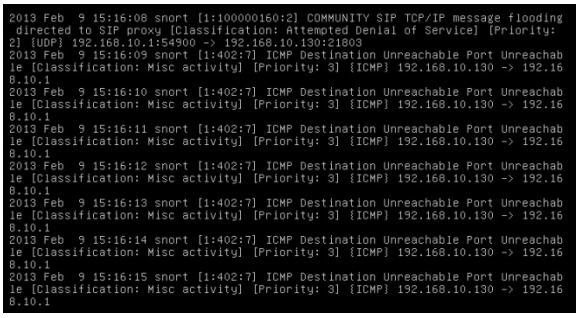
3.4 การทดสอบทำงานของโปรแกรม Snort

โดยการทดสอบนั้นจะทำการเก็บค่าหลายๆแบบได้แก่ แบบอนุญาตให้ผ่านทั้งหมด และแบบให้สามารถใช้งานไอพีและโพรโทคอลที่อนุญาตเท่านั้นทำการทดสอบโดยวิธีการ Ping พบว่าสามารถใช้งานได้แสดงดังภาพที่ 4



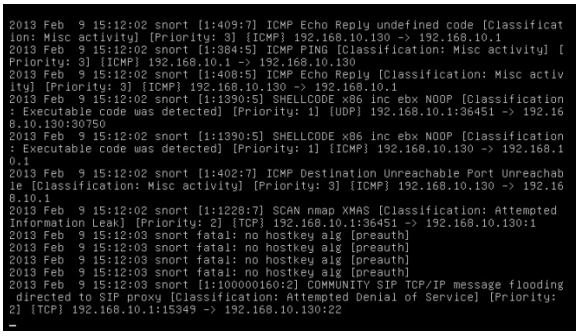
ภาพที่ 3: การติดตั้งโปรแกรมทั้ง 3 ระบบปฏิบัติการ

3.4.1 ทำการทดสอบประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการการด้วยการใช้คำสั่งปิงไปยังเครื่องแม่ข่ายโดยกำหนดให้ Target: 192.168.10.130 แพ็กเก็ต Profile: Intense scan DoS และเครื่องแม่ข่ายสามารถตรวจจับได้ โดยกำหนดแสดงดังภาพที่ 4



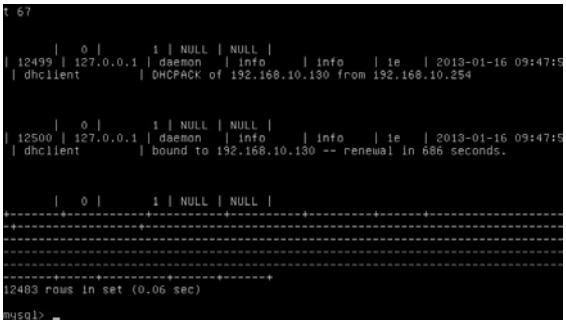
ภาพที่ 4: ทำการทดสอบระบบปฏิบัติการการด้วยการใช้คำสั่งปิง

ทดสอบระบบปฏิบัติการการด้วยการใช้คำสั่งปิง Target: 192.168.10.130 แพ็กเก็ต Profile: Intense scan ICMP Protocol ด้วยการจัดส่งกลุ่มข้อมูลยูดีพีกลุ่มข้อมูลที่มีข้อมูลขยะไปยังพอร์ตที่ต้องการเมื่อเครื่องปลายทางได้รับข้อมูลจะต้องตอบกลับมาด้วยโพรโทคอลไอซีเอ็มพี ICMP Protocol และตรวจจับได้แสดงดังภาพที่ 5



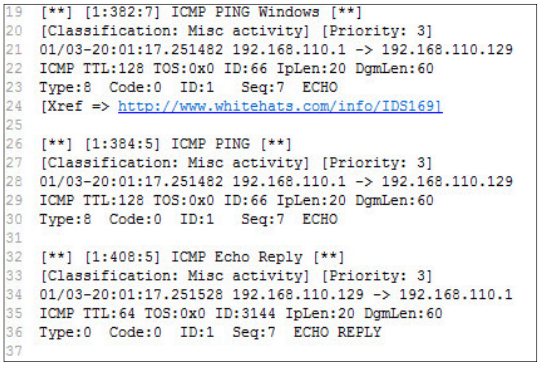
ภาพที่ 5: ทำการทดสอบระบบปฏิบัติการการด้วยการใช้คำสั่งปิง

3.4.2 ผลการทดสอบรายงาน Log file จากฐานข้อมูล MySQL หลังจากที่เครื่องแม่ข่ายสามารถได้ทำการตรวจจับแพ็กเก็ตการโจมตีที่เกิดขึ้นซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวได้นำไปสู่ขั้นตอนการดึงข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยกำหนดรายละเอียดดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: Log file จากฐานข้อมูล MySQL

3.4.3 ทำแสดงผล Log file จากฐานข้อมูล MySQL ที่เป็น ICMP ส่วนแรกเป็นการแจ้งให้ทราบถึงโพรโทคอลที่ทำการดักได้ ส่วนที่สองเป็นการแสดงให้ทราบถึงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นว่าไปยังหมายเลขไอพี 192.168.110.1 > 192.168.110.129 จากการตรวจสอบข้อมูลปรากกฏว่าAlert ข้อมูลที่ได้มาได้ดักจับส่วนที่เป็น Bad Traffic ขาเข้าโดยสิ่งที่เกิดนอกเหนือจากการตรวจจับนั้นเองและไม่ตรง Rule Base ของแม่ข่ายกำหนดรายละเอียดดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: แสดงให้ทราบถึงโพรโทคอลที่ทำการดักได้

3.4.4 ทำการทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม Snort โดยการทดสอบนั้นเพื่อหาว่าระบบได้ทำการเก็บค่าที่ได้จริงแล้วหลังจากนั้น ผลการทดสอบโดยวิธีการ Ping พบว่าสามารถใช้งานได้ทั้ง 3 โพรโทคอล ซึ่งผลการทดลองคำสั่งปิงไปยังโพรโทคอล ICMP, DoS, TCP/IP ปรากฏว่าสามารถทำการตรวจจับได้ตามที่ต้องการ ทั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบว่าเครื่อง

แม่ข่ายได้ทำการบันทึกผลไปยังฐานข้อมูลตามที่ต้องการทำการติดตั้ง

การทดสอบแบ่งเป็นหัวข้อในการทดสอบดังนี้ หัวข้อช่วงเวลาในการทดสอบ, หัวข้อที่สามารถดักจับได้, หัวข้อจำนวนที่ทำการโจมตี และหัวข้อเปอร์เซ็นต์ที่สามารถจับได้ ซึ่งทำการทดสอบทั้ง 3 โพรโทคอลเหมือนกันทุกหัวข้อเพื่อค้นหาการบุกรุกซึ่งได้ประกอบด้วยเวลาในการทดสอบ, จำนวนที่สามารถจับได้, จำนวนที่ทำการโจมตี, ตัวอย่างเช่น ทดลองปิงโพรโทคอล TCP เวลา 5 นาทีสามารถทำการดักจับแพ็กเก็ตได้ 51 ครั้งมีจำนวนการโจมตี 51 ครั้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 100 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ตามเวลาที่โจมตีที่จำนวน 10 ครั้ง ได้ผลตามที่ต้องการ ดังตารางที่ 1

ลำดับที่	เวลาในการทดสอบ	จำนวนที่สามารถจับได้	จำนวนที่ทำการโจมตี	เปอร์เซ็นต์ที่สามารถจับได้
1	5 นาที	51 ครั้ง	51 ครั้ง	100%
2	10 นาที	79 ครั้ง	79 ครั้ง	100%
3	15 นาที	126 ครั้ง	126 ครั้ง	100%
4	20 นาที	134 ครั้ง	134 ครั้ง	100%
5	25 นาที	187 ครั้ง	187 ครั้ง	100%
6	30 นาที	230 ครั้ง	230 ครั้ง	100%
7	35 นาที	265 ครั้ง	265 ครั้ง	100%
8	40 นาที	316 ครั้ง	316 ครั้ง	100%
9	45 นาที	356 ครั้ง	356 ครั้ง	100%
10	50 นาที	524 ครั้ง	524 ครั้ง	100%

ตารางที่ 1: ทดลองตรวจจับผู้บุกรุกแบบ TCP ในแต่ละช่วงเวลา

3.4.5 การทดลองการตรวจจับผู้บุกรุกจากตารางที่ 2 ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้การบุกรุกแบบ DoS ไม่สามารถตรวจจับได้อย่างแน่นอน 100 เปอร์เซนต์ตรวจจับได้เพียง 80-90 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากการโจมตีในรูปแบบการบุกรุก DoS นั้น วิเคราะห์ได้ว่าเนื่องจากมีการพัฒนาจากเดิมตลอดเวลาทำให้ตรวจจับได้เฉพาะรูปแบบที่เคยเกิดขึ้นแล้วเท่านั้น ซึ่งการตรวจจับแบบ Rules Base นั้นจะสามารถตรวจจับได้หากมีรูปแบบตรงตามเงื่อนไขในกฎเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับได้หากใช้การตรวจจับแบบ Rules Base และส่วนผลการทดสอบของตารางโพรโทคอล ICMP และตารางผลการทดลองของโพรโทคอล TCP จากการทดลองทำให้สามารถสรุปได้ว่าสามารตรวจจับได้อย่างแน่นอน 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบทุกครั้งที่มีการ Ping หรือเปิดเว็บไซต์ตามที่กำหนดในกฎได้

ลำดับที่	เวลาในการทดสอบ	จำนวนที่สามารถจับได้	จำนวนที่ทำการโจมตี	เปอร์เซ็นต์ที่สามารถจับได้
1	5 นาที	19 ครั้ง	1587 ครั้ง	67.86%
2	10 นาที	41 ครั้ง	2073 ครั้ง	70.69%
3	15 นาที	63 ครั้ง	3209 ครั้ง	70.12%
4	20 นาที	73 ครั้ง	7138 ครั้ง	70.69%
5	25 นาที	88 ครั้ง	5219 ครั้ง	70.69%
6	30 นาที	128 ครั้ง	7128 ครั้ง	70.12%
7	35 นาที	145 ครั้ง	2937 ครั้ง	67.12%
8	40 นาที	158 ครั้ง	4273 ครั้ง	67.12%
9	45 นาที	173 ครั้ง	5119 ครั้ง	70.69%
10	50 นาที	220 ครั้ง	7258 ครั้ง	74.73%

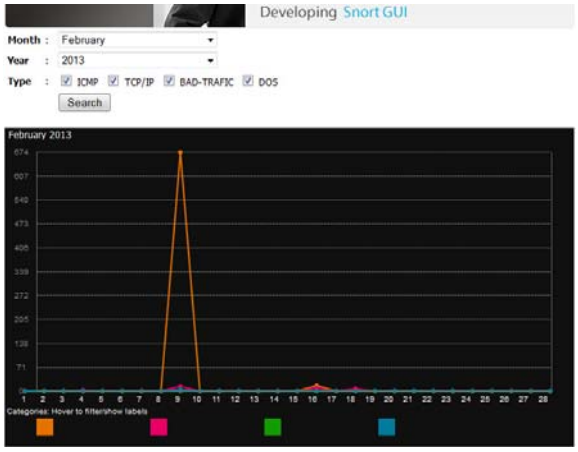
ตารางที่ 2: ทดลองตรวจจับผู้บุกรุกแบบ DoS ในแต่ละช่วงเวลา

3.5 ทดสอบการใช้งานระบบผ่านเว็บเพจ

จากส่วนติดต่อผู้ใช้ของงานวิจัยนี้ได้ถูกพัฒนาเพื่อให้ใช้งานง่าย และครอบคลุมฟังก์ชั่นการทำงานหลักเป็นหน้าจอการยืนยันตัวตนสำหรับผู้ดูแล หากผู้ใช้งานไม่มีสิทธ์เข้าใช้งานจะไม่สามารถทำการเข้าสู่ระบบได้ทั้งนี้เพื่อช่วยในการป้องกันการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ซึ่งผู้ดูแลระบบจะสามารถเรียกใช้เมนูตามที่ได้กำหนดขึ้นมาให้แสดงผลได้ โดยกำหนดแสดงดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8: แสดงผลโดยการเลือกตามวัน เดือน ปี

3.5.1 การเลือกใช้กฎประกอบไปด้วยทั้งหมด 4 โพรโทคอล Type: ICMP, TCP/IP, BAD-TRAFFIC และ DoS ซึ่งสามารถแสดงผลกราฟได้ โดยแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: จากกราฟจะแสดงผลแบบแยกสีของโพรโทคอล

3.5.2 หน้าเพจ Administrator ซึ่งเมื่อทำการเข้าสู่ระบบได้แล้วจะสามารถทำการเปลี่ยนพาสเวิสในการเข้าสู่ระบบ ซึ่งจะแสดงให้ทราบถึงการให้ความช่วยเหลือใน เรื่องของตัวโปรแกรมเป็น Link ไปยังเว็บที่ให้ข้อมูลเพิ่มเติมการส่งอีเมลซึ่งทำการแจ้งไปให้ผู้ดูแลระบบทราบเมื่อระบบทำการดักจับแพ็กเก็ตได้ และขั้นตอนนี้ผู้ดูและระบบจะทำการเข้ามาทำการเช็คสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบผ่านหน้าเว็บเพจอีกเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมแม่ข่ายโดยการทดสอบนั้นจะทำการตั้งกฎหลายๆแบบ ได้แก่ แบบอนุญาตให้ผ่านทั้งหมด และทำการทดสอบโดยวิธีการ Ping พบว่าสามารถใช้งานได้ตามที่ตั้งไว้ ทำการเช็คว่าได้มีการบันทึกข้อมูลไว้ที่ Database พบว่าสามารถใช้งานได้ตามที่ตั้งไว้ ผลการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับผู้บุกรุกนี้ถูกพัฒนาให้มีรูปแบบที่ใช้งานง่าย โดยเป็นการใช้งานรูปแบบของระบบจัดการผ่านเว็บ โดยยึดหลักคือสามารถตรวจจับการบุกรุกแบบ DoS ได้และให้ผู้ใช้งานใหม่สามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการดำเนินการทดลองของระบบตรวจจับการบุกรุกที่เกิดจากการโจมตีและให้สามารถแสดงผลผ่านหน้าเว็บเพจได้ โดยส่วนแรกได้ทำการทดลองตรวจจับการบุกรุก 3 โพรโทคอล ICMP, DoS, TCP/IP สรุปได้ว่าระบบสามารถตรวจจับได้ และส่วนที่สองทางผู้วิจัยได้พัฒนาให้ระบบสามารถแสดงผลผ่านหน้าเว็บเพจ ซึ่งสามารถเรียกดูผลการแสดงผลตามวันที่และชนิดของโพรโทคอลได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สมเกียรติ รุ่งเรืองลดา. “ดูแลระบบ Network ฉบับมืออาชีพ.” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น, 2549.

[2] กาญจนา ศิลาวราเวทย์. “ การเปรียบเทียบโปรแกรมตรวจหาการบุกรุกเครือข่ายระหว่างโปรแกรมสนอร์ทและเรียลซีเคียวภายใต้ปัจจัยการโจมตี.” 19-25. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[3] Valeur, F. “Real-time Intrusion Detection Alert Correlation.” University of California, 2006.

[4] Zhimin, Z. “The study on network intrusion detection system.” International Conference on Networking and Digital Society, 2010: 194-196

[5] Salah, K. and Kahtani, A. “Improving snort performance under linux.” Communications IET, 2009: 1883-1895

[6] จตุชัย แพงจันทร์. “Master in Security.” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส,2550.

[7] จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์. “เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์.” พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส, 2546.

การพัฒนาแอพลิเคชั่นติดตามสถานะอีเอ็มเอสผ่านมือถือด้วยข้อมูลรูปแบบเจซัน
The Development of Monitoring EMS Status Application via Mobile using JSON

สัญญา เครือหงษ์ (Sanya Khruahong)[1] ธนพงศ์ หมีทอง (Tanaphong Meethong)[2]
เพ็ญนภา บุญคล้าย (Pennapha Boonkhlai)[3] และสมยศ ป้อมทอง (Somyot Pomthong)[4]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]sanyak@nu.ac.th, [2]thatako@gmail.com, [3]pa-na-pen@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะนำเสนองานการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือด้วยการดึงข้อมูลรูปแบบเจซัน (JSON) เพื่อใช้การตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุ จดหมายลงทะเบียนหรือ EMS ของบริษัทไปรษณีย์ไทยบนระบบปฏิบัติการ iOS ซึ่งแอพพลิเคชั่นนี้สามารถแสดงสำนักงานไปรษณีย์ วัน เวลา และข้อมูลสถานะของพัสดุ ส่วนชื่อสถานที่หลังจากแปลงให้อยู่ในรูปแบบเจซันก็จะถูกส่งไปยัง Geocoding Google เพื่อหาพิกัดแสดงบนแผนที่จริงบนมือถือ แอพพลิเคชั่นสามารถบันทึกรายการไว้เพื่อการติดตามสถานะการส่งพัสดุได้ หลังพัฒนาเรียบร้อยนำไปไว้ที่ App Store โดยใช้ชื่อว่า EMS Finder มีผู้ดาวน์โหลดมากกว่า 54,835 ครั้งภายใน 3 เดือน มีการเข้ามาใช้เฉลี่ยประมาณ 25,000-30, 000 ครั้งต่อวัน ดังนั้นการใช้การข้อมูลรูปแบบเจซันนี้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้เร็วนำไปประยุกต์การแสดงข้อมูลให้เข้าใจง่าย โดยผลการประเมินแอพลิเคชั่นพบว่าสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุและจดหมายลงทะเบียนให้กับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความพึงพอใจได้ค่า 4.23 จากผู้ใช้ 45 คน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: อีเอ็มเอส เว็บเซอร์วิส แอพพลิเคชั่นมือถือ เจซัน

Abstract

This paper presents the development of mobile application using JSON in order to monitor the posting status of a registered mail and/or EMS for Thailand on iOS system. Apart from the EMS and/or registered mail tracking, this application can show the location of the post offices in Thailand, date, time and status of mail. To achieve this, the Google API is fetched in order to generate the format in JSON which in turn is used to find the real location in Google Geocoding. The application is designed to keep the tracking of the user's registered mailing number. The application is uploaded in App Store called "EMS Finder" and it is downloading 54,835 times in 3 months and is used 25,000-30,000 times per day on average. To conclude, the use of JSON format suits the development of mobile application since it can fetch the data in the short format and effectively in time. The results show that the system performance is 4.23 for 45 users and standard deviation is 0.48. The system is at a good level.

Keyword: EMS, Web Service, Mobile Application, JSON

1. บทนำ

การส่งพัสดุด้วยบริการของไปรษณีย์ไทยนับว่าเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่คนไทยนิยมเลือกใช้ในการขนส่งสิ่งของ เพราะนอกจากจะมีความสะดวกและรวดเร็วแล้ว ยังถือว่ามีต้นทุนต่ำกว่าบริการขนส่งสิ่งของผ่านช่องทางอื่นๆ อยู่พอสมควร ดังจะเห็นได้จากผู้ประกอบการค้ารายย่อย ที่ทำการขายสินค้าผ่านทางอินเทอร์เน็ต มักจะเลือกใช้บริการขนส่งพัสดุสิ่งของของไปรษณีไทย เพื่อส่งสินค้าไปยังลูกค้าได้อย่างครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย ทั้งนี้ทางไปรษณีย์ไทยมีบริการสำหรับตรวจเช็คสถานะการขนส่งสิ่งของไว้ให้ผู้ใช้บริการ ได้ทราบสถานะความคืบหน้าของการขนส่งพัสดุผ่านทางการโทรศัพท์ไปยังคอลเซ็นเตอร์ และหน้าเว็บไซต์ของไปรษณีย์ไทยอีกด้วย

ประกอบกับทุกวันนี้วิถีชีวิตของผู้คนในแต่ละวันดำเนินไปด้วยความเร่งรีบ มีการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน อาทิเช่นโทรศัพท์มือถือ ซึ่งถือว่าเครื่องมือทางเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่มีความสามารถในการทำงานประยุกต์ได้หลายประเภท อีกทั้งยังพกพาได้สะดวกอยู่ติดตัวผู้ใช้ตลอดเวลา ผู้ทำงานวิจัยชิ้นนี้ได้เล็งเห็นปัจจัยทั้งสองดังกล่าว จึงทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุของไปรษณีย์ไทย บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้รับ-ผู้ส่งสิ่งของผ่านทางบริการของไปรษณีย์ไทย ให้สามารถตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุภายในประเทศได้อย่างง่ายดาย ทุกที่ทุกเวลา

2. แนวคิด ทฤษฎี

2.1 ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS)

ไอโอเอส (iOS) ในชื่อเดิมคือ ไอโฟนโอเอส (iPhone OS) เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับสมาร์ทโฟน ของบริษัทแอปเปิล เริ่มแรกไอโอเอสพัฒนาสำหรับใช้ในโทรศัพท์ไอโฟน และได้พัฒนาต่อใช้สำหรับ ไอพอดทัช และไอแพด โดยระบบปฏิบัติการไอโอเอสถูกพัฒนามาจาก Mac OS ที่ใช้ในเครื่องแมคอินทอช ซึ่งมีพื้นฐานมาจากยูนิกซ์ (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี, 2552)

ปัจจุบันระบบปฏิบัติการไอโอเอส พัฒนามาถึงเวอร์ชั่น 6 ประกอบด้วยแอพพลิเคชั่นพื้นฐานที่ติดมากับตัวระบบปฏิบัติการหลายแอพพลิเคชั่น ตัวอย่างเช่น โปรแกรมจัดการบัญชีผู้ใช้, โปรแกรมรับ-ส่งอีเมล เว็บเบราเซอร์ ปฏิทิน นาฬิกาปลุก โปรแกรมบันทึกเสียง โปรแกรมถ่ายภาพ-วีดิโอ และแผนที่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาโดยนักพัฒนาภายนอกอีกมากกว่า 7 แสนแอพพลิเคชั่น ซึ่งสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้ผ่าน App Store

เนื่องจากระบบปฏิบัติการไอโอเอสถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยภาษา C, C++ และ Objective-C ดังนั้นทางบริษัทแอปเปิลจึงได้กำหนดให้นักพัฒนาภายนอกสามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการไอโอเอสได้ ด้วยภาษา Objective-C

2.2 ภาษา Objective-C

ภาษา Objective-C เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นจากภาษาซีโดยยังคงคุณลักษณะของภาษาซีไว้ครบทุกประการ เพียงแต่เพิ่มเติมรูปแบบการเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุ โดยจะใช้การส่ง Message ไปยัง Object ต่างๆ ปัจจุบันภาษาอ็อบเจกทีฟ-ซีมีคุณสมบัติอื่นๆเพิ่มเติมจากการพัฒนาภาษาอ็อบเจกทีฟ-ซี 2.0 โดยบริษัทแอปเปิล (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี,2550)

2.3 เจซัน (JSON)

JSON ย่อมาจาก JavaScript Object Notation เป็นฟอร์แมตสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลคอมพิวเตอร์ ฟอร์แมตเจซันนั้นอยู่ในรูปข้อความธรรมดา (Plain Text) ที่ทั้งมนุษย์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าใจได้ มี Internet media type เป็น application/json และมีนามสกุลของไฟล์เป็น .json ปัจจุบันเจซันนิยมใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะ AJAX โดย เจซันเป็นฟอร์แมตทางเลือกในการส่งข้อมูล นอกเหนือไปจาก XML ซึ่งนิยมใช้กันอยู่แต่เดิม สาเหตุที่เจซันเริ่มได้รับความนิยมเป็นเพราะกระชับและเข้าใจง่ายกว่า XML

โดยการศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชั่นตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุของไปรษณีย์ไทยครั้งนี้จะอาศัยสคริป PHP ช่วยแปลงข้อมูลที่ดึงมาจากเว็บเซอร์วิสของไปรษณีย์ไทยให้ออกมาในรูปแบบของ JSON

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 Track and Trace EMS: Thailand Post

เป็นระบบติดตามและตรวจสอบจดหมายลงทะเบียนทางไปรษณีย์ผ่านหน้าเว็บไซต์ของบริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด (ที่มา http://track.thailandpost.co.th) มีคุณสมบัติสามารถติดตามสถานะการส่งพัสดุ และไปรษณีย์แบบลงทะเบียนได้และสามารถดูชื่อของผู้รับพัสดุได้ แต่ยังมีข้อจำกัดคือต้องเข้าใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์เท่านั้น การจัดหน้าเว็บไซต์ ไม่ได้ถูกปรับแต่งมาเพื่อให้รองรับการใช้กับสมาร์ทโฟนและไม่มีระบบสำหรับการบันทึกข้อมูล เพื่อความสะดวกในการเข้ามาตรวจสอบครั้งต่อไป

ภาพที่ 1: หน้าเว็บตรวจสอบสถานะของบริษัทไปรษณีย์ไทย

3.2 แอพพลิเคชั่น ThailandPost

เป็นโปรแกรมค้นหารหัสและตรวจสอบสถานะการส่งไปรษณีย์ บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส พัฒนาโดยคุณ Kritsada Yonpaladyod คุณสมบัติคือทำงานได้บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการไอโอเอส สามารถติดตามสถานะการส่งพัสดุ และไปรษณีย์แบบลงทะเบียนได้ มีการแสดงผลทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สามารถค้นหารหัสไปรษณีย์ได้ แต่ยังมีข้อจำกัดคือ ไม่มีระบบสำหรับการบันทึกข้อมูล เพื่อความสะดวกในการเข้ามาตรวจสอบครั้งต่อไป

ภาพที่ 2: หน้าแอพพลิเคชั่น ThailandPost

3.3 แอพพลิเคชั่น Thai Post Track

เป็นระบบตรวจสอบสิ่งของฝากส่งทางไปรษณีย์ในระบบปฏิบัติการไอโอเอส พัฒนาโดยคุณ Pairoj Saksornyuth คุณสมบัติคือ ทำงานได้บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการไอโอเอส สามารถติดตามสถานะการส่งพัสดุ และไปรษณีย์แบบลงทะเบียนได้ สามารถบันทึกข้อมูล เพื่อตรวจสอบครั้งต่อไป แต่ยังมีข้อจำกัดคือมีการติดโฆษณาที่รบกวนสายตา และสิ้นเปลืองพื้นที่การใช้งานไม่มีระบบดูสถานะบนแผนที่

ภาพที่ 3: แอพพลิเคชั่น Thai Post Track

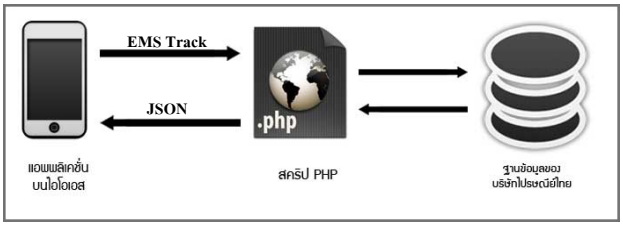
4. ขอบเขตการศึกษา

4.1 ขอบเขตด้านระบบ

สามารถตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุผ่านโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการไอโอเอส สามารถบันทึกรหัส (EMS Track) สำหรับตรวจสอบการส่งพัสดุ 13 หลักของไปรษณีย์ไทยเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดตามสถานะการส่งแบบต่อเนื่องได้สามารถดูสถานะการส่งพัสดุบนพิกัดแผนที่

4.2 ขอบเขตด้านเทคโนโลยี

พัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Native App ให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติ การ iOS ด้วยภาษา Objective-C ใช้ภาษา PHP แปลงข้อมูลจากไปรษณีย์ไทยเป็นรูปแบบเจซันและทำการเผยแพร่ผ่าน App Store ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แผนภาพไดอะแกรมการทำงานของระบบ

การทำงานของแอพพลิเคชั่นนี้จะเริ่มจากที่ผู้ใช้ทำการบันทึกรหัสสำหรับตรวจสอบ 13 หลักเข้าไปในแอพพลิเคชั่นบนไอโอเอส จากนั้นตัวแอพพลิเคชั่นจะร้องขอไปยังสคริปต์ PHP สำหรับเชื่อมต่อกับ API ของฐานข้อมูลบริษัทไปรษณีย์ไทย เพื่อดึงข้อมูลออกมาจากฐานข้อมูล แล้วแปลงให้เป็นรูปเจซันส่งต่อไปยังแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ทราบ

ส่วนของการทำงานบนมือถือนั้น เมื่อได้รับข้อมูลในรูปแบบเจซันมาแล้ว อันได้แก่ ข้อมูลสถานะพัสดุ วัน เวลา และชื่อสถานที่ ซึ่งพัสดุหนึ่งรายการจะถูกแสดงแสกนเข้าระบบทุกครั้งเมื่อถึงยังจุดตรวจสอบของบริษัทไปรษณีย์ ดังนั้นจึงทำให้สามารถตรวจสอบสถานะตาม EMS Track นั้นได้เรื่อยๆ เมื่อพัสดุไปถึงยังจุดต่างๆ โดยข้อมูลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาการแสดงบนมือถือให้เข้าใจง่าย และนำข้อมูลสถานที่ไปค้นหาพิกัดใน Geocode Google ได้เพื่อปักหมุดให้เห็นสถานที่นั้นจากแผนที่จริงของ Google นอกจากนั้นบนมือถือยังสามารถบันทึกรายการที่ต้องการตรวจสอบได้ ซึ่งจะบันทึกลงในฐานข้อมูล SQL Lite ทำให้ตรวจสอบติดตามได้อย่างต่อเนื่อง

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 การศึกษาการทำงานของแอพพลิเคชั่น

ทำการศึกษาระบบแอพพลิเคชั่นที่มีอยู่แล้วว่ามีข้อดีหรือข้อจำกัดอะไรบ้าง ทดสอบการใช้งานในการตรวจสอบสถานะ EMS ของเว็บบริษัทไปรษณีย์ไทย ว่าทำงานอย่างไร และสามารถดึงข้อมูลอะไรมาใช้งานได้บ้าง

5.2 การวิเคราะห์และออกแบบแอพพลิเคชั่น

เมื่อได้ศึกษาการทำงานแล้ว ผู้วิจัยจึงตัดสินใจใช้ข้อมูลรูปแบบเจซันกับบริษัทไปรษณีย์ไทยแทนการใช้ XML หรือ Web Service อื่นๆนั้น เป็นเพราะชุดข้อมูลที่มีผู้วิจัยต้องการมีขนาดเล็ก สะดวกในการใช้งาน ซึ่งได้ขออนุญาตในการใช้งานดังกล่าวแล้ว ทำให้ใช้งานได้ไม่จำกัดในการเข้าถึง ทำให้ออกแบบมาเป็นงานหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเป็นการดึงข้อมูลจากไปรษณีย์ไทยมาเป็นข้อมูลรูปแบบเจซันส่วนที่สอง คือการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือระบบ iOS

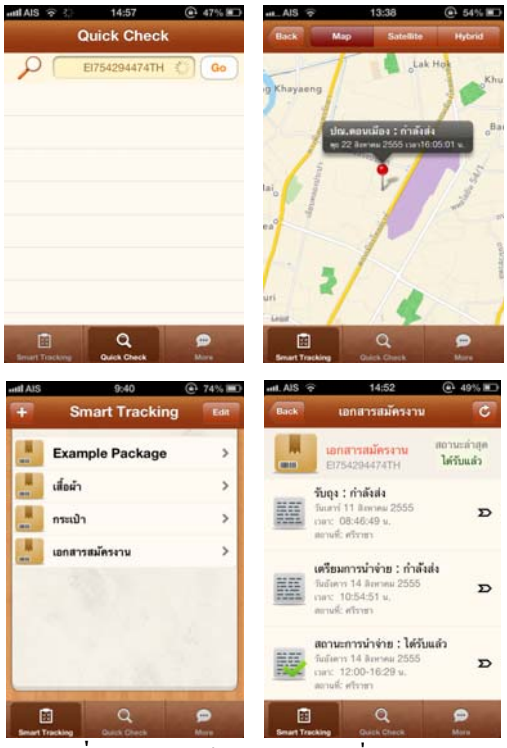
5.3 การพัฒนาแอพพลิเคชั่น

ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นนี้มีงาน 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกนั้นจะเป็นการเขียนโปรแกรมภาษา PHP ดึงข้อมูลจากไปรษณีย์ไทยมาเป็นข้อมูลรูปแบบเจซันโดยไฟล์ PHP ดังกล่าวนี้ได้นำไปไว้บนเซอร์เวอร์ที่สามารถทำงานปริมาณมากๆได้ ส่วนที่สองคือการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือระบบ iOS ด้วยภาษา Objective-C บนโปรแกรม XCode เพื่อแปลงข้อมูลเจซันที่ได้รับมาแสดงให้ผู้ใช้งานเข้าใจง่ายมากขึ้น โดยนำเทคโนโลยี Geocode Google แผนที่ของกูเกิลมาร่วมทำงานด้วย

5.4 ทดสอบและประเมินผลแอพพลิเคชั่น

หลังการพัฒนาเสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่พัฒนา จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแอพพลิเคชั่นดังกล่าวขึ้นบน App Store ซึ่งผู้ใช้สามารถโหลดมาติดตั้งบนมือถือ ผลการทำงานส่วนมากมีความพึงพอใจ สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

ภาพที่ 5: ภาพหน้าจอบน App Store



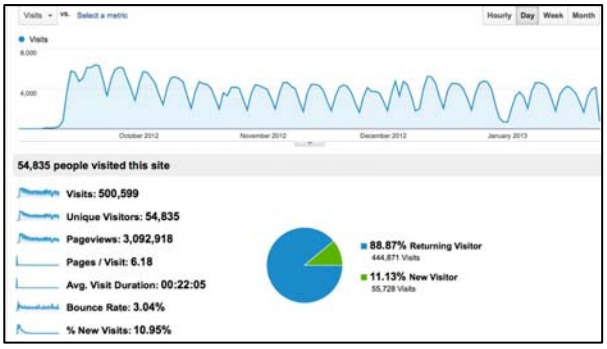
ภาพที่ 6: ภาพหน้าจอแอพพลิเคชั่นบนมือถือ

6. ผลการดำเนินการ

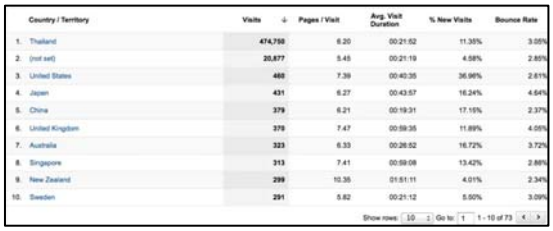
6.1 ผลจากการใช้งานหลังอัปโหลดขึ้น App Store

เมื่อแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาเสร็จสิ้นไป ผู้วิจัยได้ทำการอัปโหลดไว้ที่ App Store โดยใช้ชื่อว่า EMS Finder แล้วจากนั้นได้นำการทำงานของ Google Analytics มาใช้เพื่อวิเคราะห์การเรียกใช้งานของแอพพลิเคชั่นสำหรับติดตามผู้ที่โหลดแอพพลิชั่นไปใช้งาน ผลปรากฏว่าจากจำนวนผู้ดาวน์โหลดติดตั้งบนมือถือมีมากกว่า 54,835 ครั้ง และในระยะเวลา 3 เดือนคือ

ตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ.2555 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 มีคนเข้ามาใช้งานมากกว่า 3 ล้านครั้ง มีการเข้ามาใช้เฉลี่ยประมาณ 25,000-30, 000 ครั้งต่อวัน เข้าใช้งานประมาณ 5,000 - 8,000 คนต่อวัน



ภาพที่ 7: ภาพหน้าจอบางส่วนของ Google Analytics (1)



ภาพที่ 8: ภาพหน้าจอบางส่วนของ Google Analytics (2)

6.2 ออกแบบการประเมินการใช้งานแอพพลิเคชั่น

เมื่อแอพพลิเคชั่นพัฒนาเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบการประเมินผลความพึงพอใจ เพื่อวัดผลรูปแบบแอพพลิเคชั่นหลังการใช้งาน ซึ่งแบ่งเป็น 3 หมวดหลัก คือ การออกแบบแอพพลิเคชั่น ขั้นตอนการใช้งาน และความถูกต้องของการให้ข้อมูลเมื่อใช้งานแอพพลิเคชั่น

ในส่วนของระดับคะแนนการประเมินนั้น แบ่งเป็น 5 ระดับคือ ดีมาก 5 คะแนน ดี 4 คะแนน ปานกลาง 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนนและควรปรับปรุง 1 คะแนน จากนั้นได้นำไปให้ผู้ที่โหลดแอพพลิเคชั่นมาทดลองใช้จำนวน 45 คน ตอบแบบประเมิน ซึ่งผู้ประเมินดังกล่าวประกอบด้วยเจ้าหน้าที่อาจารย์และบุคคลทั่วไป ที่อยู่ในเขตจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 45 คน เพื่อตอบแบบ

7. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการประเมินการใช้งานของความพึงพอใจจากผู้ใช้ 45 คน ในหัวข้อการออกแบบแอพพลิเคชั่น ได้ค่าเฉลี่ยคือ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี หัวข้อขั้นตอนการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยคือ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี และหัวข้อความถูกต้องของการให้ข้อมูลได้ค่าเฉลี่ยคือ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี ดังนั้น จึงทำให้ผลการประเมินความพึงพอใจได้ค่า 4.23 จากผู้ใช้ 45 คน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี

จากการพัฒนาแอพพลิเคชั่นตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุของไปรษณีย์ไทย โทรศัพท์มือถือด้วยระบบปฏิบัติการไอโอเอส หรือแอพพลิเคชั่น EMS Finder ซึ่งแอพพลิเคชั่นนี้สามารถดูรายละเอียดของสถานะการส่ง เช่น สถานะล่าสุด วัน/เวลา และสถานที่ของพัสดุได้อย่างถูกต้อง เช่นเดียวกับระบบที่ทางบริษัทไปรษณีย์ไทยเปิดให้ใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์ อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต สรุปจากการใช้วิธีการเจซันนี้ เรียกใช้ข้อมูลได้เร็วทำให้ผลการประเมินแอพลิเคชั่นพบว่าสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบสถานะการส่งพัสดุและจดหมายลงทะเบียนไปรษณีย์ไทยให้กับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] นัฐดำพร ฤกษ์ลักนะนนท์, หทัยวิฉีย์ วิสิทธิ์กำศ ,ไอโฟนแอพพลิเคชันสำหรับงานแสดงสินค้า,จุฬาลงกรณ์, 2554.

[2] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. คัมภีร์ PHP. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด 2547.

[3] รวิทัต ภู่หลำ. คู่มือเขียน iPhone Apps พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) 2554

[4] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2555). เจซัน. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2555, จาก http://th.wikipedia.org/wiki/เจซัน.

[5] การแปลงข้อมูลเป็น JSON. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2555. http://chawdoy.blogspot.com/2011/03/json.html.

[6] การใช้ Geocoding Google. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2555. http://www.khomkrit.net.

[7] บริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด. (2549). Track and Trace EMS. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2555,จาก http://track.thailandpost.co.th/trackinternet.

(J-Nitan): โปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ตสำหรับสร้างหนังสือนิทาน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก

(J-Nitan): Mobile Application on Android Tablets for Creating Children's Books

ศศิธร อารยะพูนพงศ์ (Sasithorn Arayapoonpong)[1] และณัฐนนท์ ลีลาตระกูล (Nutthanon Leelathakul)[2]

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

[1]sasithor@buu.ac.th, [2]nutthanon@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ต (J-Nitan) สำหรับสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก โปรแกรมที่นำเสนอนี้เป็นทางเลือกใหม่สำหรับการสร้างหนังสือนิทาน โดยคณะผู้วิจัยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตที่มีคุณลักษณะเด่นเฉพาะมาใช้เพื่อสร้างหนังสือนิทาน สำหรับนิทานที่สร้างขึ้นจะเป็นสื่อในการส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก ทั้งในด้านการเรียนรู้ สติปัญญา จิตใจ หรือจินตนาการ (J-Nitan) ต่างจากโปรแกรมประยุกต์อื่นตรงที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างหรือแต่งนิทานได้ด้วยตนเอง

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์นี้สอดคล้องกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ต่าง ๆ โดยการใช้ข้อความ ภาพกราฟิก เสียง มาประกอบกันเป็นนิทานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่เน้นความสะดวกในการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อน ผู้ใช้สามารถสร้างหนังสือนิทานได้จากมัลติมีเดียต่าง ๆ ที่ถูกสร้างไว้พร้อมใช้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่นำเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและต่อยอดการวิจัยต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นิทาน การแต่งนิทาน การสร้างนิทาน โปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

This work proposes the design and development of a mobile application (J-Nitan) on Android Tablets for being a novel way to create beautiful and vivid children books. Tablet computers with their special features are chosen as a media to enhance children's learning, intelligence, emotion and creativity. (J-Nitan) is different from other applications of the same kind in that it allows parents or users to compose and create stories by themselves.

The application development is consistent with the principal of computer multimedia design, allowing users to assemble text messages, computer graphics, sounds etc. In order to easily create children books on Android tablets, the uses are able to compose books by using built-in and ready-to-use multimedia. We plan to use the proposed application as a preliminary model for further research and development.

Keyword: *Computer Multimedia, Children Books, Children Stories, Mobile Application on Android Tablets, Android (Operating System)*

1. บทนำ

นิทานเป็นสื่อที่มีคุณค่าต่อเด็ก และเป็นสื่อที่พ่อแม่ผู้ปกครองหรือครู สามารถนำไปใช้ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็ก [1] ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคมและสติปัญญา เนื่องจากการเล่านิทานให้เด็กฟัง ทำให้เด็กเกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลินและผ่อนคลาย สร้างจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ทำให้เด็กและพ่อแม่มีความใกล้ชิดและสนิทสนม เป็นการสร้างสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน อีกทั้งเนื้อหาในนิทานยังสามารถสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมดีงามอันเป็น

แบบอย่างในการปฏิบัติตนต่อการดำเนินชีวิตของเด็กได้ โดยที่เด็กไม่รู้สึกว่ากำลังถูกบังคับหรือชักจูง ดังนั้น การเล่านิทานจึงเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นสำหรับเด็กในการส่งเสริมพัฒนาการของเด็กได้ในเกือบทุกเรื่อง ซึ่งสอดคล้องกับที่สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร พระเจ้า วรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าศรีรัศมิ์ พระวรชายาฯ และพระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าทีปังกรรัศมีโชติ [2] ที่ทรงสาธิต แนะนำเทคนิคการเล่านิทาน และรณรงค์ให้ครอบครัวไทยตระหนักถึงความสำคัญของการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กด้วยการเล่านิทาน อ่านและเล่นกับลูก และทรงตรัสว่า “ถ้าอยากจะให้ลูกฉลาด คุณแม่คุณพ่อควรจะเล่า นิทานให้ลูกฟังเป็นประจำ”

ในปัจจุบันการเล่านิทานให้เด็กฟังไม่ได้มีแค่หนังสือนิทานที่อยู่ในรูปแบบของกระดาษเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีรูปแบบอื่น ๆ เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Device) เช่น สมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต [3] ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตนี้นับได้ว่า เป็นสื่อที่กำลังได้รับความนิยมในสังคมยุคออนไลน์ เนื่องจากมีสมรรถนะทางเทคโนโลยีที่สร้างความสะดวกและมีประสิทธิภาพสูงในการใช้งาน จึงทำให้เป็นสื่ออีกชนิดหนึ่งที่มีบทบาทอย่างมากในปัจจุบัน แม้แต่ในวงการศึกษาไทย ภาครัฐฯ ยังได้กำหนดนโยบายการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนยุคใหม่ซึ่งเรียกว่ายุค ICT ถือเป็นการสร้างมิติใหม่ของการศึกษาไทยในการเข้าถึงการปรับใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในยุคปฏิรูปการศึกษาแห่งทศวรรษที่สอง

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาและหาตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมประยุกต์หนังสือนิทานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และระบบปฏิบัติการไอโอเอส ที่ทำงานบนอุปกรณ์ สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต [4] ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ (แอพพลิเคชัน) ที่เกี่ยวข้องกับหนังสือนิทานของทั้งสองระบบปฏิบัติการมีลักษณะคล้ายกัน ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดหนังสือนิทานมาอ่านหรือฟังได้ทั้งแบบเสียค่าใช้จ่ายและแบบให้ดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่อาจมีเงื่อนไขเวลาสำหรับจำกัดการใช้งาน ส่วนความแตกต่างที่พบจากทั้งสองระบบปฏิบัติการคือ ระบบปฏิบัติการไอโอเอส จะมีแอพพลิเคชันสำหรับสร้างหนังสือนิทานเองได้ แต่การใช้งานก็ต้องแลกกับค่าใช้บริการในการดาวน์โหลดแอพพลิเคชันซึ่งบางแอพพลิเคชันก็ไม่ได้รองรับการสร้างบนอุปกรณ์เคลื่อนที่แต่เป็นการสร้างจากตัวโปรแกรมที่ผู้ใช้งานต้องทำการดาวน์โหลดโปรแกรมมาติดตั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ตัวอย่างที่พบ คือ [9] PTBuilder ซึ่งโปรแกรมนี้จะให้ผู้ใช้ทำการสร้างนิทานทุกส่วนตั้งแต่การวาดฉาก ตัวละคร หรือหาภาพประกอบนิทานด้วยตนเอง หากผู้ใช้ไม่มีทักษะการวาดภาพแล้วย่อมเป็นการยากที่จะทำให้ นิทานมีความสวยงาม น่าอ่าน น่าสนใจ และทำให้ผู้ใช้อาจรู้สึกว่าโปรแกรมใช้งานยากอีกด้วย ส่วนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ คณะผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับสร้างหนังสือนิทานและค้นหาข้อมูลออนไลน์ (Google Play, 2555) [10] หมวดหมู่ Education และหมวดหมู่ Books & Reference ซึ่งผลการสืบค้นพบว่ายังไม่มีแอพพลิเคชันที่สามารถให้ผู้ใช้งานสร้างหนังสือนิทานเองได้ จากความสำคัญของหนังสือนิทานกอปรกับความสะดวกในการพกพาและสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตดังกล่าวแล้วข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งถือเป็นระบบแบบเปิดที่มีข้อดี คือมีความหลากหลาย สามารถนำไปต่อยอดหรือพัฒนาโดยกลุ่มผู้ใช้เองได้ ตามที่ผู้ใช้ต้องการและไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งการพัฒนานี้เน้นการออกแบบที่สะดวกใช้งานง่าย มีสื่อต่าง ๆ พร้อมให้ใช้ เช่น ฉากประกอบ ตัวละคร ข้อความ การอัดเสียงเพื่อเปิดหนังสือในภายหลัง และมีความน่ารักสวยงาม ซึ่งจะส่งผลให้การสร้างนิทานมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าของหนังสือนิทานและเป็นทางเลือกใหม่ที่ตอบโจทย์ในเรื่องส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กในยุคปัจจุบัน และเป็นการเสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างเด็กกับพ่อแม่ ผู้ปกครองหรือครูให้ใช้เวลาร่วมกันให้เกิดประโยชน์สูง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนิทาน

เกริก ยุ้นพันธ์ [5] ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเล่านิทานให้เด็กฟัง เช่น นิทานช่วยสร้างความสัมพันธ์ในครอบครัว ช่วย

ปลูกฝังให้เด็กเป็นคนช่างคิด ช่างถาม ช่างสังเกต ช่วยให้เด็กเกิดกระบวนการเรียนรู้ จับประเด็นและวิเคราะห์ ได้ดี ช่วยกระตุ้นจินตนาการของเด็ก ช่วยบ่มเพาะคุณธรรมแก่เด็ก ช่วยสร้างสมาธิ ช่วยสร้างนิสัยรักการอ่าน

2.2 หลักการออกแบบและการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.1.1 ความหมายของมัลติมีเดีย

ครรชิต มาลัยวงศ์ [6] ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียไว้ว่าเป็นสื่อตัวกลาง (Media) หลาย ๆ ชนิดที่ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ ข้อความ มาสัมพันธ์กันซึ่งแต่ละชนิดมีคุณค่าส่งเสริมกันและกัน ก่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้มัลติมีเดีย เป็นการให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสผสมผสานช่วยให้สามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างสมบูรณ์

2.2.2 องค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย

กิดานันท์ มลิทอง [6] ได้สรุปถึงองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ว่าเป็นการผสมผสานสื่อต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพแอนิเมชัน เสียงบรรยายหรือเสียงดนตรีประกอบ เป็นต้น เข้าด้วยกัน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำให้สื่อมีความดึงดูดผู้ใช้งานและมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.2.3 หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง [7] ได้สรุปถึงขั้นตอนการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียซึ่งมี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา
2. การออกแบบการดำเนินเรื่อง (Flowchart)
3. การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)
4. การเลือกโปรแกรมตกแต่งการสร้างบทเรียน
5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

(J-Nitan)โปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ตที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาที่ออกแบบเพื่อให้ผู้สร้างหนังสือนิทานสามารถสร้างนิทานได้ตรงตามหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมิเดียบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการของเด็กได้เป็นอย่างดี

2.3 แอพพลิเคชันหนังสือนิทานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

จากการศึกษาและหาตัวอย่างของแอพพลิเคชันหนังสือนิทานจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีแอพพลิเคชันเกี่ยวกับหนังสือนิทานอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการสรุปความแตกต่างของแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งสามารถสรุปความแตกต่างของแอพพลิเคชันนิทานที่พบได้ 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มแอพพลิเคชันที่ให้ผู้ใช้ฟังหรืออ่านหนังสือนิทานเพียง 1 เรื่อง ต่อ 1 แอพพลิเคชัน มีทั้งในแบบเปิดให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลดแอพพลิเคชันหนังสือนิทาน ซึ่งรูปแบบของแอพพลิเคชันกลุ่มนี้ สามารถแบ่งรูปแบบที่พบได้ 3 ลักษณะดังนี้

1) แอพพลิเคชันที่ประกอบด้วยข้อความอย่างเดียว

2) แอพพลิเคชันที่ประกอบด้วยข้อความและรูปภาพ

3) แอพพลิเคชันที่ประกอบด้วยข้อความรูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย

กลุ่มที่ 2 กลุ่มแอพพลิเคชันหนังสือนิทานที่มีตัวอย่างหนังสือนิทานให้ดาวน์โหลด (หลายเรื่อง ต่อ 1 แอพพลิเคชัน) โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลดนิทานสองสามเรื่องแรก โดยเริ่มแรกจะเปิดให้สามารถดาวน์โหลดตัวแอพพลิเคชันก่อน จากนั้นผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดตัวอย่างหนังสือนิทานมาทดลองอ่านหรือฟังก่อนได้ หากต้องการหนังสือนิทานเล่มใหม่ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลดหนังสือนิทานนั้น รูปแบบของแอพพลิเคชันกลุ่มนี้ สามารถแบ่งรูปแบบที่พบได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) แอพพลิเคชันที่ประกอบด้วยรูปภาพและเสียงบรรยาย

2) แอพพลิเคชันที่ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย

กลุ่มที่ 3 กลุ่มแอพพลิเคชันหนังสือนิทานที่ไม่ให้ผู้ใช้งานสามารถทดลองฟังหรืออ่านหนังสือนิทานตัวอย่างก่อน หากผู้ใช้งานต้องการอ่านหรือฟังหนังสือนิทานผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลดหนังสือนิทาน แอพพลิเคชันในกลุ่มนี้มีข้อความ รูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย ซึ่งในบางแอพพลิเคชันจะมีเกมส์ลักษณะ Interactive เพิ่มด้วย

จากกลุ่มแอพพลิเคชันที่คณะผู้วิจัยได้สรุปมาทั้ง 3 กลุ่มนี้ พบว่ายังไม่มีแอพพลิเคชันสำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างหนังสือนิทานเองได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเห็นได้ชัดว่าหากสามารถนำหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาผสมผสานกับการศึกษารูปแบบจากตัวอย่างต่าง ๆ ของแอพพลิเคชันที่มีอยู่ในปัจจุบัน แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชันที่ผู้ใช้งานจะสามารถสร้างหนังสือนิทานเองได้โดยสะดวกและง่าย ซึ่งเหมาะสำหรับพ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือครู ที่จะร่วมกันสร้างสรรค์ความคิดและจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัดไปพร้อม ๆ กับเด็ก ทำให้เด็กเกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน อีกทั้งนิทานที่สร้างขึ้นยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กได้เป็นอย่างดีและที่สำคัญแอพพลิเคชันที่ทำการพัฒนานี้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน และผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในระหว่างการสร้างนิทานด้วย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์

สำหรับการออกแบบโปรแกรมประยุกต์สร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ ได้ใช้หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้างหนังสือนิทาน นั่นคือ

3.1.1 ง่ายต่อการติดตั้ง ผู้ที่ต้องการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ที่นำเสนอนี้สามารถทำการดาวน์โหลดแอพพลิเคชันจาก Android Market ซึ่งเป็นแหล่งรวมโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

3.1.2 ง่ายในการใช้งาน คณะผู้วิจัยได้ออกแบบฟังก์ชันการทำงานของแอพพลิเคชันสำหรับสร้างหนังสือนิทานเอาไว้โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ชัดเจน และคำนึงถึงการใช้งานที่จะต้องสร้างนิทานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้งเรื่องของการวาดภาพประกอบนิทาน แอพพลิเคชันนี้ได้มีการเตรียม ฉาก ตัวละคร และสิ่งประกอบฉาก ไว้พร้อมใช้งานแล้วทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องวาดภาพเอง และยังได้นิทานที่สวยงามอีกด้วย ซึ่งถือเป็นการเพิ่มความง่ายและสะดวกในการใช้งานมากขึ้นแม้ผู้ใช้งานจะไม่มีทักษะทางด้านการวาดภาพหรือการใช้งานคอมพิวเตอร์แต่ก็สามารถทำการสร้างหนังสือนิทานเองได้ง่าย โดยประกอบด้วยเมนูหลัก ๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางแสดงเมนูหลักของโปรแกรมประยุกต์

เมนู	ปุ่ม	คำอธิบาย
Home		กลับไปยังหน้าแรกของแอพพลิเคชัน
Help		แนะนำการใช้งานแอพพลิเคชัน
Scene		เลือกฉากประกอบการสร้างนิทาน
Decorations		สิ่งของประกอบฉากในหนังสือนิทาน
Character		ตัวละคร
Text		เพิ่มข้อความบรรยายประกอบฉาก
Record		บันทึกเสียงลงในหนังสือนิทาน
Delete		ลบวัตถุ (Scene, Decorations)
Add Page		เพิ่มหน้าหนังสือนิทาน
Delete Page		ลบหน้าหนังสือนิทาน
Save		บันทึกนิทาน

3.2 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ต

ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กคณะผู้วิจัยได้เลือกศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยภาษาจาวา (Java) และใช้เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยโปรแกรม Eclipse โดยเบื้องต้นได้เลือกพัฒนาบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต Samsung GALAXY Tab2 10.1โดยการพัฒนาการออกแบบภาพกราฟิกได้ใช้โปรแกรม Adobe Illustrator CS6 และใช้ Canvas ในการวาดกราฟิกของโปรแกรมประยุกต์ซึ่งในส่วนของการทำงานของ Canvas แบ่งเป็น 2 Layer ประกอบด้วย

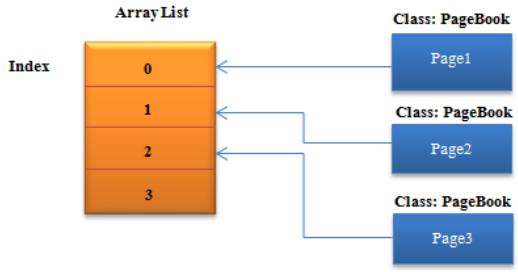
Layer ที่ 1 ใช้ Canvas วาดและแสดงรูป Background โดยวิธี Draw bitmap

Layer ที่ 2 ใช้ Canvas วาดและแสดง Menu (ดังแสดงในตารางที่ 1) ซ้อนลงบน Layer ที่ 1 โดยวิธี Draw bitmap เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูหลัก (ดังที่แสดงในตารางที่ 1) แต่ละเมนู Canvas จะวาด Sub Menu ของ Menu หลักที่เลือก ให้ผู้สร้างสามารถเลือกใช้งานได้ เช่น หากเลือกที่เมนู Scene Canvas จะวาดรูป

Scene ทั้งหมดลงบน Layer ที่ 1 เมื่อผู้ใช้ทำการเคลื่อนย้าย ฉาก ตัวละคร หรือวัตถุประกอบฉาก Canvas จะทำการ Draw bitmap ใหม่ทุกครั้งที่มีการเคลื่อนย้ายตามตำแหน่งการสัมผัสของนิ้วมือ นั่นคือฉาก ตัวละครหรือวัตถุประกอบฉากก็จะเปลี่ยนไปตามตำแหน่ง (X,Y) บนหน้าจอที่นิ้วมือสัมผัส

การเพิ่มหน้าหนังสือนิทาน (Add Page) ของ (J -Nitan)

จากภาพ เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Add Page จากเมนูหลัก (ดังแสดงในตารางที่ 1)โปรแกรมจะทำการสร้างออบเจ็คของ Class PageBook (ดังที่แสดงในภาพที่ 1) และทำการเก็บค่าอ้างอิงของวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นจาก Class ดังกล่าวไว้ในอาเรย์ ลิสต์ตามลำดับหน้าหนังสือนิทานที่ถูกเพิ่มจากผู้ใช้



ภาพที่ 1: วิธีการเพิ่มหน้าหนังสือนิทาน

สำหรับการเปิดหนังสือนิทานหน้าถัดไปหรือย้อนกลับ โปรแกรมจะดึงค่าอ้างอิงของวัตถุจากอาเรย์ ลิสต์ ตามตำแหน่งลำดับหน้าที่จัดเก็บข้อมูลในอาเรย์ ลิสต์และนำมาแสดงผลบนหน้าจอแท็บเล็ต

การบันทึกเสียง (Recorder) ของ (J -Nitan)

1) เรียกใช้ Class Library MediaPlayer ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการเล่นเสียง

2) เรียกใช้ Class Library MediaRecord ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการบันทึกเสียง

3) เมื่อทำการบันทึกเสียงเรียบร้อยแล้วไฟล์ที่ได้จะถูกจัดเก็บเป็นไฟล์นามสกุล .3gp และถูกจัดเก็บไว้ที่ /storage/sdcard ของเครื่องแท็บเล็ต

4. ผลการดำเนินงาน

โปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก จะแบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1 ส่วนของการแสดงผลลัพธ์จากการสร้างหนังสือนิทานที่ผู้ใช้งานสร้างเสร็จแล้ว หนังสือนิทานจะปรากฏอยู่บนชั้นวางหนังสือ

ภาพที่ 2: หน้าจอแรกที่แสดงหนังสือนิทานที่สร้างเสร็จแล้ว

เมื่อผู้ใช้งานกดเลือกหนังสือนิทานจากชั้นวางหนังสือแล้ว นิทานที่ถูกสร้างจะปรากฏให้ผู้ใช้งานสามารถอ่านหรือฟังนิทานได้ ไม่จำกัดจำนวนครั้ง

4.2 ส่วนของการสร้างหนังสือนิทานใหม่ เมื่อกดที่ “Make Stories” มุมขวาบนของภาพที่ 2 เครื่องแท็บเล็ตจะแสดงเมนูการใช้งานที่ส่วนล่างของเครื่องแท็บเล็ต ทั้งสิ้น 11 เมนู (ดังที่แสดงในตารางที่ 1) ภาพที่ 3 แสดงเมนูย่อยเลือกฉากประกอบนิทานแต่ละหน้า ภาพที่ 4 แสดงเมนูย่อยเลือกสิ่งของประกอบฉาก ภาพที่ 5 แสดงหน้าหนังสือนิทานหลังจากใส่ฉาก สิ่งของประกอบฉาก และตัวละครแล้ว ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอหลังจากการเพิ่มข้อความลงในหนังสือนิทาน และการบันทึกเสียงลงในหนังสือนิทานแล้ว

ภาพที่ 3: เมนูเลือกฉาก (ปรากฏขึ้นหลังจากกดเมนู Scene)

ภาพที่ 4: เมนูเลือกสิ่งของประกอบฉาก

ภาพที่ 5: หน้าจอหน้าหนังสือนิทานหลังจากการใส่ฉาก สิ่งของประกอบฉาก และ ตัวละคร

ภาพที่ 6: หน้าจอหน้าหนังสือนิทานหลังจากการใส่ฉาก สิ่งประกอบฉาก และ ตัวละคร ข้อความและเสียงบรรยาย

การเพิ่มข้อความลงในหน้าหนังสือนิทาน ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ภาษาในการสร้างนิทานได้ตามต้องการขึ้นอยู่กับแป้นพิมพ์ว่ารองรับภาษาใดบ้างแต่โดยมาตรฐานที่ใช้ก็จะสามารถเลือกสร้างได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จากนั้นก็บันทึกเสียงบรรยายตามภาษาที่พิมพ์ลงหน้าหนังสือนิทาน

หลังจากผู้ใช้สร้างนิทานเสร็จหนึ่งหน้าแล้ว สามารถกดที่เมนู Add Page เพื่อเพิ่มหน้านิทานใหม่ได้ หากต้องการลบหน้านิทานก็กดที่เมนู Delete Page ซึ่งในระหว่างการสร้างนิทานหากต้องการลบตัวละคร หรือสิ่งของประกอบฉาก ผู้ใช้สามารถกดที่เมนู Delete จากนั้นให้กดที่ตัวละครหรือฉากที่ต้องการลบ หรือสามารถใช้วิธีการลากตัวละครหรือสิ่งของประกอบฉากที่ต้องการลบ ไปยังเมนู Delete ได้ เช่นกัน

ในขั้นตอนการบันทึกหนังสือนิทานเมื่อผู้ใช้สร้างหนังสือนิทานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ปุ่มเมนู Save เพื่อบันทึกหนังสือนิทาน จากนั้นทำการตั้งชื่อหนังสือนิทาน หากตั้งชื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว หนังสือนิทานจะไปปรากฏบนชั้นวางหนังสือในส่วนแรก (ดังที่แสดงในภาพที่ 2)

5. บทสรุปและแผนพัฒนาในอนาคต

(J-Nitan) เป็นโปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ตสำหรับสร้างหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเด็ก โดยคณะผู้วิจัยอาศัยหลักการ การออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อออกแบบ (J-Nitan) ให้เป็นทางเลือกใหม่ของการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตมาใช้ในการสร้างหนังสือนิทานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ซึ่งคณะผู้วิจัยจะนำเครื่องมือที่พัฒนานี้ไปใช้ในการทดลองสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] ครรชิต มาลัยวงศ์. ความหมายของมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553.

[2] สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. โครงการสายใยรักแห่งครอบครัว, 2555.

[3] ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. เปิดโลก Tablet สู่ทิศทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา: จากแนวคิดสู่กระบวนการปฏิบัติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

[4] เจษฎา ธิบดีมี. บทความทางวิชาการ เรื่อง ความก้าวหน้าระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) ภาคธุรกิจในปัจจุบัน, 2554.

[5] เกริก ยุ้นพันธ์. การเล่านิทาน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2543.

[6] กุลยา ตันติผลาชีวะ. คุณค่าของนิทานที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: เอดิสันเพรส โปรดักส์, 2541 หน้า 11-12.

[7] กิดานันท์ มลิทอง. องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548:194-196.

[8] ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. การพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547:17-19.

[9] PlayTales builder (ออนไลน์). 2555. สืบค้นจาก: http://www.playtalesbuilder.com [17 มีนาคม 2556].

[10] Google Play (ออนไลน์). 2555. สืบค้นจาก: https://play.google.com/store [17 มีนาคม 2556].

แอปพลิเคชันควบคุมโทรศัพท์มือถือ เมื่อสูญหาย หรือ ถูกโจรกรรมกรณีศึกษาระบบปฏิบัติการแอนดรอย

Controlling your Android Phone: When Lost or Stolen

สุภาส จำปาทอง (Supas Jampathong)[1] และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[2]
ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]supasj@gmail.com, [2]nawapornn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

โทรศัพท์มือถือเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จากที่เคยทำได้แค่การรับและโทรออก ปัจจุบันโทรศัพท์มือถือนั้นมีความสามารถเพิ่มขึ้นเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์ขนาดย่อม จึงสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้พกพาได้หลายด้านซึ่งนอกเหนือจากการสื่อสารทั่วไปของระบบเดิม เช่น การใช้งานระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การแลกเปลี่ยนและจัดเก็บไฟล์ภายในเครื่อง การสื่อสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ฯลฯ

ด้วยความสามารถที่มีมากขึ้นนั้น ทำให้โทรศัพท์มือถือเข้ามามีส่วนสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เพื่อใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งภายใน และ ภายนอกองค์กร ซึ่งในทางธุรกิจนั้นข้อมูลบางอย่างไม่สามารถตีค่าเป็นจำนวนเงินได้ ทำให้ต้องมีการรักษาความลับของข้อมูลอย่างดีที่สุด

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย ในกรณีที่โทรศัพท์สูญหาย หรือ ถูกโจรกรรม

คำสำคัญ: โทรศัพท์หาย ระบบปฏิบัติการแอนดรอย, วิศวกรรม ซอฟต์แวร์

Abstract

Over the past decades, mobile phone is one of the fast growing technology which has drastically been transformed from a plain old voice communication device to a smaller computer-like device. Today, mobile phone can be used to send/check e-mail, transfer and manage files, connect to the online social media network, etc.

From those valuable functions, mobile phone plays an important role in business. It has been used to send and receive internal and external data. According to this function, some data are very sensitive and invaluable. Therefore, the data must be stored securely and no one should be able to access without an authorization.

This research presents the application development for controlling an Android Phone in case of lost or stolen.

Keyword: Lost phone, Android OS, Software Engineering

1. บทนำ

ปัจจุบันโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยนั้นมีอัตราการใช้งานมากขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากสามารถทำงานได้ดีทั้งในด้านความบันเทิง และ การทำงานเชิงธุรกิจ เช่น การรับ-ส่งจดหมายอิเลคทรอนิคส์ ทำให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้มีข้อมูลสำคัญเก็บไว้ทั้งข้อมูลส่วนตัว และ ข้อมูลเกี่ยวกับธุรกิจการทำงาน ข้อมูลสำคัญไม่ว่าจะเป็นข้อมูลส่วนตัว หรือข้อมูลทางธุรกิจนั้นถ้าหากถูกเปิดเผยจากกรณีโทรศัพท์มือถือสูญหาย หรือ โทรศัพท์ถูกมือถือโจรกรรม อาจทำให้เกิดความเสียหายทั้งต่อตัวบุคคลเองหรือต่อองค์กรได้อย่างมหาศาล แต่ในปัจจุบันแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุม และ ติดตามโทรศัพท์ ในกรณีที่เกิดการสูญหาย หรือ ถูกโจรกรรมนั้นยังไม่มีออกมาให้ผู้ใช้สามารถใช้งานอย่างแพร่หลายนัก โดยแอปพลิเคชันที่มีให้ใช้บริการส่วนใหญ่ก็จะเป็นแอปพลิเคชันที่ต้องทำการซื้อและต้องต่อลิขสิทธิ์เป็นรายปีเพื่อใช้งาน ในจุดนี้อาจทำให้เกิดความไม่สะดวกกับผู้ใช้งานทั่วไปได้

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุม และติดตามโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย ด้วย

วิธีการสั่งการโดยบริการส่งข้อความสั้น (SMS) และ การสั่งงานผ่านอินเตอร์เน็ตจากหน้าเวปไซต์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สามารถควบคุม และ ติดตามโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย ในการใช้งานสำหรับบุคคลทั่วไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในด้านการใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานของโทรศัพท์มือถือที่ใช้ ระบบปฏิบัติการแอนดรอย ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะแบ่งออกเป็น 1) การประยุกต์ใช้งานของโทรศัพท์มือถือ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย 2) การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอย 3) แอปพลิเคชันที่มีให้ใช้งานในปัจจุบัน

เนื่องจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยเป็นระบบเปิด ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานได้ตามความต้องการ จึงไม่แปลกที่จะมีแอปพลิเคชันออกมาให้ใช้งานอย่างมากมาย เช่น การประยุกต์ใช้งานโทรศัพท์เพื่อบอกที่อยู่ของผู้ใช้โดยผ่านระบบ Global Positioning System (GPS) ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถรู้ว่าตนอยู่ที่ละติจูด และ ลองติจูดอะไร [1] ซึ่งทำให้เราสามารถนำค่าละติจูด และ ลองติจูดที่ได้มายืนยันได้ว่าเราอยู่ที่ตำแหน่งนั้น ๆ จริง [2] และยังสามารถระบุค่าลงในระบบของ Google map เพื่อทำให้เห็นภาพได้ว่าเราอยู่ที่ไหน [3] ส่งผลทำให้เราสามารถรู้ได้ว่ารอบ ๆ ตัวที่เราอยู่นั้นมีสถานที่อะไรบ้าง เช่น ในบริเวณใกล้เคียงนั้นมีสถานพยาบาลอะไรบ้าง เพื่อใช้เป็นประโยชน์เวลาเกิดอุบัติหรือต้องการการพยาบาลเราจะสามารถไปถึงโรงพยาบาลได้อย่างทันท่วงที [4]

โทรศัพท์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยนั้น ปกติจะมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่สามารถใช้วัดค่าต่าง ๆ ติดมากับตัวเครื่อง ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์วัดการเคลื่อนไหว เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ฯลฯ นั่นทำให้เราสามารถใช้ประโยชน์จากเซ็นเซอร์เหล่านี้ได้ ซึ่งมีการนำเซ็นเซอร์วัดการเคลื่อนไหวมาตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ เพื่อที่จะสามารถรู้การเกิดอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที [5] หรือ การใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับค่าอุณหภูมิที่อยู่รอบ ๆ โทรศัพท์ หากเกินกว่าที่ผู้ใช้ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนไปยังสำนักงานดับเพลิง หรือ แจ้งเตือนผู้ใช้ให้รู้ว่ามีอุณหภูมิผิดปกติเกิดขึ้น [6]

ด้วยเทคโนโลยีของโทรศัพท์มือถือนั้นถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เราสามารถใช้งานความสามารถของโทรศัพท์มือถือได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือมาเป็นเกตเวย์เพื่อใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ้านกับระบบเครือข่ายเพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ้าน และ ยังช่วยลดภาระในการทำงานของเกตเวย์แบบปกติ [7] หรือ การที่เราใช้ความสามารถในด้านการยืนยันตัวตนของโทรศัพท์มือถือซึ่งสามารถระบุตัวตนของผู้ใช้งานได้ มาเป็นประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย [8]

รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับโทรศัพท์นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำงานแบบ ไคล์แอนท์-เซิร์ฟเวอร์ซึ่งระบบปฏิบัติการแอนดรอยนั้นสามารถประยุกต์ใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบ HTTPS เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับการสื่อสาร [9] อีกทั้งยังสามารถทำการรับส่งข้อมูลแบบ peer-to-peer เพื่อลดการใช้งานแบนวิดท์อีกด้วย [10]

ในปัจจุบันนั้นมีแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมโทรศัพท์มือถือในกรณีสูญหาย หรือ ถูกโจรกรรมมีออกมาให้เลือกใช้อยู่พอสมควร แต่แอปพลิเคชันส่วนใหญ่นั้นจะสามารถแจ้งตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ได้เท่านั้นในเวอร์ชันที่สามารถโหลดใช้งานได้ฟรี หากต้องการสั่งล็อคเครื่อง หรือ สั่งลบข้อมูลทั้งหมดในโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์สูญหาย หรือ ถูกโจรกรรมนั้น ผู้ใช้ต้องทำการซื้อลิขสิทธิ์เพื่อใช้งาน และ บางแอปพลิเคชันนั้นต้องทำการต่อค่าลิขสิทธิ์เป็นรายปีหรือรายเดือนเพื่อใช้งาน [11][12][13][14]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า โทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย นั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย และ มีจำนวนผู้ใช้งานมากขึ้นเรื่อย ๆ อีกทั้งความสำคัญของข้อมูลในการประกอบธุรกิจนั้น ก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรที่จะละเลย ทำให้เป็นเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมโทรศัพท์มือถือ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย ในกรณีที่โทรศัพท์มือถือหาย หรือ ถูกโจรกรรม ในการใช้งานสำหรับบุคคลทั่วไป

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

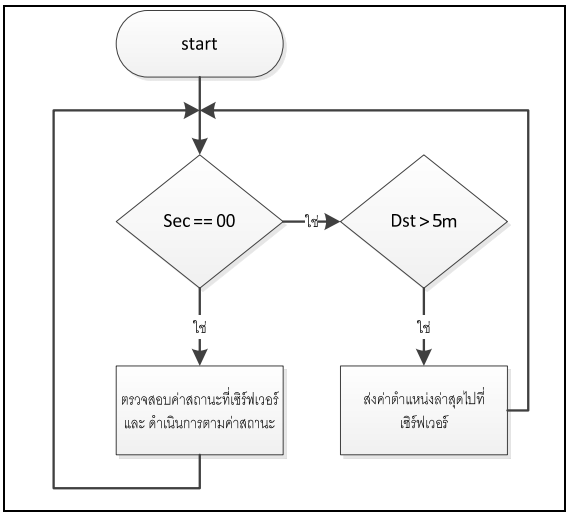
3.1 การออกแบบระบบ

ในส่วนของการออกแบบระบบนั้นผู้จัดทำปัญหาพิเศษ แบ่งการทำงานของระบบเป็นสองส่วนได้แก่

3.1.1 ส่วนการทำงานบนโทรศัพท์มือถือ การทำงานบนโทรศัพท์มือถือนั้น เมื่อเริ่มต้นใช้งานแอปพลิเคชันจะทำการตรวจสอบก่อนว่าเป็นการใช้งานครั้งแรกหรือไม่โดยการตรวจสอบไฟล์การสมัครใช้งานที่อยู่ในเครื่อง หากเป็นการใช้งานครั้งแรกจะไม่มีไฟล์ดังกล่าวอยู่ การทำงานในครั้งแรกแอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอการสมัครใช้งานโดยจะให้ผู้ใช้ระบุอีเมล์ และ พาสเวิร์ด ที่ต้องใช้ในการล็อกอินเข้าใช้งานเวปไซต์ จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลของผู้ใช้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ และ จัดเก็บลงในไฟล์ของเครื่องโทรศัพท์ เพื่อใช้ปรับปรุงตำแหน่งล่าสุดของโทรศัพท์ต่อไป ในส่วนหน้าจอการทำงานหลักจะมีการแสดงรหัส เพื่อใช้ในการล็อคเครื่อง และ รหัสที่ใช้ในการลบข้อมูลทั้งหมดในตัวเครื่อง โดยจะมีส่วนให้แก้ไขข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ที่สามารถควบคุมเครื่องอยู่ด้วย ดังที่แสดงในภาพที่ 4

ในส่วนการทำงานเบื้องหลังนั้น แอปพลิเคชันจะทำการตรวจสอบตำแหน่งล่าสุดของโทรศัพท์มือถือทุก ๆ 1 นาทีด้วย GPS ของโทรศัพท์ หรือ ตรวจสอบตำแหน่งล่าสุดผ่านสัญญาณอินเตอร์เน็ตโดยเป็นฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานในการหาตำแหน่งของระบบปฏิบัติการแอนดรอย [15] หากเป็นการทำงานครั้งแรกแอปพลิเคชันจะส่งตำแหน่งล่าสุดพร้อมด้วยอีเมล์ และ พาสเวิร์ดของผู้ใช้ไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อปรับปรุงตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ แต่ในครั้งต่อ ๆ ไปแอปพลิเคชันจะทำการตรวจสอบว่าตำแหน่งปัจจุบันกับตำแหน่งล่าสุดว่าอยู่ห่างกันเกิน 5 เมตรหรือไม่ถ้าเกินกว่า 5 เมตรก็จะทำการส่งตำแหน่งปัจจุบันไปยังเซิร์ฟเวอร์ แต่ถ้าห่างกันไม่เกิน 5 เมตรก็จะไม่ส่งค่าเพื่อประหยัดพลังงาน และ แอปพลิเคชันจะทำการตรวจสอบค่าสถานะของโทรศัพท์ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ทุก ๆ 1 นาทีโดยอุปกรณ์มือถือจะส่ง HttpPost ที่มีข้อมูลอีเมล์ และ พาสเวิร์ดของผู้ใช้ไปยังเวปไซต์ จากนั้นจะมีการค้นคืนค่าสถานะของผู้ใช้นั้น ๆ จากฐานข้อมูลแล้วแสดงผลค่าสถานะที่เวปไซต์ แอปพลิเคชันก็จะทำการเก็บค่าสถานะนั้นและดำเนินการตามค่าสถานะที่ถูกค้นคืนมาจากฐานข้อมูล

ในส่วนของการทำงานเบื้องหลังที่โทรศัพท์มือถือนั้นจะยังมีการตรวจสอบ SMS ที่ถูกส่งเข้ามาว่ามาจากเบอร์ที่มีการกำหนดไว้หรือไม่ และ ข้อความที่ถูกส่งเข้ามาตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะให้ฟังก์ชันการตรวจจับ SMS ของระบบปฏิบัติการแอนดรอย [16] หากตรงตามเงื่อนไขทั้งสองข้อก็จะดำเนินการล็อค หรือ ลบข้อมูลทั้งหมดในเครื่องด้วยฟังก์ชันที่ใช้ควบคุมเครื่อง [17]

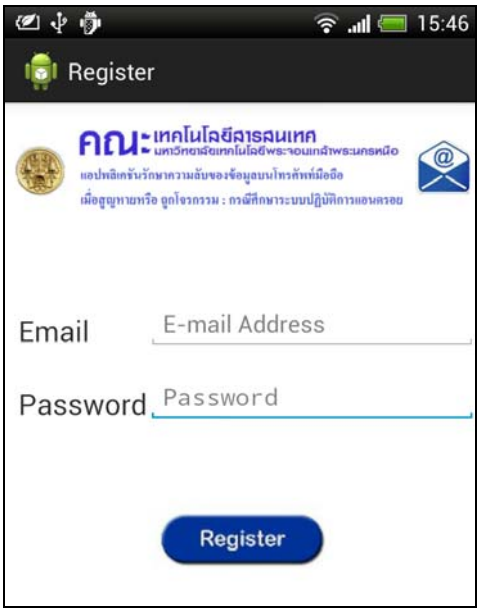


ภาพที่ 1: การทำงานเบื้องหลังของแอปพลิเคชัน

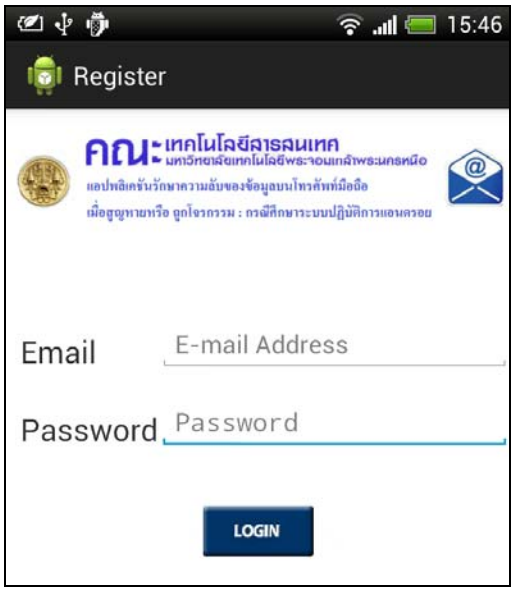
3.1.2 ส่วนการทำงานบนหน้าเวปไซต์ ในส่วนของหน้าเวปไซต์จะ เป็นส่วนที่เปิดให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้จากระยะไกล ซึ่งจะมีขั้นตอนการทำงาน คือ เริ่มแรกเวปไซต์จะ แสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบโดยใช้อีเมล์ และ พาสเวิร์ด ของผู้ใช้ที่ทำการกำหนดไว้ ในส่วนการสมัครใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ จากนั้นจะแสดงเมนูให้ผู้ใช้เลือกฟังก์ชันการทำงาน คือ ฟังก์ชันล็อคเครื่องโทรศัพท์ เวปไซต์จะทำการปรับปรุงค่าสถานะโทรศัพท์ในฐานข้อมูลของผู้ใช้ว่าทำการล็อคอินเข้ามาให้เป็น lock , ฟังก์ชัน Factory reset เวปไซต์จะทำการปรับปรุงค่าสถานะโทรศัพท์ในฐานข้อมูลของผู้ใช้ว่าทำการล็อคอินเข้ามาให้เป็น reset ในส่วนของฟังก์ชันการเรียกดูตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ เวปไซต์จะทำการค้นคืนค่าตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ในฐานข้อมูลโดยอ้างอิงจาก อีเมล์ และ พาสเวิร์ด ที่ผู้ใช้ล็อคอินเข้ามาจากนั้นจะแสดงตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ผ่าน Google Map

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนา และ ออกแบบแอปพลิเคชันโดยมีหน้าจอสำหรับโทรศัพท์มือถือ และ หน้าเวปไซต์ดังนี้



ภาพที่ 2: ส่วนสมัครใช้งาน



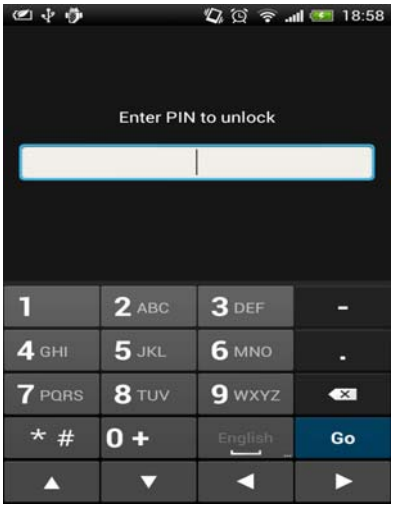
ภาพที่ 3: ส่วนหน้าจอยืนยันตัวตนบนมือถือ

ในกรณีที่โทรศัพท์ถูกโจรกรรมหรือสูญหาย ผู้ที่เก็บโทรศัพท์ไปได้จะไม่สามารถกำหนดรหัสเพื่อล็อคเครื่องได้ หากไม่รู้ อีเมล์ และ พาสเวิร์ด ที่มีการลงทะเบียนไว้

ภาพที่ 4: ส่วนหน้าจอหลักบนมือถือ

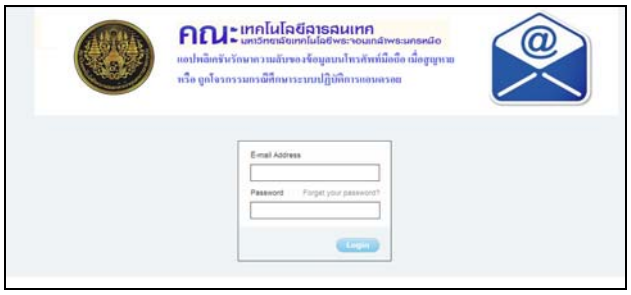
ในส่วนของหน้าจอหลัก นั้นจะแสดงข้อความที่สามารถใช้สั่งควบคุมโทรศัพท์ด้วย SMS เช่น เมื่อมี SMS ถูกส่งเข้ามาจากเบอร์โทรศัพท์ที่ผู้ใช้กำหนดไว้ โดยมีข้อความเป็น ‘lock123456’ แอปพลิเคชันก็จะทำการล็อคเครื่องด้วยรหัสที่ผู้ใช้กำหนดไว้ในหน้าจอของการกำหนดรหัสล็อคเครื่อง และหน้าจอการทำงานหลักจะแสดงชื่อเวปไซต์ที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปเพื่อควบคุมโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตได้

ภาพที่ 5: ส่วนหน้าจอกำหนดเบอร์โทรศัพท์ที่สามารถควบคุมเครื่องได้ผ่าน SMS และ รหัสปลดล็อคเครื่อง

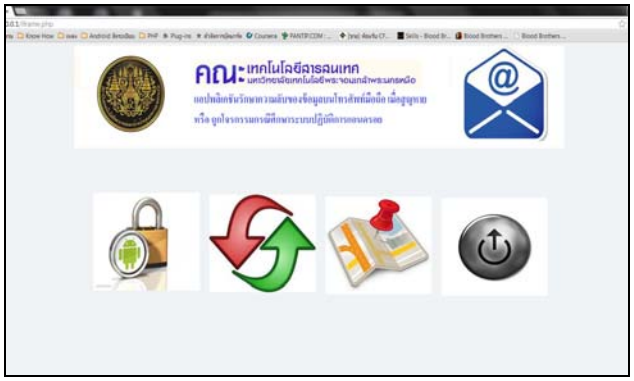


ภาพที่ 6: แสดงการล็อคหน้าจอเมื่อได้รับ SMS ตามเงื่อนไข หรือ สถานะโทรศัพท์ที่เซิร์ฟเวอร์เป็น lock

ในส่วนของการล็อคหน้าจอ เมื่อทำการล็อคหน้าจอแล้วผู้ใช้จะไม่สามารถดำเนินการใด ๆ กับโทรศัพท์ได้ถ้าหากยังไม่ได้ปลดล็อคเครื่องด้วยรหัสที่ผู้ใช้กำหนดไว้

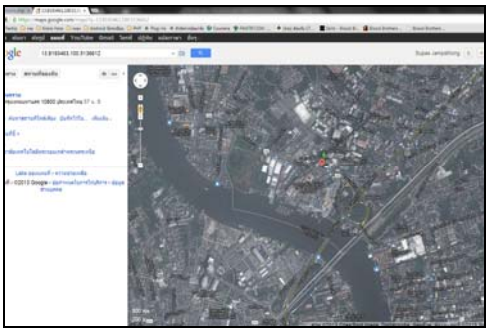


ภาพที่ 7: หน้าจอล็อคอินเพื่อใช้งาน บนเวปไซต์

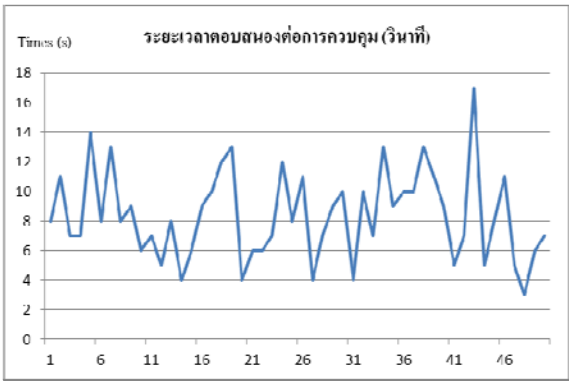


ภาพที่ 8: หน้าจอหลักบนเวปไซต์

ในส่วนหน้าจอหลักที่หน้าเวปไซต์นั้นจะสามารถทำการสั่งล็อคเครื่อง , Factory reset เครื่อง และ เรียกดูตำแหน่งล่าสุดของโทรศัพท์ได้

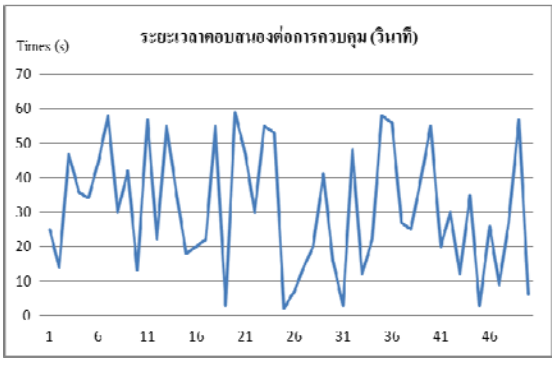


ภาพที่ 9: หน้าจอตำแหน่งล่าสุดบน Google map



ภาพที่ 10: กราฟระยะเวลาตอบสนองต่อการควบคุมด้วย SMS

จากภาพที่ 10 จากการทดลองส่ง SMS เพื่อควบคุมโทรศัพท์มือถือ 50 ครั้ง จะเห็นว่าระยะเวลาตอบสนองต่อการควบคุมด้วย SMS นั้นจะอยู่ระหว่าง 3 วินาทีถึง 17 วินาที โดยมีเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 8 วินาที



ภาพที่ 11: กราฟระยะเวลาตอบสนองต่อการควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

จากภาพที่ 11 จากการทดลองควบคุมโทรศัพท์มือถือผ่านอินเตอร์เน็ต 50 ครั้ง จะเห็นว่าระยะเวลาตอบสนองต่อการควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตนั้นจะอยู่ระหว่าง 2 วินาทีถึง 59 วินาที โดยมีเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 29 วินาที

5. สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อรักษาความลับของข้อมูลบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอย เมื่อสูญหาย หรือถูกโจรกรรมนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้โทรศัพท์สามารถลบข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในเครื่องและ สามารถล็อคเครื่องโทรศัพท์ด้วยรหัสที่ผู้ใช้กำหนดเองได้ อีกทั้งยังสามารถเรียกดูตำแหน่งล่าสุดของอุปกรณ์ผ่านหน้าเวปไซต์ ซึ่งทำให้สามารถติดตามหาโทรศัพท์ และ รักษาความลับของข้อมูลได้ดีในกรณีที่โทรศัพท์สูญหาย หรือ ถูกโจรกรรม

เนื่องด้วยแอปพลิเคชันต้องทำการส่งข้อมูลตำแหน่งล่าสุดผ่านระบบอินเตอร์เน็ตอย่างต่อเนื่อง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานพอสมควรอาจทำให้โทรศัพท์หยุดการทำงานลงเนื่องจากแบตเตอรีหมด ส่งผลให้ไม่สามารถติดตามหรือควบคุมโทรศัพท์ได้อีก

นอกจากนี้ การลงทะเบียนใช้งานนั้นสามารถทำได้ในข้อจำกัดหนึ่งอีเมล์แอดเดรสต่อโทรศัพท์หนึ่งเครื่อง หากผู้ใช้มีโทรศัพท์มากกว่าหนึ่งเครื่องจะทำให้ต้องใช้อีเมล์แอดเดรสมากกว่าหนึ่งบัญชีเพื่อใช้งานได้อย่างครอบคลุม

เอกสารอ้างอิง

[1] Xianhua, Shu. et. al., “Research on Mobile Location Service Design Based on Android.” *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing International Conference*, pp.1-4, 2009.

[2] Yu-Chih, Liao. et. al., “Systematic Design for the Global Positional Systems with Application in Intelligent Google Android Phone.“ *International Conference on System Science and Engineering*, pp.182- 186, 2011.

[3] Sandeep, Kumar,. et. al., “Location Based Services using Android.” *Internet Multimedia Services Architecture and Applications*, pp.1-5, 2009.

[4] Chao-Tung, Yang. et. al., “Implementation of a Medical Information Service on Android Mobile Devices.” *Information Science and Service Science*, pp.72-77, 2010.

[5] Shih-Hau, Fang. et. al., “Developing a Mobile Phone-based Fall Detection System on Android Platform.” *Computing,CommunicationsandApplications Conference*, pp.143-146 , 2012.

[6] Amir, Pourabdollah. et. al., “UCML: Ubiquitous Control Modeling Language for Android Platform.” *International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, pp.112- 116, 2010.

[7] Jiali, Bian, et. al., “Intelligent home control system based on the dynamic and intelligent gateway.” *Broadband Network and Multimedia Technology (IC-BNMT)*, pp.526- 530, 2011.

[8] Pascal, Urien. et. al., ”ANew Cooperative Architecture For Sharing Services Managed By Secure Elements Controlled By Android Phones With IP Objects.” *Collaboration Technologies and Systems International Conference*, pp. 404 - 409 , 2012.

[9] Morales-Luna, G. et. al., “HTTPS connections over Android.” *Electrical Engineering Computing Science and Automatic Control International Conference*, pp.1- 4, 2011.

[10] Marco, Ughetti. et. al., “ Development of agent-based, peer-to-peer mobile applications on ANDROID with JADE.” *InternationalConference on Mobile Ubiquitous Computing , Services and Technologies*, pp. 287 – 294 , 2008.

[11] Available online at https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wsandroid

[12] Available online at https://play.google.com/store/apps/details?id=com.symantec.mobilesecurity

[13] Available online at https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lookout

[14] Available online at https://play.google.com/store/apps/details?id=com.prey

[15] Available online at http://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html

[16] Available online at http://developer.android.com/reference/android/telephony/SmsMessage.html

[17] Available online at http://developer.android.com/guide/topics/admin/device-admin.html#wipe

ระบบการจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้การตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน

Appliance classification to monitor power consumption with wireless sensor network for saving energy

วรเชษฐ์ บัวสุวรรณ (Worachet Buasuwarn)[1] และณัฐนนท์ ลีลาตระกูล (Nutthanon Leelathakul)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยบูรพา

[1]54910167@live.buu.ac.th, [2]nutthanon@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอการจำแนกอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้การตรวจจับค่าการใช้กระแสไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ผ่านระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ในการวัดค่าการใช้งานกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละอุปกรณ์นั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับในรูปแบบปลั๊กไฟฟ้าและนำไปใช้กับทุก ๆ จุดที่อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียบใช้งานอยู่ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกส่งมาส่วนกลางผ่านระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อนำมาช่วยจำแนกหาชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ ซึ่งใช้เทคนิคแบบอิงกฎเกณฑ์โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ (Rule-Based Expert System) คณะผู้วิจัย ฯ คาดว่าระบบที่นำเสนอจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ปลายทาง (แทนที่จะตรวจสอบที่แผงไฟฟ้าส่วนกลาง) ทำให้สามารถรับรู้ถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวว่ามีสภาวะการทำงานที่ปกติหรือไม่ และลดข้อจำกัดในเรื่องการย้ายอุปกรณ์ไปใช้ยังจุดอื่น ๆ โดยระบบสามารถรับรู้ได้อัตโนมัติว่าตัวอุปกรณ์ย้ายไปอยู่ที่ตำแหน่งใด และยังสามารถถูกพัฒนาต่อให้มีการควบคุมเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวแบบอัตโนมัติได้อีกด้วย อันจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานโดยไม่กระทบต่อพฤติกรรมของผู้ใช้ จากการทดสอบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอย่าง จำนวน 40 เครื่อง คณะผู้วิจัยพบว่า 1) กฎการจำแนกที่มีประสิทธิภาพต้องใช้ข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย และ 2) ระบบที่นำเสนอสามารถจำแนกประเภทได้อย่างถูกต้องโดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 5%

คำสำคัญ: การจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้า เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย เทคนิคแบบอิงกฎเกณฑ์ ระบบผู้เชี่ยวชาญ

Abstract

This research presents a Rule-based system for appliance classification by analyzing each appliance's electricity usage. The data are measured by sensor nodes and sent to a server through a wireless sensor network. To measure actual electrical power consumed by each device, we designed sensor circuits, each of which is deployed inside each power outlet. Then, the measured data can be sent to the centralized system via the wireless sensor network. The system use the data to classify a type of each appliance connected to each of the outlet based on rules derived by experts aiming to save energy. Since this research is to be detecting electrical usage at each outlet (instead of at the main circuit), the system can be developed further to help identifying the abnormal operation of each electrical appliance, and to automatically recognize the device as it is moved to another outlet, making possible automatic on/off control of each device. So, it will provide the energy savings without affecting to normal behavior of the users. The test result from 40 devices show 1) standard deviation of measured electrical current is am import metric for deriving the efficient classification rules, and 2) the system can classify correctly with 5% error.

Keyword: Appliance Classification, Wireless Sensor Network, Rule-Based, Expert System

1. บทนำ

ปัญหาการสูญเสียพลังงานจากการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ นั้น เป็นปัญหาที่สำคัญ ที่เราไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยตัวเอง ไม่ว่าจะเป็นการที่เราเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้โดยที่ไม่มีการใช้งาน และการที่เครื่องใช้ไฟฟ้าเสื่อมประสิทธิภาพทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติ ปัญหาสภาพการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ เช่น การทำงานเป็นปกติหรือไม่ มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร และมีประสิทธิภาพในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้ามากน้อยแค่ไหน สามารถเกิดขึ้นทั้งในภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นเหล่านี้ เป็นปัญหาเชื่อมโยงไปถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศ

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในอาคารที่อยู่อาศัย ทำให้เจ้าของบ้านไม่สามารถรับรู้จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดมีอัตราการใช้ไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด ไม่สามารถประเมินอุปกรณ์แต่ละชนิดได้ว่ามีการใช้พลังงานที่ผิดปกติ หรือสูญเสียพลังงานไปมากน้อยเพียงใด เช่น พัดลมที่เปิดไว้โดยที่ไม่มีผู้ใช้งาน หลอดไฟเพดานที่เปิดทิ้งไว้โดยไม่มีคนอยู่ ตู้เย็นที่เสื่อมสภาพมีอัตราการใช้ไฟฟ้ามากกว่าตู้เย็นปกติ ซึ่งหากเรารู้แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ เราก็สามารถวิเคราะห์และวางแผนในการจัดการด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ไม่ต้องใช้ความรู้สึกของผู้ใช้ในการคาดเดา

อัตราการใช้กระแสไฟฟ้ารวมทั้งพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ (จากการตรวจจับความเคลื่อนไหว แสง เสียง และความร้อนของสภาพแวดล้อม) สามารถถูกนำมาใช้ตรวจสอบการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน โดยค่าต่าง ๆ ข้างต้นถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สายพลังงานต่ำ (Low-Power Wireless Sensor Network) นอกจากนี้เครือข่ายไร้สายช่วยทำให้ระบบส่วนกลางสามารถเข้าถึง ควบคุมและตรวจสอบอุปกรณ์รับรู้ (เซนเซอร์) จากระยะไกลได้ ทำให้สะดวกที่จะจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบทันที (Real Time) คณะผู้วิจัยเห็นว่าการประหยัดพลังงานด้วยวิธีวิเคราะห์การกินไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกับพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นวิธีที่ดี เพราะแก้ไขที่ต้นเหตุคือการใช้งานไฟฟ้าเปลืองของผู้ใช้ได้ โดยไม่ทำให้มาตรฐานการดำเนินชีวิตประจำวันของแต่ละคนลดน้อยถอยลงไป เป็นการประหยัดจาก “ส่วนเกินของการใช้ชีวิตประจำวัน” (ในงานวิจัยที่นำเสนอนี้ คณะผู้วิจัยใช้แต่ข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าในการจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น ข้อมูลพฤติกรรมของผู้ใช้จะถูกนำมาใช้ในงานที่จะดำเนินการต่อไปเพื่อการจำแนกที่แม่นยำขึ้น)

เพื่อตอบโจทย์ปัญหาการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือนดังกล่าว ทำให้ระบบต้องมีความสามารถจำแนกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำและเป็นอัตโนมัติ (ระบบต้องการความรู้หรือข้อมูลเข้าจากผู้ใช้ตามครัวเรือนน้อยที่สุด) โดยหลังจากการจำแนก ระบบจะรู้ได้ว่าอุปกรณ์ชนิดใดกำลังถูกใช้งานอยู่ที่ใด ทำให้สามารถตัดสินใจในการบริหารจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความถูกต้องแม่นยำ ในการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจึงเสนอระบบที่สามารถที่จะจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ และรับรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา ด้วยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อตรวจจับการใชกระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละเครื่องใช้ในช่วงเวลาจริง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาบทความอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย ได้แก่ Chee-Yee Chong และคณะ (2003) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "Sensor networks: Evolution, opportunities, and challenges" [1]; Deborah Estrin และคณะ (2002) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "Connecting the Physical World with Pervasive Networks" [2]; G.J. Pottie และคณะ (2000) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "Wireless Integrated Networks Sensor" [3]; และ I.F. Akyildiz และคณะ (2002) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "A Survey on Sensor Networks" [4] โดยผลงานวิจัยทั้ง 4 พยายามให้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย การประยุกต์ใช้ในแบบต่าง ๆ (เช่น การประยุกต์ใช้ในค่ายทหาร, การประยุกต์ใช้เป็นเครื่องดักจับภัยพิบัติ, การประยุกต์ใช้ในการดักจับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในตัวคนไข้และในโรงพยาบาล, การประยุกต์ใช้ในบ้าน ฯลฯ)

นอกจากนี้ งานวิจัยดังกล่าวยังกล่าวถึง ข้อจำกัดและประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย

ในการจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด ของงานวิจัยในอดีต การตรวจวัดโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป จะวัดค่าการใช้กระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเป็นหลัก ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจะถูกนำมาจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้า ในงานวิจัย “Applying Power Meters for Appliance Recognition on the Electric Panel” [5] วัดพลังงานไฟฟ้า (Watt) ที่ตู้ไฟฟ้าหลักของบ้าน (Main Circuit) โดยมีการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า จากอุปกรณ์ตรวจจับพลังงานไฟฟ้า “Watt Meter” โดยจะทำการเก็บข้อมูลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า จำนวน 7 ตัวอย่าง ก่อนที่ทำการสรุปผลข้อมูลส่งไปยังส่วนกลาง โดยมีการวัดค่ากลาง (Mean), ค่ามากสุด (Max), ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ค่าตัวประกอบยอดคลื่น (Crest Factor), ค่าสัมประสิทธิ์ของรูปคลื่นไฟฟ้า (Form Factor), อัตราค่ายอดต่อค่าเฉลี่ย (Peak to average ratio) และช่วงเวลาที่อุปกรณ์จะเปลี่ยนสถานะจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่น้อยที่สุดไปเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่มากที่สุด

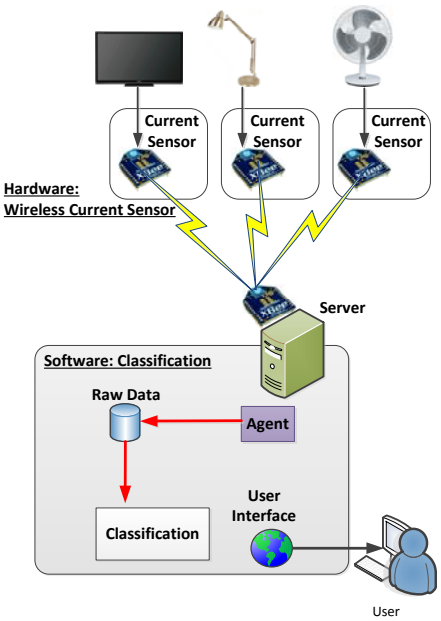
งานวิจัย “ANNOT: Automatic Electricity Data Annotation Using Wireless Sensor Network” [6] เสนอวิธีการตรวจวัดและประเมินการใช้พลังงานของเครื่องใช้ในบ้าน โดยมีการตรวจสอบกระแสไฟฟ้าจุดเดียวที่ตู้ไฟฟ้าหลักของบ้าน ซึ่งเซนเซอร์ต่าง ๆ (ได้แก่ เซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิ แสง เสียง และความสั่นสะเทือนเมื่อมีคนเปิดหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า) ถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบโหลดการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ปัญหาของระบบการตรวจวัดของทั้ง [5 และ 6] ที่กล่าวมา คือ การวัดค่ากระแสไฟฟ้า ณ จุด ๆ เดียว (ที่ตู้ไฟฟ้าหลัก) แม้อาจจะทำให้ประหยัดต้นทุนในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าก็จริง แต่ไม่สามารถควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ในแต่ละจุดย่อยได้ การจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อาศัยความน่าจะเป็นที่อาจทำให้การจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดพลาด อีกทั้งระบบไม่สามารถรู้ตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น ผู้ใช้จำเป็นต้องรู้ที่ตั้งของอุปกรณ์นั้น ๆ เอง ดังนั้นงานวิจัย [5 และ 6] ไม่สามารถช่วยผู้ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้งานยังตำแหน่งอื่น ๆ ในบ้าน และต้องการควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวผ่านเครือข่ายทางไกล ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องใช้เครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สายเข้ามาช่วย โดยจำเป็นต้องวางอุปกรณ์รับรู้ไว้ใกล้เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละตัว ถึงจะสามารถตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์นั้น ๆ และควบคุมการเปิดปิดได้ แต่การซื้ออุปกรณ์รับรู้หลายๆชนิดมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นก็อาจจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายขึ้นอีกด้วย

คณะผู้วิจัยเห็นว่า ราคาของเครือข่ายไร้สายมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ทำให้คุ้มค่าหากเราสามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้า และควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละตัวโดยระบบสามารถควบคุมผ่านเครือข่ายได้แบบอัตโนมัติ ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้โดยไม่กระทบต่อพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

3. การติดตั้งเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย และ การจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้า

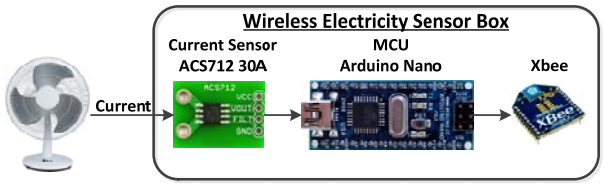
ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการจำแนกประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้า คณะผู้วิจัยออกแบบระบบโดยมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่: ส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ตรวจจับลักษณะการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด และส่วนการจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ระบบจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย

3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ตรวจจับลักษณะการใช้ไฟฟ้า

ในการวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้าแบบต่อในวงจร (In Line) โดยใช้ไอซีตรวจสอบกระแสไฟฟ้า เบอร์ ACS712-30A เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง -30A ถึง 30 A ซึ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากอุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้า จะถูกแปลงออกมาเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า โดยมีอัตราการแปลงค่าอยู่ที่ 66 mV/A ค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้านี้ จะถูกส่งมาให้แผ่นวงจร Arduino Nano [7] ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ATMEGA 32U4 โดยมีความเร็วนาฬิกาอยู่ที่ 16 MHz เป็นตัวประมวลผล โดยจะทำการเก็บข้อมูลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าจำนวน 4000 ตัวอย่าง แล้วจึงสรุปข้อมูลก่อนส่งไปให้กับเครื่องแม่ข่ายกลางผ่าน เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) [8] โดยมีรูปแบบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ของของอุปกรณ์รับรู้ไร้สาย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ตรวจวัดไร้สาย

ในการส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์มายังเครื่องแม่ขายกลางจะมีข้อมูลที่ส่ง ตามตารางที่ 1 ได้แก่ ค่าน้อยสุด (Min), ค่ามากสุด (Max), ค่ากลาง (Mean), ค่าเฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของค่าที่อ่านได้มาจากอุปกรณ์ตรวจวัดกระแส นอกจากนี้ยังส่งค่าเฉลี่ยกำลังสองของกระแสไฟฟ้าจริง (Root Mean Square) ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ในขณะนั้น

ตารางที่ 1: ตัวแปลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่ามาให้กับเครื่องแม่ข่าย

ตัวแปล	สมการ	ความหมาย
$D_{min,t}$	$Min\{D_i,\ldots,D_{i-3999}\}$	ค่าน้อยสุดของค่าที่วัด
$D_{max,t}$	$Max\{D_i,\ldots,D_{i-3999}\}$	ค่ามากสุดของค่าที่วัด
$D_{mean,t}$	$\frac{(D_{max,t}+D_{min,t})}{2}$	ค่ากลางของค่าที่วัด
$D_{avg,t}$	$\frac{D_t}{4000}$	ค่าเฉลี่ยของค่าที่วัด
$D_{sd,t}$	$\sqrt{\frac{1}{4000}\sum(D_i-D_{avg,t})^2}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าที่วัด
$I_{rms,t}$	$\sqrt{\frac{1}{4000}\sum I_i^2}$	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของกระแสไฟฟ้าจริง

D_t = ผลรวมข้อมูลที่อ่านจาก Sensor จำนวน 4000 รายการ
$= D_i + D_{i+1} + \ldots + D_{i-3999}$
I = ค่ากระแสไฟฟ้า

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบต้นแบบ ดังภาพที่ 3 และนำไปวัดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวน 8 ชนิด ตามตารางที่ 2 โดยทำการทดสอบชนิดละ 5 ตัว รวมทั้งหมด 40 ตัว

ภาพที่ 3: ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจวัดไร้สาย

เมื่อเครื่องแม่ข่ายรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้าที่ส่งผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อความ (Text File) ก่อนที่จะนำเข้าระบบฐานข้อมูล ตัวอย่างค่าข้อมูลที่ได้ถูกแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ข้อมูลที่เครื่องแม่ข่ายรับมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดไร้สาย

Date Time	MIN	MAX	MEAN	AVG	SD	IRMS
2013/02/26 06:59:56	509	510	509.50	509.54	0.50	0.04
2013/02/26 06:59:57	509	511	510.00	509.55	0.50	0.04
2013/02/26 06:59:59	509	511	510.00	509.53	0.50	0.04
2013/02/26 07:00:00	508	511	509.50	509.53	0.50	0.04
2013/02/26 07:00:01	509	511	510.00	509.54	0.50	0.04
2013/02/26 07:00:03	509	510	509.50	509.54	0.50	0.04
2013/02/26 07:00:04	430	511	470.50	484.94	30.72	2.39
2013/02/26 07:00:05	430	510	470.00	484.04	30.91	2.30
2013/02/26 07:00:06	430	510	470.00	484.01	30.87	2.28
2013/02/26 07:00:08	431	511	471.00	484.34	30.74	2.28
2013/02/26 07:00:09	431	510	470.50	484.59	30.66	2.31
2013/02/26 07:00:10	431	510	470.50	484.32	30.79	2.32

3.2 การจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้า

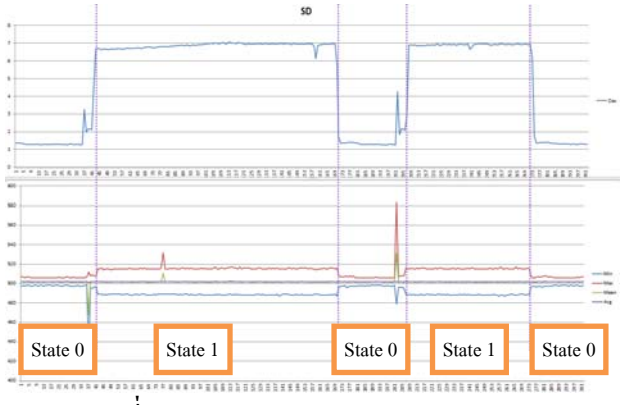
การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จะสามารถแยกสถานะของอุปกรณ์โดยดูได้จากค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานของการกินกระแสไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ ซึ่งจะแบ่งออกได้ 2 จำพวก คือ อุปกรณ์ไฟฟ้า แบบสองสถานะ (Single State) และอุปกรณ์แบบหลายสถานะ (Multiple States) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ลักษณะการใช้งานและสถานะของอุปกรณ์แต่ละชนิด

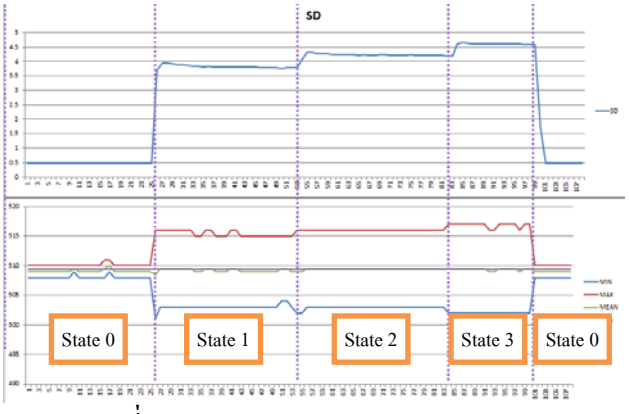
อุปกรณ์	ลักษณะใช้งาน	สถานะ
โคมไฟตั้งโต๊ะ	คนมีส่วนร่วม	Binary State
เครื่องรับโทรทัศน์	คนมีส่วนร่วม	Binary State
ตู้เย็น	เปิดทำงานตลอดเวลา	Binary State
พัดลม	คนมีส่วนร่วม	Multiple States
เครื่องเป่าผม	คนมีส่วนร่วม	Multiple States
เตารีด	คนมีส่วนร่วม	Binary State
เตาอบไมโครเวฟ	เปิดใช้และปิดเอง	Binary State
เครื่องคอมพิวเตอร์	คนมีส่วนร่วม	Binary State

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นแบบสองสถานะ เช่น โทรทัศน์ คณะผู้วิจัยพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตามการเปิดปิดอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4 ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นแบบหลายสถานะ ตัวอย่างเช่นลักษณะการใช้ไฟฟ้าของพัดลมในภาพที่ 5 (กราฟด้านบนแสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละสถานะ, กราฟด้านล่างแสดงถึงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่ากลาง และค่าเฉลี่ย) มีอยู่ 3 สถานะ หากดูจากค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด หรือค่าเฉลี่ย ของการเปิดพัดลมแต่ละเบอร์ จะพบว่าค่าเหล่านี้ไม่สามารถแยกสถานะของการใช้งานกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์นั้น ๆ ได้เลย ซึ่งแตกต่างจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการใช้กระแสไฟฟ้าพบว่าสามารถแยกสถานะได้อย่างชัดเจน

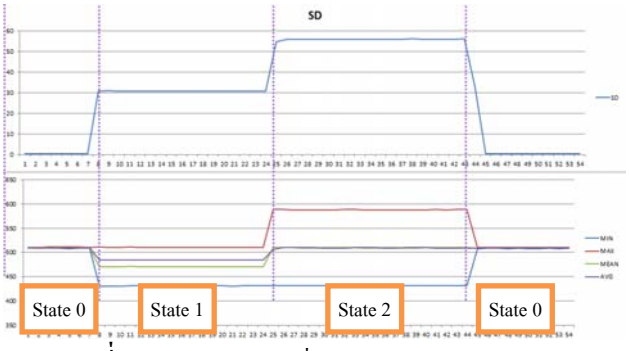
อย่างไรก็ตามค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่ากลาง และค่าเฉลี่ย นั้นยังมีความจำเป็นในการแยกอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะแล้วค่าเหล่านี้จะแปรผันตาม ตัวอย่างเช่น เครื่องเป่าผม ดังภาพที่ 6 จะเห็นว่าในสถานะที่ 1 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่ากลาง และค่าเฉลี่ย จะมีค่าต่ำ แต่เมื่อเปลี่ยนสถานะมาเป็นสถานะที่ 2 ค่าสูงสุดจะเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4: กราฟข้อมูลของโทรทัศน์เป็นแบบสองสถานะ



ภาพที่ 5: กราฟข้อมูลของพัดลมเป็นแบบหลายสถานะ



ภาพที่ 6: กราฟข้อมูลของเครื่องเป่าผมเป็นแบบหลายสถานะ

เทคนิคในการสร้างกฎ (Rule-Based) จากข้อมูลที่เก็บจะถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของค่าตัวแปรในแต่ละสถานะ และสร้างแบบจำลองกฎในการตัดสินใจ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 โดยลักษณะของกฎจะอยู่ในรูปแบบ IF … THEN … หลังจากนั้นนำข้อมูลที่สรุปได้มาจำแนกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

Item	Rule-Based	Light		TV		Refrigeration		Fan				Hair Dryer				Iron		Microwave		PC	
		0	1	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	0	1	0	1
Min	Xmin <=400																x		x		
	401 <= Xmin <=420														x						
	421 <= Xmin <=480													x							
	481 <= Xmin <=490				x																x
	Xmin >= 491	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		x	
Max	Xmax <=500																				
	501 <= Xmax <=520	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		x	x
	521 <= Xmax <=590												x								
	Xmax >= 591													x	x		x		x		
Mean	Xmean <=510	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x
	511 <= Xmean												x								
Avg	Xavg <=510	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	511 <= Xmean												x								
S.D.	Xsd <= 1.2	x				x		x				x				x		x			
	1.3 <= Xsd <=1.5			x			x													x	
	1.5 <= Xsd <=20		x																		
	2.1 <= Xsd <=4.0								x												
	4.1 <= Xsd <=5.0									x	x										
	5.1 <= Xsd <=6.0																				x
	6.1 <= Xsd <=25				x																
	26 <= Xsd <=40												x								
	41 <= Xsd <= 60																				
	60 <= Xsd <=65													x	x						
	66 <= Xsd <=95																		x		
	Xsd >= 95																x				

ภาพที่ 7: ตารางกฎในการจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้า

4. ผลการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอย่างชนิดละ 5 ตัวคละยี่ห้อคละรุ่นกัน โดยทดลองปิด และ เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ในทุกสถานะ จากผลการทดลอง ในตารางที่ 4 พบว่าระบบส่วนกลางสามารถใช้กฎในการจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าและสถานะได้ถูกต้อง โดยสามารถจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง ยกเว้นเตาอบไมโครเวฟมีการจำแนกอุปกรณ์ผิดผลาด 2 ตัว คิดเป็น 40% ของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเตาอบไมโครเวฟ ผลโดยรวมจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดจำนวน 40 ตัว พบว่ามีการตรวจสอบเต้าอบไมโครเวฟผิดพลาด 2 ตัว ซึ่งทำให้ค่าความผิดพลาดโดยรวมอยู่ที่ 5% ของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่ได้ทำการทดสอบ

ตารางที่ 4: ผลการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

อุปกรณ์	การทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด		
	จำนวน	ไม่ผ่าน	% ความผิดพลาด
โคมไฟตั้งโต๊ะ	5		0%
เครื่องรับโทรทัศน์	5		0%
ตู้เย็น	5		0%
พัดลม	5		0%
เครื่องเป่าผม	5		0%
เตารีด	5		0%
เตาอบไมโครเวฟ	5	2	40%
เครื่องคอมพิวเตอร์	5		0%
รวม	40	2	5%

5. สรุป

งานวิจัยนี้เสนอวิธีจำแนกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยกฎที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ระบบที่นำเสนอสามารถตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้าส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาที่ส่วนกลาง ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญ (Rule-Based Expert System) จะใช้กฎที่อิงกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติอื่น ๆ ในการจำแนกชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างแม่นยำ (มีค่าความผิดพลาดของทั้งระบบอยู่ที่ 5%) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เพื่อเป็นตัวช่วยในการประหยัดพลังงานในที่อยู่อาศัย

งานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป คณะผู้วิจัยวางแผนที่จะพัฒนาต่อให้ระบบสามารถจำแนกชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าหลากชนิดขึ้น อีกประเด็นหนึ่งคือการเพิ่มระยะทางและลดค่าความผิดพลาดของการส่งข้อมูลของตัวอุปกรณ์เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย นอกจากนี้ ระบบควรที่จะมีการสั่งงานให้ ปิด หรือ เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างชาญฉลาดโดยเพิ่มข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้และข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นภายในอาคาร

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยระบบการจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้การตรวจสอบพลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย เพื่อช่วยประหยัดพลังงานนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

[1] Chee-Yee Chong, and S. P. Kumar, “Sensor Networks: Evolution, Opportunities, and Challenges,” *Proceedings of IEEE*, Vol.91, No.8, 2003.

[2] D. Estrin, D. Culler, K. Pister, and G. Sukhatme, “Connecting the Physical World with Pervasive Networks,” *IEEE Pervasive Computing*, Vol.1, No.1, pp.59–69, 2002.

[3] G.J. Potttie and W.J. Kaiser, “Wireless Integrated Network Sensors,” *Communication of the ACM*, Vol.43, No.5, pp.551-58, 2000.

[4] Akyildiz,I.F., Weilian, S., Sankarasubramaniam, Y.,and Cayirci, “A survey on sensor networks,” *Communications Magazine, IEEE*, Vol.40, No.8, pp102 - 114., 2002.

[5] Shih-chiang Lee , Hsu, J.Y.-J. , Wan-rong Jih, “Applying power meters for appliance recognition on the electric panel,” *Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2010 the 5th IEEE Conference*, 2010.

[6] Schoofs, A., Guerrieri, A., Delaney, O'Hare, G. Ruzzelli, “ANNOT: Automated Electricity Data Annotation Using Wireless Sensor Networks,” *2010 7th Annual IEEE Communications Society Conference*, pp.1-9, 2010.

[7] Arduino.cc , *Arduino Nano User Manual*, http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf, pp. 1-5, 2012.

[8] Digi International Inc., *XBee®/XBee-PRO® RF Modules -802.15.4 - v1.xEx*,http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000982_K.pdf, pp. 1-70, 2012

การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด

Buddha Amulet Information Retrieval using Digital Images Combined with Feature Extraction and K-nearest Neighbor Techniques

ปฐมพล ฟักทอง (Patompon Fugthong)[1] และพยุง มีสัจ (Phayung Meesad)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]p.fugthong@hotmail.com, [2]pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพดิจิทัลโดยใช้เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดมีวิธีการคือนำภาพพระเครื่องแม่แบบ และภาพทดสอบจากกล้องดิจิทัลที่ถ่ายภาพในสภาวะควบคุม อาทิเช่น การควบคุมระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ ชิ้นพระเครื่อง ความเข้มของแสงในการถ่ายภาพ และพื้นหลังของวัตถุ เป็นต้น งานวิจัยนี้เน้นการค้นคืนข้อมูลพระเครื่องแบบเนื้อผง คุณสมบัติที่ใช้ในการสกัดข้อมูลภาพ ใช้การวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพด้วยเมทริกซ์ระดับเทา (Gray-Level Co-Occurrence Matrices : GLCM) โดยเก็บค่าการคำนวณทางสถิติจากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ 10 รูปแบบ และทำการทดสอบระบบโดยใช้แบบพระเครื่องชนิดเนื้อผงทั้งหมด 44 แบบ มีภาพทั้งสิ้น 1,400 ภาพ แบ่งเป็นข้อมูลภาพต้นแบบ จำนวน 880 ภาพ ข้อมูลภาพทดสอบเป็นภาพที่ระบบได้รู้จำแล้ว จำนวน 440 ภาพ ภาพที่ระบบยังไม่ได้รู้จำ จำนวน 440 ภาพ ผลของการประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำ (Precision) ของระบบ เท่ากับ 98.87% สำหรับภาพที่ไม่ได้รับการรู้จำ

คำสำคัญ: สกัดคุณลักษณะ วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด วิเคราะห์โครงร่างของภาพ เมทริกซ์ระดับเทา พระเครื่อง

Abstract

The propose of this research is to develop an information retrieval system to aid the identification of Buddha amulets. The information will be processed based on the K-nearest neighborhood technique which will identify each type of small or large Buddha amulet from a database. The texture analysis technique was applied in order to extract 10 features from images taken with a digital camera in the retrieval process. Moreover, a white paper background was used in each picture to insure a high standard of resolution, as most amulets are made from soil it is necessary to photograph them at close range. The study used the characteristics of Buddha amulets to design the classification algorithms, which consisted of ten feature extractions with texture analysis from Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices or (Gray-Level Co-Occurrence Matrices: *GLCM) to find the statistical texture measure. The experiments were conducted on more than 1,400 images from 40 different kinds of small Buddha amulets. The training data set was at around 880 Buddha amulet images. The system was tested using 440 images from the training data set and 440 images from the non-training data set. The result of these experimental tests yielded precision at 98.87% from the un-train test set. In conclusion, this developed system achieved all goals successfully.*

Keyword: Feature Extraction, K-nearest neighborhood, GLCM, Texture Analysis, Buddha amulet

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

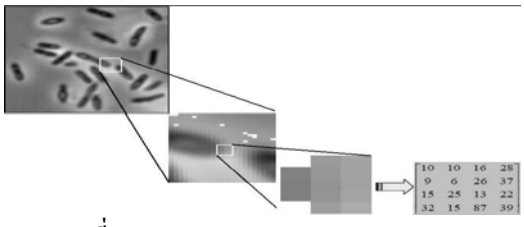
พระเครื่องรางของขลัง หรือเรียกสั้นๆ ว่า พระเครื่อง เป็นวัตถุขนาดเล็กที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ และมีรูปแบบเฉพาะทางพุทธศิลป์ การจำแนกชนิดของพระเครื่อง ส่วนใหญ่ใช้การ

สังเกตเนื้อมวลสาร พุทธศิลป์ในองค์พระตามประสบการณ์ที่เคยพบเห็นพระเครื่องชนิดนั้น ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนช่วยในการสืบค้นสิ่งต่างๆ บนระบบสารสนเทศ โดยใช้คีย์เวิร์ด (Keyword) ผลลัพธ์ที่ได้ มีความแม่นยำหรือไม่แม่นยำขึ้นกับการระบุคีย์เวิร์ด กรณีการสืบค้นพระเครื่อง ถ้าผู้สืบค้นไม่เคยพบเห็นพระเครื่องชนิดนั้นมาก่อน ข้อมูลที่ค้นคืนอาจไม่ถูกต้องตามต้องการ แต่ถูกต้องตามคีย์เวิร์ดที่ระบุไว้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีถูกต้องตรงตามต้องการ ภาพดิจิทัลเป็นแนวทางที่น่าสนใจ และช่วยเพิ่มความแม่นยำ รวมไปถึงความถูกต้องมากขึ้น โดยการค้นหาข้อมูลจากภาพดิจิทัลใช้การหาลักษณะเด่นหรือโครงร่างบนพื้นผิวภาพเป็นวิธีในการรู้จำรูปแบบ เทคนิคการสกัดคุณลักษณะของภาพมีวิธีที่หลากหลาย ภาพพระเครื่องชนิดพระผงเป็นภาพที่มีลักษณะทางพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างด้านกายภาพ เหมาะกับการสกัดค่าโครงร่างทางพื้นผิวของภาพ โดยอาศัยวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระดับสีเทาซ้ำๆ ในโครงร่างของภาพ (GLCM: Gray-Level Co-Occurrence Matrices)

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการค้นคืนข้อมูลพระเครื่องด้วยภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์โครงร่างของภาพ (Texture Analysis) เพื่อนำภาพดิจิทัลมาวิเคราะห์แบบข้อมูลเชิงเนื้อหา (Texture) โดยการวิเคราะห์โครงร่างของภาพจากเมทริกซ์ค่าระดับสีเทา ที่เรียกว่า Gray-Tone Spatial-Dependence Matrices หรือ (Gray-Level Co-Occurrence Matrices : GLCM) พิจารณาจากการเกิดค่าระดับเทาซ้ำๆ กันในโครงร่างของภาพนำมาคำนวณหาค่าสถิติลำดับที่ 2 และนำคุณลักษณะบางประการใช้เก็บค่าลักษณะโครงร่างของพื้นผิวภาพเพื่อจำแนก และค้นคืนข้อมูลของภาพด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest neighborhood)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกหรือรู้จำพระเครื่องจากภาพยังมีน้อยมากแต่สามารถประยุกต์วิธีการจำแนกวัตถุใดๆ จากภาพที่มีการนำเสนองานวิจัยโดยใช้เทคนิคต่างๆ ผสมกันเพื่อให้การจำแนกวัตถุจากภาพนั้นมีความแม่นยำมากขึ้น วัตถุที่นิยมนำมาทดสอบการจำแนกจากภาพ คือ เหรียญชนิดต่างๆ สาเหตุเป็นเพราะเหรียญใช้เพื่อซื้อสิ่งของตามตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติต่างๆ อย่างแพร่หลาย และมีตัวอย่างการทดลองอื่นๆ อีก เช่น การจำแนกใบไม้ [1] หรือการจำแนกเม็ดยา [2] เป็นต้น ขั้นตอนการจำแนกแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ การสกัดคุณลักษณะจากภาพ และนำมาเก็บไว้เป็นข้อมูลต้นแบบ เพื่อนำมาสู่การจำแนกหรือรู้จำวัตถุโดยใช้วิธีการต่างๆ ก่อนที่จะเข้าสู่การสกัดคุณลักษณะจากภาพสิ่งที่จำเป็นที่สุด คือ การลดขนาดของข้อมูลภาพลง ด้วยการแปลงข้อมูลจากภาพสีให้เป็นภาพโทนสีเทา (Grayscale) เพราะ ภาพสีประกอบด้วย จุดภาพ (pixel) มาเรียงต่อกันเป็นภาพ ในระบบสี RGB ประกอบด้วยเมตริกซ์ขนาด 2D ซ้อนกันจำนวน 3 เมตริกซ์ ซึ่งแสดงค่าความเข้มของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินอย่างละ 8 บิต รวม 24 บิต ซึ่งมีขนาดใหญ่ จึงย่อให้เป็นภาพโทนสีเทาซึ่งมีระดับสี คือ 0-255 (8 บิต) [3] ทำให้สามารถย่อขนาดของข้อมูลลงได้มาก

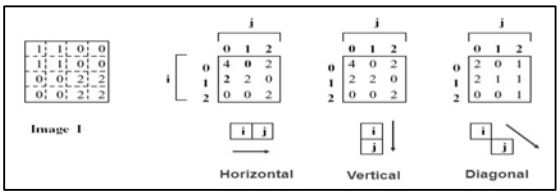


ภาพที่ 1: ลักษณะค่าในแต่ละจุดภาพของภาพระดับสีเทา

2.1 การสกัดคุณลักษณะจากภาพ

เป็นวิธีสำหรับหาจุดเด่นของภาพเพื่อนำมาเป็นตัวแทนของภาพโดยการแปลความข้อมูลภาพ ของมนุษย์ในการวิเคราะห์ภาพสี (Color Image) ใช้ข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อมูลเชิงความถี่ (Spectral) คือ ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงโทนสี (Tone) ในช่วงความถี่ต่างๆ 2) ข้อมูลเชิงพื้นผิว (Textural) คือ การกระจายเชิงพื้นที่การเปลี่ยนแปลงโทนสีภายในช่วงความถี่ 3) ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Contextual) คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพ ซึ่งความแตกต่างระหว่างข้อมูลเชิงความถี่โทนสี และข้อมูลเชิงพื้นผิวโทนสี คือ ข้อมูลเชิงความถี่เน้นหาค่าสีเทาของจุดภาพ ส่วนข้อมูลเชิงพื้นผิวเน้นการกระจายของโทนสีเทาทั้งภาพ [4] วิธีการหาค่าลักษณะเด่นมีหลากหลาย เช่น การหาขอบภาพ และตัดขอบภาพ (Edge Detection) ใช้เพื่อหาขอบวัตถุ และลวดลายบนภาพข้อดี คือ สามารถเห็นความแตกต่างของวัตถุได้ดีใช้กันมากในกลุ่มตัวอย่างที่รูปทรงแตกต่างกัน และรายละเอียดบนวัตถุมีน้อย ข้อเสีย คือ การหาค่าตรวจสอบ (Threshold) ให้มีประสิทธิภาพทำได้ยาก และขึ้นอยู่กับความละเอียดลายบนวัตถุ [5], [6] การใช้เทคนิค

Unwrap Image เป็นวิธีการลอกลายรูปภาพโดยหาจุดศูนย์กลางจุดหมุน และคลี่ออกเป็นแผ่นเพื่อเก็บค่าคุณลักษณะเหมาะสำหรับวัตถุกลม [7] โดยการใช้ฮิสโตรแกรมกราฟ (Histogram Graph) วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนภาพให้เป็นภาพโทนเทา เพราะใช้การเก็บค่าแม่สี RGB แต่ละจุดยอดมาเป็นค่าคุณลักษณะเฉพาะ [8] การเก็บภาพในแต่ละทิศทางการหมุน (Rotation Invariance) เป็นการเปลี่ยนทิศทางการวางของวัตถุให้ต่างกัน และเก็บค่าคุณลักษณะเฉพาะในแต่ละทิศทางแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบ [6] การหาพื้นที่ภายในวัตถุจากภาพแบบต่างๆ เช่น Ripple Feature, Vein Feature เป็นการกำหนดค่าของการตรวจสอบ (Threshold) ที่เหมาะสมในการหาขอบภาพหรือการตัดขอบภาพแล้วนับจำนวน pixel ในพื้นที่นั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับวัตถุที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน เช่น ใบไม้ เทคนิคการสกัดคุณลักษณะที่เลือก คือการสกัดคุณลักษณะจากข้อมูลเชิงพื้นผิวภาพ โดยเทคนิควิเคราะห์ภาพด้วยสถิติลำดับที่ 2 ที่เรียกว่า ค่าเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระดับเทา (GLCM:Gray-Level Co-Occurrence Matrices) พิจารณาจากการนับจำนวนคู่จุดภาพ (k, l) และ (m, n) ที่อยู่ใกล้กัน (Neighboring Cells) มาสร้างเมทริกซ์จำนวนความสัมพันธ์ (Count Matrix) สามารถพิจารณาได้ 4 ระดับ คือแนวนอน (Horizontal) ที่ 0° ระดับแนวตั้ง (Vertical) ที่ 90° หรือแนวทแยงมุม (Diagonal) ที่ 45° และ135°ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: นับจำนวนคู่จุดภาพแนวตั้งและแนวนอน

เมื่อได้เมทริกซ์จำนวนความสัมพันธ์ นำมาทำเป็นเมทริกซ์สมมาตร (Symmetrical matrix) จากนั้นนำมารวมกับเมทริกซ์จำนวนความสัมพันธ์เดิม เมื่อได้เมทริกซ์ความสัมพันธ์ใหม่แล้วทำการแปลงให้เป็นเมทริกซ์ความน่าจะเป็น (Probability Matrix) จากสมการที่ (1) โดยที่ $C_d(m,m)$ เป็นเมทริกซ์ความสัมพันธ์

$$P(m,n) = \frac{1}{All_pair_of_pixel_used} C_d(m,m) \qquad (1)$$

เมื่อได้ค่าความเป็นไปได้ของการเกิดความสัมพันธ์ (Co-occurrence) สามารถนำเมทริกซ์ความสัมพันธ์ที่ได้สร้างค่าวัดเนื้อภาพได้เช่น Autocorrelation, Dissimilarity, Correlation, Entropy, Sum Entropy, Difference Entropy, Information measure of correlation, Sum Variance, Cluster Shade, Homogeneity

2.2 เทคนิคการจำแนกและการรู้จำ

การจำแนกและการรู้จำนั้น เป็นการนำค่าคุณลักษณะเฉพาะที่หาด้วยวิธีต่างๆมาเป็นข้อมูลเรียนรู้ (Training Data) เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกโดยส่วนมากจะเป็นเทคนิควิธีการที่ใช้การหาระยะห่างของข้อมูลเปรียบเทียบความใกล้เคียงกัน โดยมีเทคนิคให้เลือกตามความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง คือ K-Nearest Neighborhood เป็นวิธีการจำแนกแบบ Non Parametric estimation มีประสิทธิภาพดี สำหรับข้อมูลที่มีการกระจัดกระจายมาก มีขั้นตอน คือ กำหนดขนาดขอบเขตของ K โดยคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลที่ต้องการพิจารณากับข้อมูลตัวอย่างเรียงลำดับของระยะห่าง และเลือกพิจารณาชุดข้อมูลที่ใกล้จุดที่ต้องการวิธีนี้เหมาะกับข้อมูลอินพุตที่มาก [1] ในวิธีการที่ใช้การหาระยะห่างของข้อมูลอีกวิธีหนึ่ง คือ Eigenspace Approach โดยใช้หลักการ Euclidean Distance ในการเปรียบเทียบระยะทาง [9] ในการใช้ Vector Space Model เป็นอีกวิธีหนึ่งในการหาระยะห่างโดยการใช้ Fourier Coefficients [5] การใช้หลักทางสถิติ (Statistical Approach) มาใช้เทียบเคียงกับค่าคุณลักษณะเฉพาะที่มีอยู่ [8] การใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบต่างๆ (Neural Network) ใช้มากในงานวิจัยเกี่ยวกับเหรียญที่มีกลุ่มคำตอบ (Target) ที่ไม่มากเกินไป [10], [11], [12]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

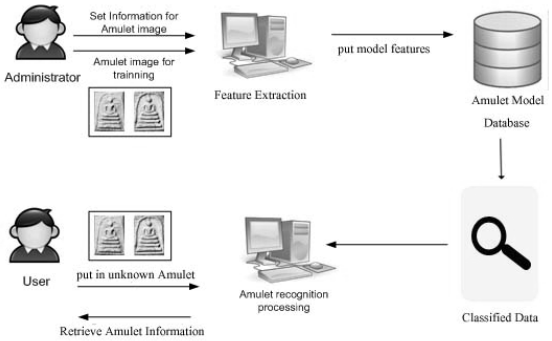
ปัญหาที่พบในการค้นคืนข้อมูลข้อมูลพระเครื่อง คือการใช้คีย์เวิร์ดตัวอักษร ผู้สืบค้นต้องรู้คำสำคัญเกี่ยวกับพระเครื่อง จึงระบุคำค้นที่ต้องการได้ สำหรับผู้ที่ไม่มีคำค้นที่ตรงกับพระเครื่อง เมื่อสืบค้นโดยระบบสารสนเทศในการค้นคืน ทำให้ยากต่อการสืบค้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้เสนอการค้นคืนข้อมูลพระเครื่องด้วยภาพดิจิทัลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการสกัดคุณลักษณะแบบวิเคราะห์โครงร่างเชิงพื้นผิวของภาพและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด เพื่อค้นคืนข้อมูลพระเครื่องให้ถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

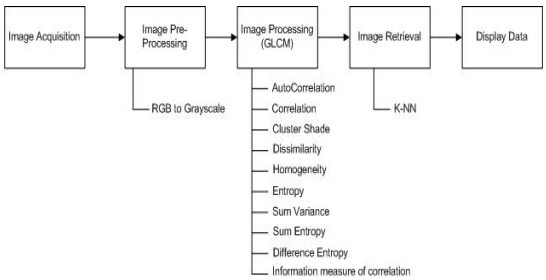
3.2.1 ภาพรวมของระบบ

ทำการเก็บรวบรวมภาพพระเครื่องที่มีไว้ในคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการสกัดคุณลักษณะจากภาพด้วยการวิเคราะห์โครงร่างเชิงพื้นผิว 10 แบบ จากนั้นทำการค้นหาข้อมูลภาพ เพื่อระบุภาพและข้อมูลพระเครื่องที่ถูกต้องพร้อมแสดงผลทางจอภาพ ดังภาพที่ 3



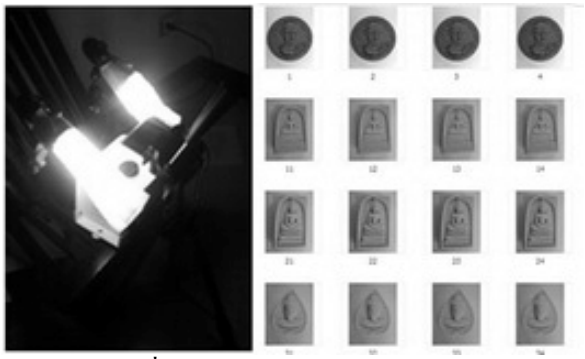
ภาพที่ 3: แนวคิดในการออกแบบภาพรวม

การออกแบบระบบ ระบบประกอบด้วย 5 ส่วนคือ 1) การนำภาพเข้าสู่ระบบ 2) การปรับแต่งภาพก่อนการประมวลผล 3) การประมวลผลภาพ 4) การค้นคืนข้อมูลภาพ 5) การแสดงผลข้อมูลพระเครื่องตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ

ขั้นตอนที่ 1 นำภาพพระเครื่องเข้าในระบบจากกล้องดิจิทัลที่ถ่ายในสถานที่ควบคุมแสงและระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การเก็บข้อมูลภาพถ่ายพระเครื่อง

ขั้นตอนที่ 2 ทำการแปลงจากภาพสีเป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) เพื่อลดขนาดมิติของข้อมูลโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ (2) [7]

$$\text{Gray} = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad (2)$$

ขั้นตอนที่ 3 การหาค่าคุณลักษณะโครงร่างเชิงพื้นผิวจากค่าสถิติลำดับที่ 2ใช้ค่าความน่าจะเป็นที่ได้จาก Co-Occurrence Matrix มาคำนวนหาค่าสถิติดังสมการที่ (3-12)

$$\text{Entropy} = -\sum_i \sum_j p(i,j)\log(p(i,j)) \quad (3)$$

$$\text{Autocorrelation} = \frac{\sum_{u=0}^{n}\sum_{v=0}^{n} I(u,v)I(u+x,v+y)}{\sum_{u=0}^{n}\sum_{v=0}^{n} I^2(u,v)} \quad (4)$$

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_i \sum_j (ij)p(i,j) - \mu_x\mu_y}{\sigma_x\sigma_y} \quad (5)$$

$$\text{Cluster Shade} = \sum_{i=0}^{G-1}\sum_{j=0}^{G-1}\{i+j-\mu_x-\mu_y\}^3 \times P(i,j) \quad (6)$$

$$\text{Dissimilarity} = \sum_{ij=1}^{n} P_d|i-j| \quad (7)$$

$$\text{Homogeneity} = \sum_{ij=1}^{n} \frac{P_d}{1+|i-j|} \quad (8)$$

$$\text{Sum variance} = \sum_{i=2}^{2ng} (i-f_8)^2 P_{x+y}(i) \quad (9)$$

$$\text{Sum entropy} = -\sum_{i=2}^{2ng} P_{x+y}(i)\log\{P_{x+y}(i)\} \quad (10)$$

$$\text{Difference entropy} = -\sum_{i=0}^{ng-1} P_{x-y}(i)\log\{p_{x-y}(i)\} \quad (11)$$

$$\text{Information measure of correlation} = \frac{HXY - HXY_1}{\max\{HX, HY\}} \quad (12)$$

โดยที่ i, j แสดงถึงค่าระดับสีเทา n เป็นจำนวนของระดับสีเทาบนภาพ $P_{i,j}$ เป็นความน่าจะเป็นของพิกเซลตำแหน่งแถวที่ i หลักที่ j ในแต่ละภาพ μ เป็นค่าเฉลี่ยของค่าที่ได้จากเมทริกซ์ GLCM และ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในเมทริกซ์ GLCM เมื่อหาค่าที่ได้จากการวิเคราะโครงร่างเชิงพื้นผิวทั้ง 10 แบบแล้ว จะนำ 2 ค่าคือค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในแต่ละแบบเก็บเป็นชุดข้อมูลแม่แบบ (Data Set)

ขั้นตอนที่ 4 การจำแนกพระเครื่องโดยใช้เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighborhood) โดยหาค่า Euclidean Distance โดยใช้สมการที่ (13)

$$D_{Eucli} = \sqrt{(F_{1test} - F_{1train})^2 + (F_{2test} - F_{2train})^2} \quad (13)$$

ระหว่างค่าคุณลักษณะ 10 แบบของข้อมูลต้นแบบกับค่าคุณลักษณะ 10 แบบของชุดข้อมูลทดสอบ กำหนดค่า K = 3 ซึ่งเป็นค่าขอบเขตความใกล้เคียงข้อมูล 3 ค่าแล้วโหวตคลาสที่ใกล้เคียงที่สุดตามลำดับความห่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้การพัฒนาระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ในส่วนของการสกัดคุณลักษณะพิเศษจากภาพด้วยการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ และการทดสอบการค้นคืนข้อมูลพระเครื่องจากภาพ ด้วยเทคนิคของการค้นคืนข้อมูลแบบวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbourhood) ด้วยโปรแกรม Matlab R2012a และระบบจัดการฐานข้อมูลใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2008 R2 เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลภาพพระเครื่อง และค่าการวิเคราะห์โครงร่างทางพื้นผิวภาพทั้ง 10 แบบ

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบงาน

การค้นคืนข้อมูลพระเครื่องด้วยรูปภาพด้วยเทคนิคการสกัดคุณลักษณะและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด การทดสอบประสิทธิภาพของระบบงาน โดยวัดค่าเฉลี่ยของค่าความแม่นยำ (Precision)

4. ผลการทดลอง

การทดลองใช้ข้อมูลพระเครื่องจำนวน 44 แบบมีจำนวนภาพต้นแบบ 20 ภาพ ต่อ 1 แบบพระ และมีชุดภาพทดสอบที่ถ่ายในสภาพแวดล้อมเดียวกันกับภาพแม่แบบ (Non-Training Data) 10 ภาพ รวมทั้งสิ้นมากกว่า 1,400 ภาพ และภาพที่ใช้มีขนาด 320x427 pixel นามสกุลเป็นแบบ .jpg และใช้ค่าการวิเคราะห์โครงร่างเชิงพื้นผิว 10 วิธี คือ Autocorrelation, Correlation, Information measure of correlation, Entropy, Dissimilarity, Homogeneity, Cluster Shade, Sum Entropy, Sum Variance, Difference Entropy โดยผลการทดลองที่ได้เป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบ

ชื่อพระเครื่อง	จำนวนภาพ	ค้นหาถูกต้อง	ค้นหาไม่ถูกต้อง
พระเทพวิสุทธิโสภณ	10	10	0
หลวงพ่อองค์แสน	10	9	1
พระไพรีพินาศ	10	10	0
หลวงพ่อคูณ ปริสุทโธ	10	10	0
พระสมเด็จ	10	10	0
พระพุทธชินสีห์	10	10	0
พระสมเด็จนางพญา	10	10	0
สมเด็จพระสมณโคดม	10	10	0
พระนางพญาเข่าโค้ง	10	10	0
พระสมเด็จ	10	10	0
พระมหาบัว-หลวงพ่อเชิด	10	10	0
หลวงพ่อพระกาฬ	10	10	0
พระพุทธโธคลัง	10	10	0
พระไพรีพินาศ	10	10	0
สมเด็จพุฒาจารย์ โต	10	10	0
พระสมเด็จ	10	10	0
พระแม่ย่าเมืองสุโขทัย	10	10	0
หลวงพ่อทวด	10	10	0
พระพิฆเนศวร	10	10	0
พระเทพวิสุทธิญาณ	10	10	0
พระสมเด็จพุฒาจารย์	10	10	0
พระพุทธนวมินทรมหาจักรี	10	10	0
หลวงพ่อคูณ ปริสุทโธ	10	10	0
พระสมเด็จ	10	9	1
พระพุทธสิริกิติ์ฑีฆายุมงคล	10	10	0

ตารางที่ 1 (ต่อ): ผลการทดสอบ

พระสมเด็จ	10	10	0
พระปิดตาหลวงปู่โต๊ะ	10	10	0
พระสมเด็จ	10	10	0
พระสมเด็จ	10	9	1
หลวงพ่อหมอ	10	10	0
พระเนื้อผงสังฆจาย	10	9	1
หลวงพ่อทวด	10	10	0
หลวงพ่อเขียว	10	10	0
พระพุทธชยันตี	10	10	0
หลวงปู่แดง อิมโล	10	10	0
หลวงพ่อยิด	10	10	0
หลวงพ่อทวด	10	10	0
หลวงพ่อบ้านแหลม	10	9	1
หลวงพ่อพุทธโสธร	10	10	0
หลวงพ่อเปิ่น	10	10	0
พระปิดตามหาลาภ	10	10	0
สมเด็จพระพุทธเจ้าเมตตา	10	10	0
รวม	**440**	**435**	**5**

5. สรุปผลการทดลอง

การค้นคืนข้อมูลโดยนำเอาเทคนิคการสกัดคุณลักษณะแบบวิเคราะห์โครงร่างเชิงพื้นผิวภาพมาใช้ในการสกัดหาค่าสถิติลำดับที่ 2 เพื่อใช้เป็นคุณลักษณะพิเศษเฉพาะภาพ และใช้การจำแนกข้อมูลแบบเพื่อนบ้านใกล้สุดในการจำแนกภาพพระเครื่องเพื่อสืบค้นข้อมูลพระเครื่องจากการวิจัยพบว่าในการใช้การวิเคราะห์โครงร่างเชิงพื้นผิวภาพจำนวน 10 แบบทำให้การค้นคืนได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 98.87% อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจำแนกพระเครื่องยังมีน้อยและจำนวนแบบและรุ่นของพระเครื่องมีมากจึงต้องใช้เวลาในเก็บข้อมูลพระเครื่องและอาจใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบพื้นผิวร่วมกับวิธีการอื่นๆอาจทำให้การค้นคืนมีความแม่นยำขึ้นและแก้ไขข้อจำกัดในการควบคุมสภาวะของแสงกับระยะห่างที่มีผลต่อความแม่นยำของการค้นคืนด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] C. Pornpanomchai, S. Rimdusit, P. Tanasap and C. Chaiyod. " Thai Herb Leaf Image Recognition System (THLIRS)". Nat. Sci. , pp. 551-562, 2005.

[2] จารวี ฉันทสิทธิพร. การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่ายโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท.*วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 2548.

[3] ณัฐนันท์ ปรัชญาธิวัฒน์. การตรวจจับ ติดตาม และการแทรกภาพโฆษณาบนลำดับภาพกีฬาฟุตบอล. *โครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2553

[4] S.Selvarajah and S.R. Kodituwakku . "Analysis and Comparison of Texture Features for Content Based Image Retrieval ". *International Journal of Latest Trends in Computing*, Volume 2, Issue 1, pp. 108-113, March 2011.

[5] P. Chomtip. "Buddhist Amulet Recognition System (BARS)". Second International Conference on Computer and Network Technology, IEEE, pp. 495-499, 2009.

[6] P.Thumwarin, S.Malila, P.Janthawong and W.Pibulwej. ."A Robust Coin Recognition Method with Rotation Invariance". *International Conference on Communications, Circuits and Systems Proceedings, IEEE*, pp. 520-523, 2006.

[7] C.Huahua. "Chinese Coin Recognition Based on Unwrapped Image and Rotation Invariant Template Matching". *Third International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems*,pp. 5-7, *2010*

[8] R.Hussein and Al-Zoubi. "Efficient Coin Recognition Using a Statistical Approach". IEEE., 2010

[9] H.Reinhold Huber. "Classification of coins using an eigenspace approach"., Advanced Computer Vision GmbH – ACV., Elsevier B.V., *Pattern Recognition Letters 26* , pp.61–75, 2005.

[10] F.Minoru. "Rotation-Invariant Neural Pattern Recognition System with Application to Coin Recognition". *IEEE Trans. Neural Networks*, Vol.3, No. 2, pp. 272-279, March 1992.

[11] M.Shatrughan. "Automated Coin Recognition System using ANN". International Journal of Computer Applications., pp. 13-18, July 2011.

[12] R. Bremananth, B. Balaji, M. Sankari and A. Chitra. "A New Approach to Coin Recognition using Neural Pattern Analysis", *Indicon 2005 Conference,IEEE.*, pp. 366-370, Dec 2005.

การปรับใช้ MHI กับท่าทางของมนุษย์ที่มีการเคลื่อนที่ที่ซ้ำแนวเดิม
Utilizing MHI for Human's Gesture with Repeating-path Trajectory

ภาวินี จรูญพันธุ์ (Pawinee Jaroonphan)[1] และนงลักษณ์ โควาวิสารัช (Nongluck Covavisaruch)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]Pawinee.J@student.chula.ac.th, [2]nongluk.c@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการปรับใช้ Motion History Image หรือ MHI จากวีดิทัศน์เพื่อแสดงบริเวณและวิถีของการเคลื่อนที่ของท่าทางของมนุษย์ที่ซ้ำแนวเดิม ทั้งนี้แม้ว่าวิธีการสร้าง MHI นั้นง่ายและนิยมใช้อย่างแพร่หลายแต่ก็ไม่เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนที่ซ้ำแนวเดิม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเสนอวิธีแก้ปัญหาด้วยการหาเฟรมที่แสดงถึงช่วงกึ่งกลางของท่าทาง เพื่อแยกวีดิทัศน์ออกเป็นสองส่วนที่มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพไม่ทับซ้อนกัน จากการทดลองกับวีดิทัศน์ที่แสดงการเตะ การผลักและการต่อยจำนวน 33 ชุด พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทางได้ถูกต้องเฉลี่ย 67% สำหรับทั้ง 3 ท่าทาง และถูกต้องสูงสุดถึง 91% ในท่าเตะ ทำให้สามารถใช้ MHI เพื่อสื่อถึงบริเวณและแนวทางการเคลื่อนที่ตามลำดับก่อนหลังของการเคลื่อนที่เหล่านี้ได้ถูกต้องชัดเจนกว่าการใช้ MHI โดยไม่แบ่งช่วงของวีดิทัศน์ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: Motion History Image (MHI) วิถีการเคลื่อนที่ซ้ำแนวเดิม ท่าทาง

Abstract

This paper presents an approach to modify Motion History Image (MHI) to represent human's motion with repeating-path trajectory from a video clip. Although MHI is easy to create and widely used, it does not suit motion that has repeating-path trajectory. Hence, we propose a method to identify the mid-action frame in order that the motion in each half of the video clip does not have repeating path. From our experiments with 33 video clips of human's kicking, pushing and punching, it is found that our method can correctly identify the mid-action video frames with an average success rate of 67% for all three gestures, with the highest success rate of 91% for kicking. Therefore, with our approach, MHI can be applied to represent the motion with repeating-path trajectory in a more correct and better way than using the MHI alone.

Keyword: Motion History Image (MHI), gesture, repeating-path trajectory

1. บทนำ

Motion History Image (MHI) ถูกนำเสนอโดย Bobick และ Davis [1, 2] เพื่อใช้แสดง "วิถี" การเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพวีดิทัศน์ด้วยภาพเพียงภาพเดียว เพื่อแสดงถึง 'บริเวณ' ของการเคลื่อนที่ว่าอยู่ส่วนใดของภาพ และแสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุว่าเป็นไป 'ตามลำดับอย่างไร'

MHI เป็นที่นิยมใช้กับงานด้านการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ (Motion Analysis) และ การรู้จำท่าทาง (Action Recognition) เพราะคำนวณง่าย ทนทาน และสามารถใช้กับภาพที่มีความละเอียดต่ำได้ดี ในงานด้านการรู้จำท่าทางที่ใช้ MHI แสดงการเคลื่อนที่ จะแยกประเภทและรู้จำข้อมูลด้วยการใช้การเปรียบคู่กับแผ่นแบบ (Template matching) โดยการเก็บข้อมูล MHI ที่เป็นแผ่นแบบไว้ก่อนแล้วจึงนำ MHI ที่ต้องการทดสอบมาเปรียบคู่กับแผ่นแบบ

อย่างไรก็ตาม MHI มีข้อจำกัดคือ ไม่เหมาะกับภาพประเภทที่มีพื้นหลังที่มีการปรับเปลี่ยนบ่อย ๆ (Dynamic background) [3] ในกรณีที่ดึงเฉพาะส่วนที่มีการเคลื่อนที่ในชุดภาพออกมาด้วยการใช้วิธีพื้นฐานเช่น การหักลบพื้นหลัง (Background Subtraction) หรือการหาความต่างระหว่างภาพ (Frame Differencing) และ MHI ยังไม่เหมาะกับการเคลื่อนที่ที่มีวิถีซ้ำกับแนวเดิม (Overwriting) [4, 5, 6, 7] เพราะจะทำให้การ

เคลื่อนที่ที่แสดงใน MHI ผิดเพี้ยนไปเช่นกันเนื่องจากเกิดการทับซ้อนกับของแนวการเคลื่อนที่ก่อนหน้า (History of motion) นอกจากนี้ MHI ยังมีข้อจำกัดคือสามารถสื่อได้เฉพาะโครงสร้างของบริเวณที่มีการเคลื่อนที่เท่านั้น แต่จะไม่สามารถแสดงถึงรายละเอียดการเคลื่อนที่ภายในแต่ละบริเวณได้ [8, 9]

ข้อมูลที่ใช้ในบทความนี้เป็นภาพวิดีโอของมนุษย์ที่แสดงท่าทางต่างกัน วิดีทัศน์หนึ่งชุดประกอบด้วยการแสดงหนึ่งท่าทางต่อหนึ่งคน ซึ่งลักษณะของท่าทางเป็นการเคลื่อนที่เป็นชนิดที่วิถีการเคลื่อนที่ไปกลับซ้ำแนวเดิม (Overwriting)

บทความนี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ หัวข้อแรกนี้กล่าวถึงบทนำ หัวข้อต่อไปกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงวิธีการสกัด MHI เพื่อแสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุ หัวข้อที่ 4 นำเสนอวิธีการหาเฟรมกึ่งกลางของการเคลื่อนที่จากชุดภาพของการเคลื่อนที่ที่ซ้ำแนวเดิม หัวข้อถัดไปแสดงถึงการทดลองและผลการทดลอง จากนั้นเป็นการวิเคราะห์และสรุปผล และหัวข้อสุดท้ายจะบอกทิศทางของงานวิจัยที่จะดำเนินต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้สนใจเฉพาะการเคลื่อนที่ที่มีวิถีไปกลับและซ้ำแนวเดิมซึ่งเป็นข้อจำกัดหนึ่งของ MHI จากการค้นคว้าพบว่ามีงานวิจัยต่าง ๆ ที่เสนอทางแก้ปัญหานี้ดังนี้

ปี 2004 Valstar และคณะ [6, 7, 10] ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการใช้ Multiple-level MHI (MMHI) ซึ่งเป็นการระบุค่าของ *'ประวัติการเกิดเหตุการณ์' (History)* ให้กับแต่ละตำแหน่งในภาพ โดยให้ *'จำนวนของลำดับเหตุการณ์' (History levels)* เป็น n และจำนวนของเฟรมภาพเป็น n+1 จากนั้นกำหนดความต่างของค่าความเข้มแสงในแต่ละลำดับเหตุการณ์ห่างกันเท่ากับ s (ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ s = 255/n เป็นต้น) ซึ่งจะเป็นการระบุชัดเจนว่าลำดับเฟรมที่เท่าไหร่เป็นสีไหน โดยงานวิจัยนี้นำมาประยุกต์ใช้กับการแสดงออกของใบหน้า (Facial Action) ซึ่งผลที่ได้ไม่ค่อยดีนักและให้ค่าความถูกต้องน้อยกว่าการใช้ MHI อย่างเดียว [10]

ต่อมาในปี 2008 Ahad และคณะ [4] ได้ใช้ Directional MHI (DMHI) แก้ปัญหาที่วิถีการเคลื่อนที่ซ้ำแนวเดิมนี้ โดยใช้ Gradient-based Optical Flow เป็นตัวแสดงการเคลื่อนที่ระหว่างเฟรมต่อเฟรม และแยกออกเป็น 4 แบบ คือ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งทั้งขึ้นและลง ($\pm y$) และการเคลื่อนที่ในแนวนอนทั้งซ้ายและขวา ($\pm x$) วิธีนี้จะบอกทิศทางการเคลื่อนที่และสามารถแก้ปัญหาการเคลื่อนที่ทับแนวเดิมได้ดี แต่ข้อมูลที่แยกเป็น 4 แบบจะมีขนาดใหญ่และใช้เวลาในการคำนวณเพิ่มมากขึ้น

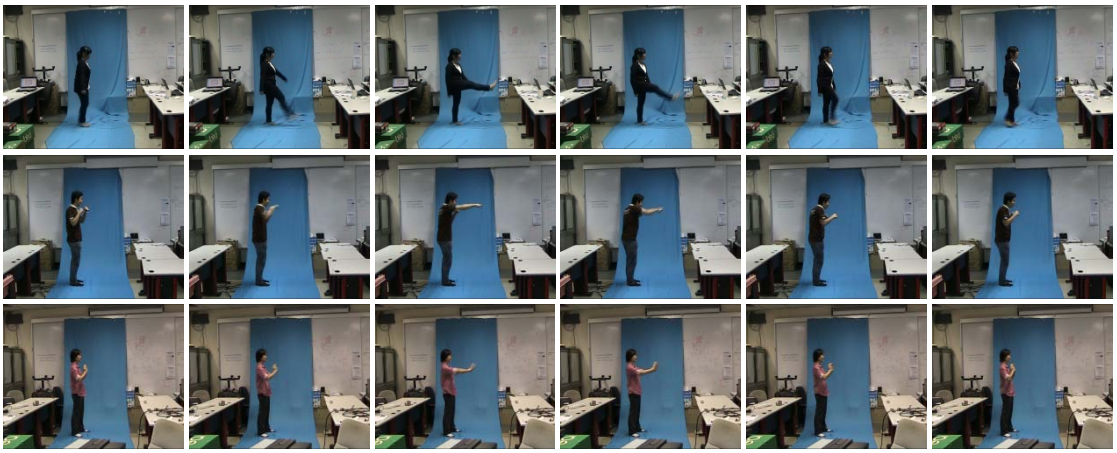
ในปีเดียวกัน Kellokumpu และคณะ [11] ได้ใช้วิธีการสกัด Local Binary Pattern (LBP) histogram ออกจาก MHI และ MEI เพื่อเป็นฟีเจอร์สำหรับสร้างโมเดลของท่าทาง ซึ่งคำนวณได้จากการแบ่ง MHI และ MEI ออกเป็น 4 ส่วน โดยยึดเอาจุดศูนย์กลางของโครงร่างเป็นตัวแบ่ง และใช้ LBP สร้าง histogram ของแต่ละส่วน จากนั้นจึงสร้างโมเดลด้วย HMMs (Hidden Markov Model) วิธีนี้สามารถช่วยแก้ปัญหาวิถีการเคลื่อนที่ซ้ำแนวเดิมได้ดี แต่การแบ่งส่วนข้อมูลลักษณะนี้อาจไม่เหมาะสำหรับทุกท่าทางก็ได้ [12]

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า งานเหล่านี้สนใจแก้ปัญหาการเคลื่อนที่ที่มีวิถีซ้ำแนวเดิมด้วยการปรับปรุง MHI [4, 6, 7, 10] ซึ่งมีทั้งผลดีและผลเสีย ส่วนงานของ Kellokumpu และคณะ [11] เป็นการแก้ไขโดยเลือกตัวแทนฟีเจอร์เป็นลักษณะอื่น

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อดีของ MHI ที่มีคุณสมบัติในการคำนวณง่ายและสามารถใช้ได้ดีกับภาพที่มีความละเอียดต่ำ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะปรับวิธีการใช้งาน MHI เพื่อให้เหมาะกับการเคลื่อนของมนุษย์ที่มีวิถีซ้ำแนวเดิมโดยการแบ่งชุดภาพวีดิทัศน์เป็นสองส่วนที่แยกการเคลื่อนที่ที่มีแนวทางซ้อนทับกันออกจากกัน

3. Motion History Image (MHI)

Motion history Image หรือ MHI [1, 2, 12] เป็นวิธีการหนึ่งที่แสดงตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุจากแต่ละเฟรมในภาพวีดิทัศน์หนึ่งชุดตามลำดับเหตุการณ์มารวมกันไว้ในภาพเดียว และแสดงค่าแต่ละบริเวณนั้นด้วยค่าความเข้มแสงต่าง ๆ กันเพื่อสื่อถึงลำดับการเกิดเหตุการณ์ก่อนหรือหลัง บริเวณที่มีความเข้มแสงที่มากที่สุด (หรือสว่างที่สุด) สื่อถึงบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ผ่านล่าสุดหรือปัจจุบันที่สุด ส่วนบริเวณที่มีการเคลื่อน



ภาพที่ 1 : ตัวอย่างภาพการเคลื่อนที่ที่มีวิถีการเคลื่อนไปกลับซ้ำแนวเดิม

ที่ผ่านเฟรมก่อนหน้าก็จะแสดงด้วยค่าความเข้มแสงที่ลดลงตามลำดับการเกิดเหตุการณ์ โดยที่เฟรมที่แสดงการเคลื่อนที่ในลำดับแรกสุด (คือปัจจุบันน้อยที่สุด) อาจจะมีความเข้มแสงบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ผ่านน้อยมากๆ หรือเป็นสีดำก็ได้

การสร้าง MHI ซึ่งแสดงบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดก่อนหลังด้วยภาพเพียงภาพเดียว ทำได้โดยปรับเปลี่ยนบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ไปตามข้อมูลการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้น บริเวณที่มีการเคลื่อนที่ล่าสุด (คือปัจจุบันที่สุด) จะถูกกำหนดให้มีค่าความเข้มแสงสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าก็จะถูกลดค่าความเข้มแสงลงไปตามลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง

เนื่องจากแต่ละเฟรมในวีดิทัศน์จะต้องถูกหาบริเวณที่มีการเคลื่อนที่มาก่อน แล้วค่อยปรับเปลี่ยนบริเวณการเคลื่อนที่ล่าสุดกับ MHI ด้วยฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่า (Update function) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะหาบริเวณและตำแหน่งที่อวัยวะมีการเคลื่อนที่จากภาพแรกด้วยการลบพื้นหลังจากภาพแต่ละเฟรม (Background subtraction) โดยให้ภาพแรกของแต่ละวีดิทัศน์เป็นพื้นหลังหรือภาพอ้างอิง

$$H(x,y,t) = |I(x,y,t) - I(x,y,1)| \qquad (1)$$

$H(x,y,t)$ คือ ภาพที่ได้จากการลบพื้นหลังที่เวลา t และแต่ละบริเวณที่ได้จากการลบพื้นหลังนี้จะถูกนำไปเป็นฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่าตามลำดับเหตุการณ์ โดยฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่าหาได้จากสมการที่ (2)

$$\psi(x,y,t) = \begin{cases} 0, & H(x,y,t) < \xi \\ 1, & H(x,y,t) \geq \xi \end{cases} \qquad (2)$$

จากสมการ $\psi(\mathrm{x},\mathrm{y},\mathrm{t})$ คือ ฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่า (Update function) ที่ได้ผลเป็นภาพขาว-ดำ โดยใช้ค่าขีดแบ่ง (ξ) ที่ได้จาก Otsu's Method เมื่อได้ฟังก์ชันสำหรับปรับค่าที่เป็นภาพขาว-ดำแล้ว ก็นำมาใช้ในการปรับปรุง MHI ตามสมการ (3)

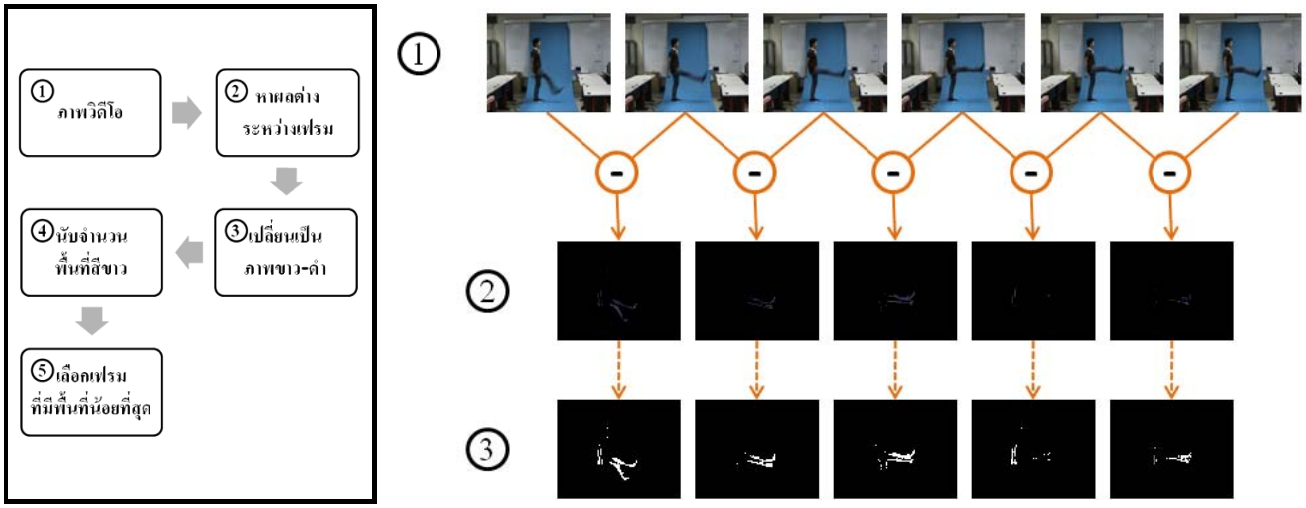
$$MHI(x,y,t) = \begin{cases} \tau & if\ \psi(x,y,t) = 1 \\ \max(0, MHI(x,y,t-1) - \delta) & otherwise \end{cases} \qquad (3)$$

จะพบว่า MHI จะมีการปรับค่าไปเรื่อยๆ ตามฟังก์ชันที่ใช้ปรับค่า บริเวณใดในภาพขาว-ดำของฟังก์ชันปรับค่าเป็น 1 จะให้บริเวณนั้นแทนด้วยค่า τ ซึ่งในที่นี้คือค่าความเข้มแสงสูงสุด คือสีขาว และ δ เป็นตัวแปรที่คอยลดค่าความเข้มแสงลงเรื่อยๆ ในบริเวณที่ไม่ใช่บริเวณการเคลื่อนที่ล่าสุด ภาพตัวอย่างของ MHI แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งบริเวณล่าสุดของการเคลื่อนที่จะแสดงด้วยสีขาว และลำดับของเหตุการณ์ก่อนหน้าจะมีการไล่ระดับสีเทาลงเรื่อยๆ จนถึงสุดท้ายเป็นสีดำ

4. การหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทาง (Mid-action frame)

งานวิจัยนี้สนใจท่าทางของมนุษย์ที่มีการเคลื่อนที่ที่ซ้ำแนวเดิม เช่น การเตะ การชก เป็นต้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 1

ท่าทางของมนุษย์ที่มีการเคลื่อนที่ที่ซ้ำแนวเดิมที่สนใจในงานวิจัยนี้มีลักษณะที่เหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ บริเวณการเคลื่อนที่ของอวัยวะจะเพิ่มขึ้นตามเวลา เมื่ออวัยวะเคลื่อนถึงตำแหน่ง "กึ่งกลางของท่าทาง" (Mid-action frame) แล้วอวัยวะนั้น ๆ ก็ไม่เคลื่อนที่ต่อ แต่จะเคลื่อนที่กลับมาในแนวทางเดิมหรือคล้ายเดิมจนหยุดหรือจบการกระทำนั้น ๆ จะเห็นได้ว่า การ



(ก) (ข)

ภาพที่ 2 : (ก) แผนผังการหาเฟรมกึ่งกลางของการเคลื่อนที่ (ข) ภาพตัวอย่างของผลต่างระหว่างเฟรมและภาพขาว-ดำของผลต่าง

ใช้ MHI เพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ดังกล่าวนี้จึงคลาดเคลื่อนไปจากที่ต้องการ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะปรับใช้ MHI เป็นสองช่วงต่อท่าทางการเคลื่อนที่ที่ซ้ำแนวเดิมหนึ่งท่าทาง คือ MHI สำหรับช่วงครึ่งแรกของท่าทางที่มีการเคลื่อนที่ขึ้นไปจนถึงจุดที่ไม่มีการเพิ่มระยะทาง และ MHI สำหรับครึ่งหลังของการเคลื่อนที่ต่อแต่ย้อนกลับซ้ำแนวทางเดิม

แผนผังการหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทางจะแสดงด้วยภาพที่ 2(ก) และภาพตัวอย่างที่ได้จากแต่ละลำดับด้วยภาพที่ 2(ข) และภาพที่ 3

4.1 การหาผลต่างของค่าความเข้มแสงระหว่างเฟรม (Frame - differencing)

จากภาพที่ 1 จะพบว่าในหนึ่งรอบวิดีโอจะประกอบด้วยเฟรมภาพหลายๆ เฟรมต่อเนื่องกัน และวิถีการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่ซ้ำแนวเดิม สำหรับการหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทาง (Mid-action Frame) ถ้าพิจารณาจากความเร็วของการเคลื่อนที่แบบเฟรมต่อเฟรม จะพบว่าบริเวณที่มีการเคลื่อนที่เร็วจะส่งผลให้เกิดบริเวณของความต่างระหว่างเฟรมมาก ส่วนบริเวณที่เป็นเฟรมกึ่งกลางจะให้บริเวณของความต่างน้อยมาก หรือ ไม่มีเลย และการหาผลต่างระหว่างเฟรมหาได้จากสมการ

$$D(x,y,t) = |I(x,y,t) - I(x,y,t-1)| \qquad (4)$$

$D(x,y,t)$ คือ ผลของการหาผลต่างที่เฟรม t แสดงดังภาพที่ 2 และ $I(x,y,t)$ คือค่าความเข้มแสงที่ตำแหน่ง (x,y) เฟรม t ผลที่ได้จากการหาผลต่างระหว่างเฟรมแสดงดังตัวอย่างภาพที่ 2(ข) ในลำดับที่ 2

4.2 บริเวณของการเคลื่อนที่ (Movement's Area)

เนื่องจาก $D(x,y,t)$ จะแสดงบริเวณของผลต่างของค่าความเข้มแสงที่มีการเคลื่อนที่จากเฟรมก่อนหน้ามาเฟรมปัจจุบัน จะได้บริเวณที่มีความเข้มแสงมากกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นถ้าต้องการนับเฉพาะบริเวณที่เกิดการเคลื่อนที่แยกออกจากบริเวณอื่น จะต้องเปลี่ยนผลต่างของค่าความเข้มแสงเป็นภาพขาว-ดำ (Binary Image) ด้วยสมการ (5) โดยแทนบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ด้วยสีขาว และบริเวณที่ไม่มีการเคลื่อนที่ด้วยสีดำ

$$B(x,y,t) = \begin{cases} 0, & D(x,y,t) < threshold \\ 1, & D(x,y,t) \geq threshold \end{cases} \qquad (5)$$

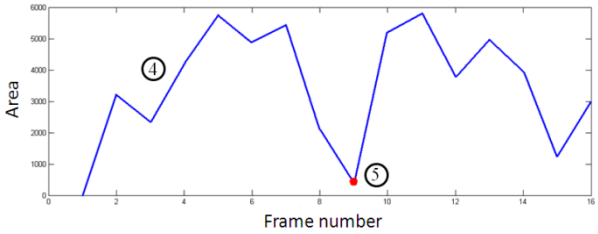
$B(x,y,t)$ เป็นภาพขาว-ดำ ที่ได้จากค่าขีดแบ่ง (threshold) โดยใช้ Otsu's Method และผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 2(ข) ในลำดับที่ 3

4.3 การเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทางจากบริเวณของการเคลื่อนที่ (Predict Mid-action frame from movement's area)

เมื่อได้ภาพที่แสดงบริเวณการเคลื่อนที่ด้วยภาพขาว-ดำ ตามภาพที่ 2(ข) จะพบว่าบริเวณที่เกิดการเคลื่อนที่ของแต่ละภาพมีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นการเลือกเฟรมกึ่งกลางสามารถเลือกได้จากการพิจารณาจากบริเวณของการเคลื่อนที่แต่ละเฟรม

โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าเฟรมที่น่าจะเป็นเฟรมกึ่งกลางของท่าทางคือเฟรมตำแหน่งกึ่งกลางของจำนวนเฟรมทั้งหมดในหนึ่งชุดวีดิทัศน์ แต่เฟรมกึ่งกลางของท่าทางอาจจะไม่ได้อยู่

ตำแหน่งกึ่งกลางของเฟรมทั้งหมดเสมอไป ดังนั้นการเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทางทำโดยเอาเฟรมที่อยู่ลำดับกึ่งกลางของชุดวีดิทัศน์มา 3 เฟรม และเลือกหนึ่งในนั้นที่มีบริเวณน้อยที่สุดเป็นเฟรมกึ่งกลางของท่าทาง ซึ่งกราฟบริเวณพื้นที่ของแต่ละเฟรมและเฟรมกึ่งกลางของการเคลื่อนที่ที่ถูกเลือกจะแสดงในภาพที่ 3 โดยลำดับที่ 4 แสดงคือกราฟจำนวนของบริเวณการเคลื่อนที่ และจุดที่มีบริเวณน้อยที่สุดที่ได้จากการเลือกจะแสดงในลำดับที่ 5



ภาพที่ 3 : กราฟพื้นที่ของแต่ละเฟรมและเฟรมกึ่งกลางของการเคลื่อนที่ที่ถูกเลือก

5. การทดลองและผลการทดลอง

5.1 ฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในบทความนี้เป็นภาพวีดิทัศน์ และจำนวนเฟรมภาพของแต่ละหนึ่งชุดวีดิทัศน์ไม่เท่ากัน ซึ่งลักษณะของภาพที่เก็บมามีดังนี้

- ภาพคนแสดงท่าทางแบบเต็มตัว
- ท่าทางมีวิถีการเคลื่อนที่แบบไปกลับและซ้ำแนวเดิม
- หนึ่งชุดวีดิทัศน์มีหนึ่งคนแสดงเพียงท่าทางเดียว
- พื้นหลังไม่ซับซ้อน
- เก็บข้อมูลในร่ม
- ใช้กล้องในการเก็บภาพเพียงตัวเดียว มุมมองเดียว

โดยท่าทางที่เก็บมาทั้งหมด กำหนดให้ 1 คน แสดง 3 ท่า คือ การเตะ การชก และการผลัก มีคนแสดงท่าทางทั้งหมด 11 คน รวมทั้งหมด 33 วีดิทัศน์ แสดงตัวอย่างตามภาพที่ 1

5.2 ผลการทดลอง

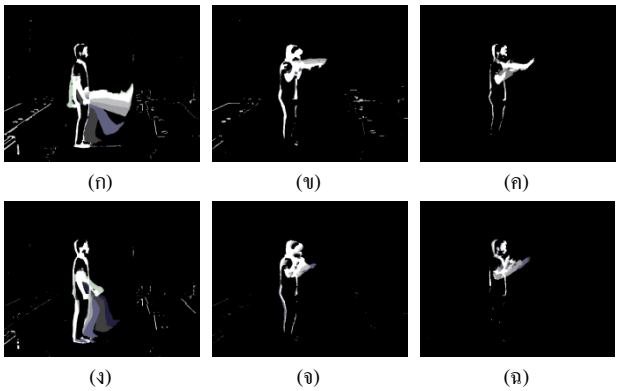
จากหัวข้อที่ 4 ที่เสนอวิธีการในการเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทาง เมื่อใช้การเลือกโดยอัตโนมัติจากวิธีดังกล่าวเปรียบเทียบกับเฟรมกึ่งกลางของท่าทางที่เลือกไว้ ผลของการเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทางแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลของการเลือกเฟรมกึ่งกลางของการเคลื่อนที่

การแสดงท่าทาง	ผลของการเลือก	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
การเตะ	0.91	0.09
การชก	0.45	0.55
การผลัก	0.64	0.36

จากตารางที่ 1 ผลของการเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทางได้ผลความถูกต้องโดยเฉลี่ย คือการเตะ 91% การชก 45% และการผลัก 64%

และภาพที่ได้จากการใช้ MHI ในการแสดงการเคลื่อนที่ของแต่ละท่าทาง ที่แบ่งส่วนเฟรมของการเคลื่อนที่เป็นสองส่วนด้วยเฟรมกึ่งกลางของท่าทางแสดงในภาพที่ 4 โดยค่าของตัวแปร δ ที่เป็นตัวลดค่าความเข้มแสงจะแปรผันตามจำนวนเฟรมในแต่ละส่วน เนื่องจากต้องการดูภาพทุกเฟรมและให้ความต่างของค่าความเข้มแสงแยกกันชัดเจน ดังนั้นในแต่ละภาพของ MHI จะมีค่าความเข้มแสงในแต่ละบริเวณไม่เท่ากันเมื่อเทียบกับ MHI อื่น



ภาพที่ 4 : การแสดงการเคลื่อนที่ด้วย MHI หลังจากแบ่งวิดีโอออกเป็นสองส่วน (ก),(ง) คือ MHI ของการเตะครึ่งแรกและครึ่งหลัง (ข),(จ) คือMHI ของการชกครึ่งแรกและครึ่งหลัง และ (ค), (ฉ) คือMHI ของการผลักครึ่งแรกและครึ่งหลัง

6. การวิเคราะห์และสรุปผล

จากผลการเลือกเฟรมกึ่งกลางการเคลื่อนที่พบว่าการเตะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุด ส่วนการชกและการผลักมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 50% ซึ่งอาจจะเกิดจากการพิจารณาจากพื้นที่ของการเคลื่อนที่และขนาดของแขนที่

เคลื่อนที่มีขนาดเล็กพื้นที่จึงน้อย และทำให้ตำแหน่งของเฟรมที่บริเวณน้อยที่สุดมีความคลาดเคลื่อนที่ได้

จากการทดลองจะบอกได้ว่า MHI มีข้อจำกัดที่ไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีวิถีการเคลื่อนที่ไปกลับแนวเดิม ทางผู้จัดทำได้ใช้วิธีการหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทางเพื่อแยกส่วนของการเคลื่อนที่ที่จะทับซ้อนกันออกโดยทดลองกับการเตะ การชก และการผลัก พบว่าสามารถเลือกเฟรมกึ่งกลางของท่าทางได้ถูกต้องสูงสุด 91% และต่ำสุด 45% คือการเตะและการชกตามลำดับ สรุปว่าการหาเฟรมกึ่งกลางของท่าทางด้วยวิธีนี้เหมาะกับการเคลื่อนที่มีวิถีไปกลับซ้ำแนวเดิมที่มีเฟรมกึ่งกลางของท่าทางประมาณตำแหน่งกึ่งกลางของชุดวีดิทัศน์ และถ้ามีขนาดของบริเวณการเคลื่อนที่มากเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องก็จะสูงด้วย

7. งานวิจัยที่จะดำเนินต่อไป

เนื่องจากผู้จัดทำต้องการทำวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำการเตะและการชก จึงเลือก MHI แบบพื้นฐานเป็นเครื่องมือในการแสดงบริเวณการเคลื่อนที่ และใช้เฟรมกึ่งกลางของท่าทางเป็นตัวแยกชุดภาพวีดิทัศน์เป็นสองส่วน นอกจากนี้ค่าความเข้มแสงที่ไม่เท่ากันในแต่ละ MHI ก็เป็นปัญหาในการสอนระบบที่ใช้รู้จำท่าทาง ดังนั้นปัญหานี้จะมีการแก้ไขในงานวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Bobick, A., Davis, J. , "An appearance-based representation of action,", *Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition*, vol.1, no., pp.307-312 ,1996.

[2] Bobick, A.F., Davis, J.W., "The recognition of human movement using temporal templates", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.23, no.3, pp.257-267, Mar 2001.

[3] Shan, C., Yucheng W., Xianchao Q., Tieniu T. , "Gesture recognition using temporal template based trajectories,", *ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, vol.3, no., pp. 954-957 Vol.3, 2004.

[4] Ahad Md.A.R., Ogata T., Tan J.K., Kim H., Ishikawa S., "A complex motion recognition technique employing directional motion templates". *Int. J. Innov. Comput. Inf.* Control **4**(8), pp.1943–1954 ,2008.

[5] Albu A.B., Beugeling T., "A three-dimensional spatiotemporal template for interactive human motion analysis". J. Multimedia **2**(4), pp. 45–54 ,2007.

[6] Pantic, M., Patras, I., Valstar, M.F., "Learning spatio-temporal models of facial expressions". *In: Proc. Int. Conf. on Measuring Behavior*, pp. 7–10, September 2005.

[7] Valstar, M., Pantic, M., Patras, I., "Motion history for facial action detection in video". *In: Proc. IEEE Int. Conf. SMC*, vol. 1, pp. 635–640, 2004.

[8] Babu R., Ramakrishnan K., "Recognition of human actions using motion history information extracted from the compressed video". *Image Vis. Comput.* **22**, pp. 597–607, 2004.

[9] Davis, J., "Hierarchical motion history images for recognizing human motion". *In: Proc. IEEE Workshop on Detection and Recognition of Events in Video*, pp. 39–46, 2001.

[10] Valstar, M., Patras, I., Pantic, M., "Facial action recognition using temporal templates". *In: Proc. IEEE Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 253–258, 2004.

[11] Kellokumpu, V., Zhao, G., Pietikäinen, M., "Texture based description of movements for activity analysis". *In: Proc. Conf. Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'08)*, vol. 2, pp. 368–374, Portugal, 2008.

[12] Ahad Md.A.R., Tan J.K., Kim H., Ishikawa S., "Motion history image: its variants and applications", *Machine Vision and Applications*, v.23 n.2, pp.255-281, March 2012.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดตามดวงตาด้วยอัลกอริทึมมีนชิปและลูคัส-คานาเดะ
Performance Comparison of Eye Tracking by Mean-Shift and Lacus-Kanade Algorithms

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์ (Veerawan Janthanasub)[1] มาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
พยุง มีสัจ (Phayung Meesad)[3] และเมธา ศิริกูล (Metha Sirigool)[4]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2,3] ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[4]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[1]ratree.j@rmutp.ac.th, [2]msn@kmutnb.ac.th, [3]pym@kmutnb.ac.th, [4]metha@mail.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการติดตามดวงตาถูกนำไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ตัวชี้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้พิการทางการควบคุมด้วยมือ โดยทั่วไปกระบวนการติดตามดวงตาประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ การตรวจหาบริเวณดวงตา และการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตา บทความวิจัยนี้ทำการศึกษาและทดลองอัลกอริทึมวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในการติดตามดวงตาที่ได้รับความนิยมและใช้งานกันอย่างกว้างขวาง 2 อัลกอริทึม คือ มีนชิฟอัลกอริทึม และลูคัสคานาเดะอัลกอริทึม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้องในการติดตามดวงตา ผลการทดลองพบว่า อัลกอริทึมมีนชิปให้ประสิทธิภาพในการติดตามดวงตาสูงกว่า สามารถติดตามได้อย่างถูกต้องร้อยละ 95.74 และอัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะให้ประสิทธิภาพในการติดตามดวงตาร้อยละ 94.68

คำสำคัญ: การตรวจหาดวงตา การติดตามดวงตา อัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะ การประมวลผลภาพดิจิทัล

Abstract

Eye tracking technology is used to control the pointer on the computer screen for those with human deformed of hand control. The algorithms for eye tracking consist of two processes: eye detection and motion analysis process. This paper presents two algorithms for eye tracking: Mean-Shift algorithm and Lucus-Kanade algorithm. After a discussion of the limitations of the eyes regarding accuracy. The experimental showed that the Mean-Shift algorithm have higher accuracy. The accuracy rate obtained by Mean-Shift algorithm is 95.74% and the Lucus-Kanade algorithm is 94.68%.

Keywords: Eye Detection, Eye Tracking, Lucus-Kanadealgorithm, Digital Image Processing

1. บทนำ

การตรวจหาและติดตามดวงตา คือหนึ่งในความท้าทายของศาสตร์ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ในศตวรรษที่ 21 เพราะตำแหน่งการมอง และข้อมูลที่ได้จากการติดตามดวงตานั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ควบคุมเมาส์ (mouse) หรือ คีย์บอร์ด (keyboard) เพื่อสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำงานของผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกาย หรือนำข้อมูลที่ได้จากการติดตามดวงตาขณะอ่านข้อมูลข่าวสารบนเว็บไซต์มาศึกษาและวิเคราะห์ทางการตลาด เป็นต้น ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมติดตามดวงตาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการติดตามดวงตา (eye tracking process) ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลัก 2 ฟังก์ชัน คือ การตรวจหาดวงตา (eye detection) และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตา (eye motion analysis) ในส่วนนี้นำเสนอหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหาและติดตามดวงตารายละเอียดมีดังต่อไปนี้

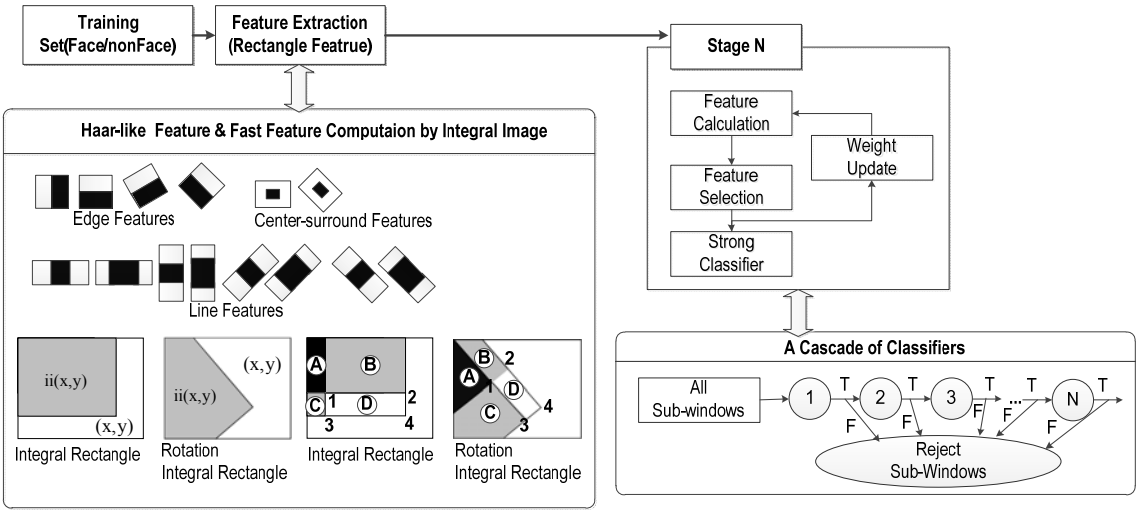
2.1 การตรวจหาดวงตา (Eye Detection)

เป็นกระบวนการเพื่อหาบริเวณพื้นที่ของดวงตาที่รับจากอุปกรณ์ตรวจหาสัญญาณอย่างกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (digital camera) จากหลักฐานทางกายภาพของมนุษย์ ดวงตา คือองค์ประกอบหนึ่งที่อยู่บนใบหน้า (human face) ดังนั้นอัลกอริทึมตรวจหาดวงตาจึงต้องอาศัยหลักการและทฤษฎีในการตรวจหาองค์ประกอบบนใบหน้านั่นเอง (face detection) จากการศึกษาทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปหลักการและประเภทของการตรวจหาดังนี้

ในปี ค.ศ. 2001 Hjelmas และ Boon [1] แบ่งประเภทของการตรวจหาองค์ประกอบบนใบหน้าออกเป็น 2 หลักการ คือ Feature based Approaches และ Image base Approaches ต่อมา Yang และคณะ [2] ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหาองค์ประกอบของใบหน้า และได้แบ่งวิธีการตรวจหาออกเป็น 4 วิธีการได้ดังนี้ (1) วิธีการอาศัยองค์ความรู้ (knowledge-base method) เป็นวิธีการที่ใช้หลักเกณฑ์พื้นฐานความรู้ของมนุษย์ด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบบนใบหน้า เช่น ใช้กฎเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจโดยการสังเกตจากความเข้มแสงของพิกเซลของภาพ [3] (2) วิธีการไม่เปลี่ยนแปลงของลักษณะ (feature invariant method) [4], [5] วิธีการนี้ใช้คุณลักษณะเฉพาะที่ไม่เปลี่ยนแปลงในเรื่องของตำแหน่ง และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (3) วิธีการหาคู่โดยอาศัยต้นแบบ (template matching) วิธีการนี้ใช้แม่แบบมาตรฐาน (standard template) ของใบหน้าที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าด้วยมือที่เรียกว่า Predefined Face Templates หรือกำหนดโดยฟังก์ชันจะเรียกว่า Deformable Templates [6] และ (4) วิธีการอาศัยหลักการพื้นฐานของภาพที่ปรากฏ (appearance-base method) วิธีการนี้ใช้โมเดลที่ได้จากการเรียนรู้เครื่อง (machine learning) จากกลุ่มของรูปภาพใบหน้าตัวอย่าง ทั้งที่เป็นใบหน้า และไม่ใช่ใบหน้า แล้วใช้โมเดลทางสถิติยืนยันใบหน้า เทคนิควิธีที่ใช้วิธีการนี้ เช่น เทคนิควิธีใบหน้าไอเกน (eigen face) [7] เทคนิควิธีรูปแบบของแบบจำลองการกระจาย (distribution base) [8] การใช้แบบจำลองฮิดเด็นมาคอฟ (Hidden Makov Model: HMM) [9] และเทคนิควิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์เมชชีน (Support Vector Machine: SVM) [10] เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหาใบหน้าและดวงตาแต่ละวิธีข้างต้น มีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกัน จึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ใช้หลายหลักการร่วมกันในการตรวจหาใบหน้าและดวงตา โดยมุ่งหวังเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจหาจนกระทั่งในปี ค.ศ. 2001 เทคนิคการตรวจหาวัตถุที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความรวดเร็วในการประมวลผล (rapid object detection) ถูกนำเสนอโดย Viola และ Jones [11], [12] ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Viola-Jones Method และเป็นเทคนิควิธีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างมาก ต่อมาได้นำวิธีการนี้มาใช้กับการตรวจหาองค์ประกอบบนใบหน้า [13] วิธีการของ Viola-Jones เป็นวิธีที่ใช้ฮาร์เวฟเล็ต (haar wavelet) เป็นเวฟเล็ตแม่ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันก์ไม่ต่อเนื่อง (discrete function) เพื่อใช้ในการกำหนดรูปแบบตัวตรวจหาคุณลักษณะบนใบหน้าบุคคลจากภาพนำเข้า ตัวตรวจหาของ Viola-Jones เรียกว่า Hear Like Feature

หลักการทำงานพื้นฐานของเทคนิคการตรวจหาใบหน้าของวิธี Viola-Jones คือ การนำภาพอินพุตมาแบ่งออกเป็นภาพย่อย (sub-window) และภาพย่อยที่แบ่งได้เป็นภาพนำเข้าของกระบวนการคำนวณหาค่าคุณลักษณะบนใบหน้า (feature) ด้วยการคำนวณแบบอินทิกรัลภาพ (integral image) โดยทำการตรวจหาหลาย ๆ รอบ โดยแต่ละรอบจะใช้ขนาดของตัวตรวจหาแตกต่างกัน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากอินทิกรัลภาพเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยเอดาบูซ (adaboost) และนำผลลัพธ์มาจัดเรียงกลุ่มเพื่อหาคำตอบด้วยเทคนิคการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเนื่อง (cascaded classifier) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างหลักการทำงานดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างกระบวนการตรวจหาองค์ประกอบใบหน้าของวิธี Viola-Jones

2.2 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตา

เป็นขั้นตอนการติดตามดวงตา (eye tracking) โดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของตำแหน่งดวงตา (eye motion analysis) ที่ตรวจหาได้จากกระบวนการตรวจหาดวงตา (eye detection) สำหรับหลักการทั่วไปของการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตา หรือวัตถุใด ๆ ที่สนใจที่จะติดตาม เริ่มต้นจากการรับข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพวีดิทัศน์ (video digital camera) กรณีต้องการติดตามแบบออนไลน์ (real time tracking) หรืออ่านจากแฟ้มข้อมูลภาพวีดิทัศน์ (video file) กรณีตรวจหาแบบออฟไลน์ (off-line tracking) การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว คือ การหาความต่างกันของข้อมูลภาพของเฟรมภาพต้นฉบับกับเฟรมถัดไป ซึ่งคุณลักษณะที่นำมาหาความต่างของข้อมูลระหว่างเฟรมภาพ เช่น คุณลักษณะของสี (color) ค่าความเข้มแสง (intensity) ขอบของวัตถุที่สนใจ (edge) และลักษณะของกราฟเชิงความถี่ (histogram) เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว คือ ตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายที่ต้องการติดตาม (target representation and localization) ปัจจุบันมีอัลกอริทึมพื้นฐานสำหรับติดตามวัตถุที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น อัลกอริทึมย้ายตำแหน่งไปยังค่ากลางของการกระจายความหนาแน่นของข้อมูลที่เรียกว่าอัลกอริทึมมีนชิป อีกอัลกอริทึมหนึ่งคือ อัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะ อัลกอริทึมนี้ใช้หลักการของแสงในการติดตามวัตถุ เป็นต้น

2.2.1 อัลกอริทึมมีนชิป (Mean-Shift Algorithm)

อัลกอริทึมมีนชิป หรือ อัลกอริทึมย้ายค่าตามค่ากลาง เป็นกระบวนการพิจารณาข้อมูลจากฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการกระจายของข้อมูล (probability distribution) โดยใช้ค่ากลาง (mean value) เพื่อหายอดแหลมที่ใกล้ที่สุด (nearest peak) ซึ่งเป็นบริเวณที่ใกล้ที่สุดที่มีลักษณะเหมือนกัน [14] กระบวนการทำงานพื้นฐานของอัลกอริทึมมีดังนี้

(1) กำหนดขนาดของวินโดว์เคอร์เนล (kernal window) ที่ต้องการค้นหาวัตถุ

(2) กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเริ่มต้นของวินโดว์เคอร์เนลที่ต้องการค้นหา

(3) คำนวณหาตำแหน่งกลาง หรือ ค่ากลางของการกระจายของข้อมูลในวินโดว์เคอร์เนลที่ต้องการค้นหา

(4) กำหนดจุดศูนย์กลางของวินโดว์เคอร์เนลที่ต้องการค้นหาที่ตำแหน่งค่ากลางที่คำนวณได้ เป็นการย้ายตำแหน่งของวินโดว์เคอร์เนลเข้าสู่ค่ากลางนั่นเอง

(5) ดำเนินการขั้นตอนที่ 3 และ 4 ซ้ำจนตำแหน่งของวินโดว์เคอร์เนลเกิดการลู่เข้าสู่ค่ากลาง

โดยกำหนดให้ข้อมูลนำเข้าเป็น $\mathbf{X} \in \Re^m$ โดยที่ $\mathbf{X} = \{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, ..., \mathbf{x}_n\}$ และ $\mathbf{x}_i = [\mathbf{x}_{1,i}, \mathbf{x}_{2,i}, ...\mathbf{x}_{m,i}]^T$ การประมาณค่าความหนาแน่นของการกระจายของข้อมูล ณ ตำแหน่ง x ใด ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$p(\mathbf{x}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{\left\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\right\|^2}{\sigma}\right) \quad (1)$$

โดยที่ σ คือ ค่าคงที่

$K(t)$ คือ ฟังก์ชันเคอร์เนล

ตำแหน่งที่มีค่าความหนาแน่นของการกระจายของข้อมูลสูงสุดของบริเวณที่พิจารณานี้คือตำแหน่งที่ $\nabla p(\mathbf{x}) = 0$ ซึ่งหาได้โดยการคำนวณเพื่อย้ายตำแหน่งหลาย ๆ รอบได้ด้วยสมการที่ (2) และสมการที่ (3) ตามลำดับ

$$\mathbf{x}^{(\tau+1)} = f\left(\mathbf{x}^{(\tau)}\right) \tag{2}$$

$$f(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^{n} K'(\frac{\left\|\mathbf{x}-\mathbf{x}_i\right\|^2}{\sigma})\mathbf{x}_i}{\sum_{j=1}^{n} K'(\frac{\left\|\mathbf{x}-\mathbf{x}_j\right\|^2}{\sigma})\mathbf{x}_j} \tag{3}$$

เมื่อ $K(t) = \frac{\partial K(t)}{\partial t}$ ซึ่งเรียกว่า “การย้ายตามค่ากลาง” และถ้าฟังก์ชันเคอร์เนลเป็นฟังก์ชันเกาส์เซียน $(K(t) = e^{-1/2})$ เป็นสมการคำนวนค่าเริ่มต้น สมการย้ายตามค่ากลางนิยามดังสมการที่ (4) และ (5) ตามลำดับ

$$\mathbf{x}^{(\tau+1)} = \sum_{i=1}^{n} p(i\left|\mathbf{x}^{(\tau)}\right.)\mathbf{x}_i \tag{4}$$

$$p(i\left|\mathbf{x}^{(\tau)}\right.) = \frac{\exp(-\frac{1}{2}\frac{\left\|\mathbf{x}^{(\tau)}-\mathbf{x}_i\right\|^2}{\sigma})}{\sum_{j=1}^{n}\exp(-\frac{1}{2}\frac{\left\|\mathbf{x}^{(\tau)}-\mathbf{x}_j\right\|^2}{\sigma})} \tag{5}$$

จากหลักการวิธีการย้ายตำแหน่งข้อมูลตามค่ากลางข้างต้นได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการติดตามวัตถุ จนกระทั่งในปี 2008 Brad ski [15] นำเสนอเทคนิควิธีการย้ายตามค่ากลางวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของใบหน้าผ่านกล้องเว็บแคมและเรียกวิธีที่พัฒนานี้ว่า วิธีการย้ายเข้าสู่ค่ากลางโดยการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง (Continuously Adaptive Mean Shift: CAMShift) วิธีนี้เป็นที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย

2.2.2 อัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะ (LK)

อัลกอริทึมคูคัส-คานาเดะ (Lucas and Kanade: LK) เป็น *อัลกอริทึมวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของการไหลของแสง (optical* flow) โดยใช้หลักการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่างเฟรมรูปภาพ 2 เฟรม การสร้างการไหลของแสงโดยอาศัยหลักการของความคงที่ของความเข้มแสง (I) จากวัตถุภายในภาพที่เปลี่ยนแปลงไป นิยามดังสมการ (6)

$$\nabla I(\mathbf{x},t)\cdot\mathbf{v} + I_t(\mathbf{x},t) = 0 \tag{6}$$

โดยที่ $\mathbf{v} = [\mathbf{v}_x, \mathbf{v}_y] = \left[\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}\right]$ และ $\nabla I = \left[\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}\right]^T$

จากสมการที่ 6 จะได้ระบบสมการเส้นตรง 2 ตัวแปร ซึ่งในปี 1981 Lucas และ Kanade [16] ได้นำเสนอวิธีการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของค่ากำลังสองน้อยสุด เพื่อพิจารณาค่าเหมาะสมซึ่งเป็นค่าคงที่ของแบบจำลอง $\mathbf{v}$ ในแต่ละจุดภาพโดยพิจารณาค่าน้อยที่สุดของสมการ นิยามดังสมการที่ (7)

$$\sum_{x\in\Omega} W^2(\mathbf{x})[\nabla I(\mathbf{x},t)\cdot\mathbf{v} + I_t(\mathbf{x},t)]^2 \tag{7}$$

โดยที่ $W(\mathbf{x})$ คือ window function และสามารถหาผลลัพธ์ได้ด้วยสมการที่ (8)

$$A^T W^2 A\mathbf{v} = A^T W^2 \mathbf{b} \tag{8}$$

โดย n คือ จุดที่เวลา t และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยสมการที่ (9), (10), (11) และ (12) ตามลำดับ

$$A = [\nabla I(\mathbf{x}_1),...,\nabla I(\mathbf{x}_n)]^T \tag{9}$$

$$W = \mathrm{diag}[W(\mathbf{x}_1),...,W(\mathbf{x}_n)] \tag{10}$$

$$\mathbf{b} = -[I_t,(\mathbf{x}_1),...,I_t(\mathbf{x}_n)]^T \tag{11}$$

$$\mathbf{v} = [A^T W^2 A]^{-1} A^T W^2 \mathbf{b} \tag{12}$$

ดังนั้นผลเฉลยจะเข้าใกล้รูปแบบของสมการ $A^T W^2 A$ ซึ่งไม่เป็นเอกพจน์ (nonsingular) ที่มีเมทริกซ์ขนาด 2×2 ดังสมการที่ (13)

$$A^T W^2 A = \begin{bmatrix} \sum W^2(\mathbf{x}) I_x^2(\mathbf{x}) & \sum W^2(\mathbf{x}) I_x(\mathbf{x}) I_y(\mathbf{x}) \\ \sum W^2(\mathbf{x}) I_y(\mathbf{x}) I_x(\mathbf{x}) & \sum W^2(\mathbf{x}) I_y^2(\mathbf{x}) \end{bmatrix} \tag{13}$$

อย่างไรก็ตามอัลกอริทึม LK ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพกับการติดตามเฉพาะที่โดย Takeo Kanade ได้พัฒนาอัลกอริทึม LK ร่วมกับ Carlo Tomasi เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการติดตามและเรียกวิธีนี้ว่า เทคนิค KLT (Kanade-Lucas-Tomasi) [17] วิธีนี้ให้ประสิทธิภาพการติดตามเฉพาะที่สูง นอกจากนั้นอัลกอริทึม LK ได้ถูกพัฒนาให้ทำงานในรูปแบบของพีระมิด ซึ่งมีหลักการติดตามโดยเริ่มต้นจากชั้นสูงสุดของพีระมิดของภาพ และทำงานลงมาเรื่อย ๆ จนถึงชั้นที่ต่ำที่สุด [18]

3. วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจหาและติดตามดวงตา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการติดตามดวงตาของ 2 อัลกอริทึม คืออัลกอริทึมมีนชิป (Mean-Shift algorithm) และอัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะ (Lucas-Kanade algorithm) รายละเอียดขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

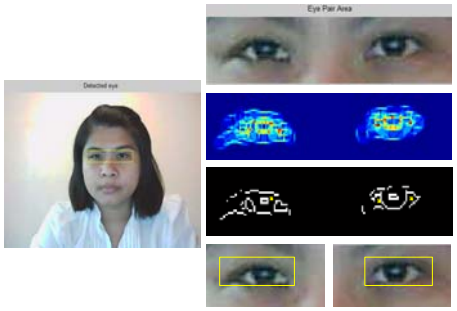
ขั้นตอนการตรวจหาดวงตา ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการตรวจหาดวงตาของ Viola-Jones หลักการทำงานคือ อ่านข้อมูลภาพจากแฟ้มข้อมูลวีดิทัศน์ที่บันทึกจากกล้องดิจิทัลชนิดเว็บแคม (digital web camera) จำนวน 59 แฟ้มข้อมูล และแฟ้มขอมูลภาพวีดิทัศน์จากเว็บไซต์ http://vision.ucsd.edu/~leekc/HondaUCSD VideoDatabase/first_dataset.html จำนวน 40 แฟ้มข้อมูล รวม 99 แฟ้มข้อมูล จากนั้นพัฒนาอัลกอริทึมด้วยไลบรารีเปิด Opencv และ EmuguCV ทดสอบกับตัวจำแนกฮาร์ที่ถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อมูลรูปแบบ .xml จำนวน 8 แฟ้มข้อมูล ซึ่งเป็นตัวจำแนกฮาร์ชนิดตรวจหาแยกตา คือ ตรวจหาดวงตาข้างซ้าย (left eye) และดวงตาข้างขวา (right eye) จำนวน 5 แฟ้มข้อมูล และตัวจำแนกฮาร์ชนิดตรวจหาตาคู่ (eye pair) จำนวน 3 แฟ้มข้อมูล จากนั้นนำผลลัพธ์ตำแหน่งบริเวณดวงตาที่ตรวจหาได้ส่งเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตาต่อไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ดวงตา (eye motion analysis) ผู้วิจัยทำการพัฒนาอัลกอริทึม คือ มีนชิปอัลกอริทึม และลูคัส-คานาเดะอัลกอริทึม จากนั้นทำการทดสอบกับข้อมูลภาพวีดิทัศน์จำนวน 99 แฟ้มข้อมูลข้างต้น เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของประสิทธิภาพการติดตามดวงตาที่ถูกต้อง

4. ผลการทดลอง

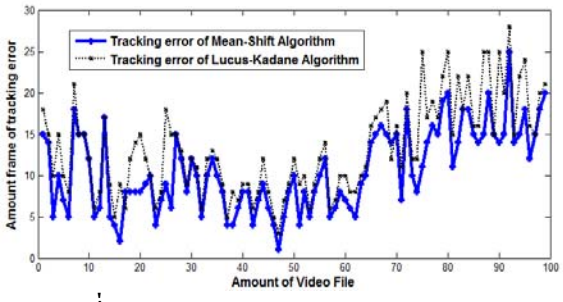
ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

ผลการตรวจหาดวงตา (eye detection) พบว่า ตัวจำแนกฮาร์ ชนิดตรวจหาตาคู่ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าตัวจำแนกฮาร์ชนิดตรวจหาแยกตาสองข้าง ซึ่งสามารถตรวจหาบริเวณดวงตาคู่ถูกต้องได้ร้อยละ 100 อย่างไรก็ตาม การตรวจหาดวงตาคู่ ทำให้ผู้วิจัยต้องพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อแยกบริเวณดวงตาข้างซ้ายและดวงตาข้างขวาด้วยเทคนิคตรวจหาวงกลม (Hough Circle Transform) ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2

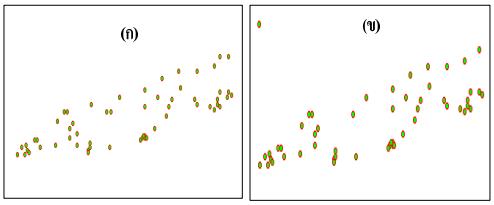


ภาพที่ 2: ตัวอย่างภาพผลการตรวจหาบริเวณดวงตา

ผลการทดลองในส่วนการวิเคราะห์การเคลื่อนที่เพื่อติดตามดวงตา ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบอัลกอริทึมทั้งสองตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น กับแฟ้มข้อมูลภาพวีดิทัศน์ จำนวน 99 แฟ้มข้อมูล ผลการทดลองพบว่า อัลกอริทึมมีนชิปให้ประสิทธิภาพการติดตามบริเวณดวงตาได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.74 และอัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะมีประสิทธิภาพติดตามดวงตาถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 94.68 จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมทั้งสองให้ประสิทธิภาพการติดตามดวงตาค่อนข้างสูง และแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ผลลัพธ์การเปรียบเทียบผลการติดตามผิดพลาดของอัลกอริทึมมีนชิป และลูคัส-คานาเดะ ตัวอย่างผลลัพธ์ตำแหน่งการติดตามดวงตาแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ตัวอย่างผลลัพธ์ตำแหน่งการติดตามดวงตา
(ก) ตำแหน่งจากอัลกอริทึมมีนชิป
(ข) ตำแหน่งจากอัลกอริทึมลูคัส-คานาเดะ

5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการติดตามดวงตาด้วยอัลกอริทึมมีนชิปและลูคัส-คานาเดะ ผลวิจัยพบว่าการติดตามทั้งสองแบบค่อนข้างมีประสิทธิภาพสูง และไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาที่มีผลกระทบต่อการติดตามดวงตา เช่น มุมเอียงของดวงตา การบดบังบริเวณดวงตาและสัญญาณรบกวนต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้มีผลทำให้กระบวนการหาตำแหน่งของดวงตาผิดพลาด หากเพิ่มอัลกอริทึม เช่น คาลมานฟิลเตอร์ (kalman filter) หรือ พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ (particle filter) เพื่อช่วยในการประมาณค่าตำแหน่งของดวงตาให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Erik Hjelmas, Boon Kee Low, “Face detection A survey”, *CVIU 83*, pp. 274-273, 2001.

[2] Ming-Hsuan Yang, David Kriegman and Narendra Ajuha, “Detection faces in images: A survey”, *IEEE PAMI* , vol. 24, no. 1, Jan 2002.

[3] H. Schneiderman and T. Kanade, “A statistical model for 3D object detection applied to faces and cars”, *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2000.

[4] T. Kawaguchi, D. Hidaka, and M. Rizon. "Robust extraction of eyes from face", *in Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition*, 2000.

[5] X. Jiang, M. Binkert, B. Achermann, and H. Bunke, “Towards detection of glasses in facial images”, *Pattern Anal*, pp. 9–18, 2000.

[6] S. Katahara and M. Aoki, “Face parts extraction window based on bilateral symmetry of gradient information”, *in Proceedings 8th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP)*, 1999.

[7] A Samal and P. A. Iyengar, “Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions : a survey”, *Pattern Recognition*. no. 25, pp. 65–77, 1992.

[8] L. Meng and T. Nguyen, “Two subspace methods to discriminate faces and clutters”, *in Proceedings of the International Conference on Image Processing*, 2000.

[9] F. Marques and V. Vilaplana, “A morphological approach for segmentation and tracking of human faces”, *in Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition*, 2000.

[10] M. S. Lew and N. Huijsmans, “Information theory and face detection”, *in Proc. of International Conference on Pattern Recognition*, 1996.

[11] P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a Boosted cascade of simple features,” *Proc. Int’l Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*,pp. 1-9, 2001.

[12] Paul Viola and Michael Jones, "Robust Real-time Object Detection," *Cambridge Research Laboratory, Technical Report Series CRL 2001/01*, 2001.

[13] P. Viola and M. Jones, “Fast Multi-view Face Detection,” *Technical Report TR-2003-96*, MERL, June 2003.

[14] Keinosuke Fukunaga, “Introduction to Statistical Pattern Recognition”, *2nd Academic Press*, Boston, USA, 1990.

[15] G. Bradski and A. Kaebler, “Learning OpenCV Computer Vision with The OpenCV Library”, *O'Reilly Media Inc.,* 2008.

[16] B. D. Lucas and T. Kanade, “An iterative image registration technique with an application to stereo vision”, *Proceedings of Imaging Understanding Workshop*, pp. 121–130, 1981.

[17] Carlo Tomasi and Takeo Kanade, “Detection and Tracking of Point Features”, *Carnegie Mellon University Technical Report*”, pp. 91-132, April 1991.

[18] Jianbo Shi and Carlo Tomasi, “Good Features to Track”, *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 593-600, 1994.

การตรวจจับมนุษย์โดยใช้คุณลักษณะตามการแปลงค่าการเก็บรวบรวมข้อมูลร่วมกับค่าความถี่ของค่าทิศทางตามค่าเกรเดียนท์และตัวแบบการเรียนรู้เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ทรีมสำหรับเรเดียลเบสิสทั่วไปรุ่นปรับปรุง

Human Detection using Census Transform-Histogram of Oriented Gradients based feature and a Modified Version of the Extreme Learning Machine for Generalized Radial Basis Function Neural Networks

ชุมพล เสนาพันธ์ (Chumpolsenapan)[1] และคำรณ สุนัติ (Khamron sunat)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]borvorn.r@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการตรวจจับมนุษย์โดยใช้การรวมกันของคำอธิบายภาพ การแปลงค่าการเก็บรวบรวมข้อมูลและค่าความถี่ของค่าทิศทางตามค่าเกรเดียนท์เพื่อดึงคุณลักษณะเด่นของวัตถุภายในภาพและ การตรวจจับมนุษย์โดยใช้เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ทรีมสำหรับเรเดียลเบสิสทั่วไปรุ่นปรับปรุง ซึ่งการทำงานหลักมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมข้อมูลด้วยการดึงลักษณะเด่นของวัตถุภายในภาพโดยใช้คำอธิบายภาพ การแปลงค่าการสำรวจสำมะโนและ ฮิสโตรแกรมของทิศทางเกรเดียนท์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากทั้ง 2 คำอธิบายภาพมาเรียงต่อกันเป็นเมตริกซ์ 2) การตรวจจับมนุษย์ จากข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูล จะถูกนำเข้าสู่ตัวแบบการเรียนรู้ เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ทรีมสำหรับเรเดียลเบสิสทั่วไป รุ่นปรับปรุง เพื่อจำแนกส่วนที่เป็นมนุษย์และไม่ใช่มนุษย์ โดยในการทดลองใช้ชุดข้อมูล INRIA Person Dataset ซึ่งวิธีการนี้ให้ความถูกต้องร้อยละ 97

คำสำคัญ: การตรวจจับมนุษย์ การจำแนกรูปภาพ เอชโอจี เซ็นซัสทรานฟอร์ม เอ็มอีแอลเอ็มจีอาบีเอฟ

Abstract

This paper presents a method for detecting humans using combination of Census Transform and Histogram of Oriented Gradients to extract features of object within the images and human detection via a modified version of the extreme learning machine for generalized radial basis function neural networks (MELM-GRBF). This experiment has two main steps: 1) the provide information on the characteristics of the object within the image by Census Transform and Histogram of Oriented Gradients. The data obtained from these two descriptor concatenating a matrix. 2) Human Detection of the data obtained from preparing the data. Will be import into the MELM-GRBF to identify the human and non-human. Based on dataset INRIA Person Dataset. This method is general and can be detection accuracy (i.e. 97%).

Keyword: Human Detection, Image Classification, HOG, Census Transform, MELM-GRBF

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ ทางด้านการตรวจจับมนุษย์ถูกนำเข้ามาใช้ในงานด้านต่างๆ มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น งานทางด้านการรักษาความปลอดภัย งานทางด้านระบบผู้ช่วยขับ โดยเทคโนโลยีดังกล่าวได้เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกและปฏิบัติงานแทนมนุษย์ ความเร็วและความถูกต้อง ในการตรวจจับมนุษย์ถือเป็นสิ่งสำคัญของเทคโนโลยีนี้ ดังนั้นจึงได้มีการนำวิธีการ กระบวนการ และตัวแบบต่างๆ ในลักษณะเชิงวิชาการเข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพ

ทางด้านความเร็ว และความถูกต้องในการตรวจจับมนุษย์ โดยวิธีการที่ถูกนำเข้ามาใช้สำหรับการตรวจจับมนุษย์ คือวิธีการสร้างคำอธิบายภาพ โดยในการสร้างคำอธิบายภาพต้องอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานของภาพ อย่างเช่น พื้นผิว, รูปทรง, สี, แสง เป็นต้น และเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการสร้างคำอธิบายภาพด้วยการรวมคำอธิบายภาพที่ดึงลักษณะเด่น โดยใช้ค่าความถี่ของทิศทางตามค่าเกรเดียนท์ ภายในรูปภาพ (Histograms of Oriented Gradients หรือ HOG) กับคำอธิบายภาพที่ใช้การเปลี่ยนองค์ประกอบภายในภาพ ด้วยการเปรียบเทียบค่าความเข้มของพิกเซลศูนย์กลาง กับพิกเซลรอบข้าง (Census Transform หรือ CT) ซึ่งทั้งสองคำอธิบายภาพจะเป็นการแสดงลักษณะของวัตถุที่ประกอบอยู่ภายในรูปภาพ รวมทั้งยังสามารถแสดงลักษณะของเส้นขอบของรูปร่างภายในภาพ และมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมของแสงที่เปลี่ยนไป

ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ใช้คำอธิบายภาพ HOG ร่วมกับ CT ในการดึงลักษณะเด่นของรูปภาพ และใช้ตัวแบบการเรียนรู้ A modified version of the extreme learning machine for generalized radial basis function neural networks (MELM-GRBF) ซึ่งเป็นตัวแบบการเรียนรู้ที่ปรับปรุงในเรื่องของความถูกต้องของตัวแบบการเรียนรู้ ELM โดยการใช้ฟังก์ชั่นเรเดียลเบสิส (radial basis function) ในการตรวจจับมนุษย์ โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจจับมนุษย์กับอีก 2 ตัวแบบการเรียนรู้คือ ตัวแบบการเรียนรู้ Extreme Learning Machine (ELM) เป็นตัวแบบการเรียนรู้ที่มีความเร็วในการประมวลผล ตัวแบบการเรียนรู้ Error Minimized Extreme Learning Machine (EM-ELM) ซึ่งเป็นตัวแบบการเรียนรู้ที่มีการปรับปรุงในเรื่องของความถูกต้องของ ตัวแบบการเรียนรู้ ELM

บทความนี้มีทั้งหมดจำนวน 7 ส่วน โดยส่วนที่เหลือของบทความมีดังนี้ ส่วนที่ 2 คือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 คือข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง ส่วนที่ 4 คือ วิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 5 คือผลการดำเนินงาน ส่วนที่ 6 คือ อภิปรายผลการทดลอง และส่วนที่ 7 คือสรุปผลการทดลอง

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแปลงค่าการสำรวจสำมะโน (Census Transform: CT) [1] [2]

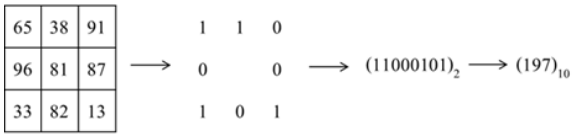
การดึงลักษณะเด่นของรูปภาพด้วยคำอธิบายภาพ Census Transform เป็นวิธีการแปลงค่าแบบไม่เป็นเชิงเส้นโดยจะทำการเปลี่ยนองค์ประกอบภายในภาพ การเปลี่ยนองค์ประกอบของ Census จะใช้การเปรียบเทียบค่าความเข้มของพิกเซลศูนย์กลาง กับ 8 พิกเซลรอบๆข้าง สามารถอธิบายได้ดัง (1) [3]

$$\xi(P,P')=\begin{cases}0 & P > P' \\ 1 & P \le P'\end{cases} \qquad (1)$$

เมื่อ P คือ พิกเซลรอบข้าง

P’ คือ พิกเซลศูนย์กลาง

ถ้าพิกเซลศูนย์กลางมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับพิกเซลรอบๆข้าง จะทำการตั้งค่าบิต ณ ตำแหน่งนั้นเป็น 1 ถ้านอกเหนือจากนี้จะตั้งค่าบิต ณ ตำแหน่งนั้นเป็น 0 ค่าพิกเซลที่ได้จากการเปรียบเทียบความเข้มแสงทั้ง 8 บิต จะถูกนำมาเรียงต่อกันให้อยู่ในรูปของเลขฐานสอง หลังจากนั้นทำการแปลงหน่วยจากเลขฐานสองไปเป็นเลขฐานสิบโดยจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ค่าที่ได้จากการแปลงหน่วยเป็นเลขฐานสิบจะถูกแทนลงในพิกเซลศูนย์กลางหรือ CT แสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

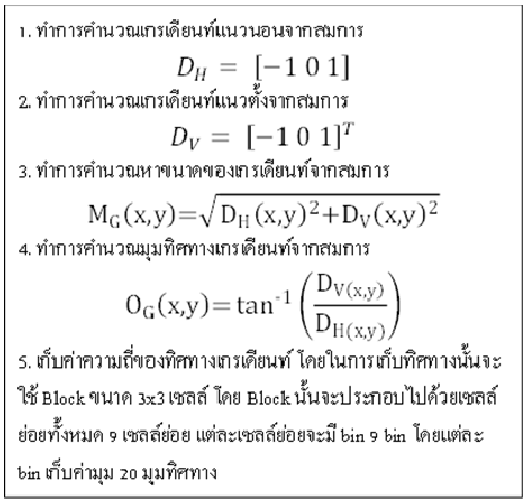


ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบค่า 8 พิกเซลกับค่า CT และการแปลงค่าเลขฐานสองให้เป็นฐานสิบ

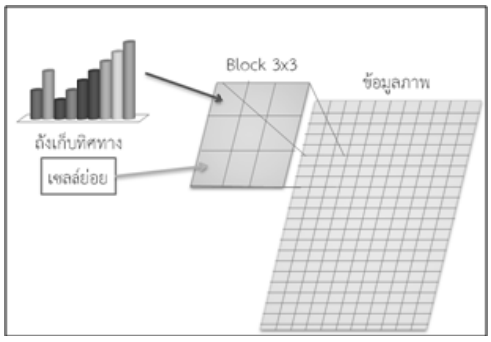
2.2 ค่าความถี่ของค่าทิศทางตามค่าเกรเดียนท์ (Histogram of Oriented Gradients: HOG) [4]

การดึงลักษณะเด่นของรูปภาพด้วยคำอธิบายภาพ HOG เป็นวิธีการดึงคุณลักษณะของวัตถุในท้องถิ่น และสามารถดึงรูปร่างภายในภาพโดยใช้การกระจายตัวของความเข้มเกรเดียนท์ หรือทิศทางของเส้นขอบ การทำงานของการดึงคุณลักษณะ HOG จะแบ่งภาพในพื้นที่ออกเป็นส่วนเล็กๆ โดยจะเรียกพื้นที่เหล่านั้นว่า เซลล์ และแต่ละเซลล์จะรวบรวมฮีสโตรแกรมของทิศทางเกรเดียนท์หรือทิศทางของขอบภายในเซลล์ การรวมกันของฮิสโตรแกรมนั้นจะแสดงถึงคุณลักษณะของวัตถุ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของความถูกต้องสามารถนำฮิสโตรแกรมมาทำนอร์มอลไลซ์ โดยการคำนวณตัวชี้วัดของค่าความเข้มทั่วทั้งพื้นที่ขนาดใหญ่ของภาพ เรียกพื้นที่เหล่านั้นว่า บล็อก และใช้

การทำนอร์มอลไลซ์กับทุกๆ เซลล์ภายในบล็อกผลลัพธ์จากการทำนอร์มอไลซ์จะทำให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างและเงาน้อยลง โดยขั้นตอนของ HOG แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของ HOG



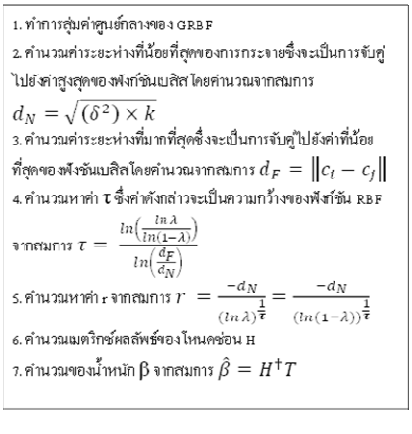
ภาพที่ 3 เซลล์และบล็อกภายในหน้าต่างการตรวจจับ

2.3 หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) [5]

หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ถูกนำมาใช้เพื่อลดมิติข้อมูลของ Census Transform เมื่อภาพหรือข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ Principal Component Analysis ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์ ซึ่งถ้าไอเกนเวกเตอร์ที่มีความสอดคล้องกันกับค่าไอเกนที่มีค่าสูง ๆ จะเป็นการดึงข้อมูลที่มีความถี่ต่ำ (เป็นข้อมูลของวัตถุที่สนใจภายในภาพ) ส่วนไอเกนเวกเตอร์ที่มีความสอดคล้องกันกับค่าไอเกนที่มีค่าต่ำ ๆ จะเป็นการดึงข้อมูลที่มีความถี่สูง (เป็นส่วนของข้อมูลที่ไม่ใช่วัตถุที่สนใจภายในภาพ)

2.4 เครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ทรีมสำหรับเรเดียลเบสิสทั่วไปรุ่นปรับปรุง (A modified version of the extreme learning machine for generalized radial basis function neural networks: MELM-GRBF) [6]

ตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF เป็นตัวแบบที่ปรับปรุงประสิทธิภาพด้านความถูกของ ELM โดย ELM นั้นจะเป็นวิธีการสำหรับการสอนข่ายงานชนิด SLFN (Single-Hidden Layer Feed Forward Neural Network) ซึ่งประกอบด้วยชั้นนำเข้า (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นของผลลัพธ์ (Output Layer) การทำงานของ SLFN ในขั้นตอน ELM จะเริ่มจากการสุ่มค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าเอนเอียงของโหนด หลังจากนั้น หาค่าถ่วงน้ำหนักในชั้นผลลัพธ์ β โดยขั้นตอนวิธีของ ELM จะเป็นการหาเมทริกซ์ผกผันแบบ Moore-Penrose เพื่อแก้สมการที่มี m ตัวแปรและมี n สมการ ซึ่งลดเวลาในการฝึกสอนข่ายงานประสาทเทียมได้อย่างมาก [7] แต่ข้อด้อยของตัวแบบการเรียนรู้ ELM คือความถูกต้อง ดังนั้นจึงมีการพัฒนา ELM ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยใช้การแจกแจงของเกาส์เซียนทั่วไป (generalized Gaussian Distribution) โดยพารามิเตอร์ของการแจกแจงเกาส์เซียนได้มีการเพิ่มพารามิเตอร์ใหม่คือ τ และในเรเดียลเบสิสฟังก์ชั่น (radial basis function) อนุญาตให้ ฟังก์ชั่นเรเดียลเบสิส อื่นๆ ปรับปรุงค่าของ τ ใหม่ได้ โดยโครงสร้างของพารามิเตอร์ดังกล่าวจะถูกนำไปเพิ่มประสิทธิภาพ ผ่านการปรับปรุงอัลกอริทึมของเครื่องจักรเรียนรู้เอ็กซ์ทีม (ELM) โดยกระบวนการนี้จะถูกเรียกว่า MELM-GRBF ขั้นตอนของ MELM-GRBF แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF

3. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองมี 1 ชุดข้อมูล เป็นชุดข้อมูล INRIA Person Dataset สามารถดาวน์โหลดได้จาก http://pascal.inrialpes.fr/data/human/ โดยชุดข้อมูลดังกล่าวจะแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนหลัก คือส่วนที่เป็นข้อมูลภาพที่เป็นมนุษย์ (Positives) และส่วนที่เป็นข้อมูลภาพที่ไม่เป็นมนุษย์ (Negatives)แสดงรายละเอียดของชุดข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลและลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

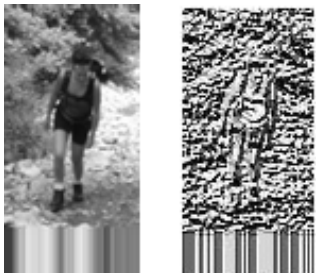
Dataset	Positive	Negative	Train	Test
test_64x128 _H96	1,126	453	-	1,579
train_64x 128_H96	2,416	1,218	3,634	-

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

บทความนี้นำเสนอขั้นตอนการตรวจจับมนุษย์ โดยการดึงคุณลักษณะของรูปภาพด้วยวิธีการ HOG ร่วมกับ Census Transform และตรวจจับมนุษย์โดยใช้ตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ

4.1 ขั้นตอนการสร้างคำอธิบายภาพ

ขั้นตอนนี้จะทำการสร้างคำอธิบายภาพ เพื่อดึงคุณลักษณะเด่นของวัตถุภายในรูปภาพโดยกระบวนการนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) ขั้นตอนการแปลงภาพด้วย Census Transform โดยการกำหนดพื้นที่ 3x3 พิกเซลเพื่อทำการเปรียบเทียบพิกเซลรอบๆ ข้างกับพิกเซลตรงกลาง ค่าได้ที่จะถูกนำมาเรียงในรูปของเลขฐานสอง และทำการเปลี่ยนเป็นเลขฐานสิบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงภาพด้วย Census Transform แสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



(ก) (ข)

ภาพที่ 5 (ก) ภาพดั้งเดิม (ข) ภาพที่ผ่านการแปลงด้วย Census Transform

และนำค่าที่ได้จากการแปลงภาพของ Census Transform มาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ ฮิสโตรแกรมขนาด 256 2) ขั้นตอนการลดมิติโดย Principal Component Analysis เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทำ Census Transform นั้นมีทั้งข้อมูลส่วนที่สำคัญและไม่สำคัญ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้ Principal Component Analysis เพื่อคัดกรองเอาเฉพาะส่วนของข้อมูลที่สำคัญ โดยทำลดจำนวนมิติข้อมูลของ Census Transform จาก 256 มิติให้เหลือจำนวน 40 มิติ 3) ขั้นตอนการแปลงภาพโดย HOG ซึ่งมีขั้นตอนดังภาพที่ 2 หลังจากการทำ HOG 1 รูปภาพจะได้ฮิสโตรแกรมมา 1 ฮิสโตรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยมิติ 81 มิติ โดย 81 มิติได้จากจำนวนเซลล์ย่อยภายใน Block คูณกับถังเก็บทิศทาง (3x3x9)

หลังจากทำการแปลงภาพด้วย Census Transform และการแปลงภาพด้วย HOG ทำการนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงภาพสองวิธีมาเชื่อมต่อกันดัง (2)

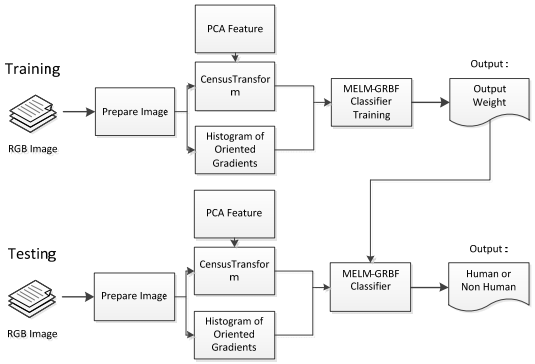
$$f = [CT1, CT2, \ldots, CT40; H1, H2, \ldots, H81] \quad (2)$$

เมื่อ CT คือ Census Transform ที่ถูกลดมิติด้วย PCA

H คือ ค่าของ HOG

4.2 ขั้นตอนการตรวจจับมนุษย์

นำข้อมูลที่ได้จากการทำ Census Transform และ HOG มาเข้าตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF เพื่อทำการตรวจจับมนุษย์โดย MELM-GRBF มีขั้นตอนดังภาพที่ 4



ภาพที่ 6 ขั้นตอนโดยรวมของการดำเนินการ

5. ผลการดำเนินงาน

ผลจากการคำนวณประสิทธิภาพในการตรวจจับมนุษย์ที่ดึงลักษณะของภาพด้วยคำอธิบายภาพ HOG ร่วมกับ Census Transform และการตรวจจับมนุษย์ด้วยตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF กับตัวแบบการเรียนรู้ ELM และตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะใช้ค่าเฉลี่ยของความถูกต้อง (Average accuracy) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดัง (3)

$$Acc = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} Acc_i \qquad (3)$$

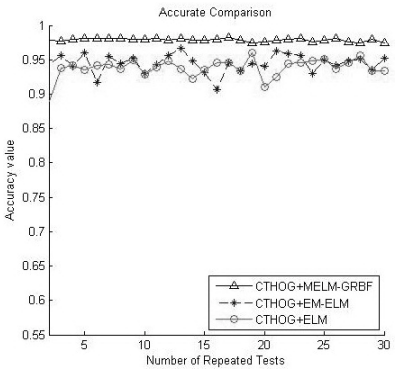
เมื่อ R คือ จำนวนรอบในการทดสอบในแต่ละครั้ง

ในขั้นตอนการทดลองจะทำการทดสอบซ้ำมีจำนวน 30 รอบในการหาค่าเฉลี่ยความถูกต้องในผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF, EM-ELM, ELM

คำอธิบายและตัวแบบ	ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง (%)
CT+HOG+MELM-GRBF	97.89
CT+HOG+EM-ELM	94.49
CT+HOG+ELM	93.81

ผลจากการทดลองโดยใช้ชุดข้อมูลของ INRIA Person Dataset พบว่าตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตรวจจับมนุษย์สูงที่สุดคือร้อยละ 97.89 และตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM และตัวแบบการเรียนรู้ ELM มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตรวจจับมนุษย์เป็นร้อยละ 94.49 และร้อยละ 93.81 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการทดสอบซ้ำ 30 รอบของแต่ละตัวแบบการเรียนรู้

จากภาพที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการทดสอบซ้ำ 30 รอบ ซึ่ง ตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM ให้ความถูกต้องมากที่สุดคือร้อยละ 96.26 และให้ความถูกต้องน้อยที่สุดคือร้อยละ 90.62 ตัวแบบการเรียนรู้ ELM ให้ความถูกต้องมากที่สุดคือร้อยละ 95.63 และให้ความถูกต้องน้อยที่สุดคือร้อยละ 88.72 และตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF ให้ความถูกต้องมากที่สุดคือร้อยละ 98.16 และให้ความถูกต้องน้อยที่สุดคือร้อยละ 97.40

6. อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองกับชุดข้อมูลของ INRIA Person Dataset พบว่าตัวแบบการเรียนรู้ ELM ให้ผลการตรวจจับมนุษย์ได้ดีในบางรอบการทำงาน คือให้ความถูกต้องร้อยละ 95.63 และในบางรอบการทำงานให้ผลการตรวจจับมนุษย์ที่น้อยคือให้ความถูกต้องร้อยละ 88.72 จึงทำให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตรวจจับมนุษย์ต่ำว่าวิธีการ EM-ELM และในทำนองเดียวกันสำหรับตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM ให้ผลการตรวจจับมนุษย์ได้ดีในบางรอบการทำงาน คือให้ความถูกต้องร้อยละ 96.26 และในบางรอบการทำงานให้ผลการตรวจจับมนุษย์ที่น้อยคือให้ความถูกต้องร้อยละ 90.62 แต่เมื่อพิจารณาทั้ง 30 รอบ แล้วพบว่าตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM นั้นจำนวนของรอบที่ให้ค่าความถูกต้องสูงมากกว่าตัวแบบการเรียนรู้ ELM จึงทำให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM มีค่ามากกว่าตัวแบบการเรียนรู้ ELM และในขณะที่ตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF ให้ความถูกต้องในการตรวจจับมนุษย์สูงสุดที่ร้อยละ 98.16 และให้ความถูกต้องในการตรวจจับมนุษย์ต่ำสุดที่ร้อยละ 97.40 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF มีความเสถียรมากว่าตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM และตัวแบบการเรียนรู้ ELM และยังพบว่าตัวแบบ MELM-GRBE ให้ผลของการตรวจจับมนุษย์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM และตัวแบบการเรียนรู้ ELM

7. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้ได้นำเสนอ การตรวจจับมนุษย์โดยการดึงลักษณะเด่นของรูปภาพด้วยคำอธิบายภาพ HOG ร่วมกับ

Census Transform และใช้ตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF ในการตรวจจับมนุษย์ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM และตัวแบบการเรียนรู้ ELM เพื่อหารูปแบบการตรวจจับมนุษย์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลการทดลองพบว่า วิธีการดึงลักษณะเด่นของรูปภาพด้วยคำอธิบายภาพ HOG ร่วมกับ Census Transform และตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF ในการตรวจจับมนุษย์ให้ประสิทธิภาพที่สูงและเสถียรมากกว่าวิธีการที่ใช้ตัวแบบการเรียนรู้ EM-ELM และวิธีการที่ใช้ตัวแบบการเรียนรู้ ELM ดังนั้น จากการทดลองในครั้งนี้สามารถนำรูปแบบการตรวจจับมนุษย์ ไปประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับมนุษย์ได้ เนื่องจากการดึงลักษณะเด่นของรูปภาพด้วยคำอธิบายภาพ HOG ร่วมกับ Census Transform และตัวแบบการเรียนรู้ MELM-GRBF มีประสิทธิภาพในการตรวจจับมนุษย์สูง แต่อย่างไรก็ดีควรมีการทดลองซ้ำกับชุดข้อมูลอื่นๆ ที่มีความหลากหลายของภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อดูแนวโน้มของประสิทธิภาพในการตรวจจับมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

[1] Jianhao Ding, Yigang Wang, Weidong Geng, “An HOG-CT human detector with histogram-based search,” *Multimedia Tools and Applications*, November 2011.

[2] Jianxin Wu, James M. Rehg, “CENTRIST: A Visual Descriptor for Scene Categorization,” *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 33, pp. 1489-1501, 2011.

[3] Ramin Zabih, John Woodfill, “Non-parametric Local Transforms for Computing Visual Correspondence” *Third European Conference on Computer Vision Stockholm*, Sweden, May 2–6, 1994.

[4] Oswaldo Ludwig Junior, David Delgado, Valter Gonc¸alves, Urbano Nunes, “Trainable Classifier-Fusion Schemes: an Application to Pedestrian Detection,” *Intelligent Transportation Systems (ITSC '09),* St. Louis, MO, USA, Oct 4-7, 2009.

[5] ทรงพล กลิ่นชะเอม, พรชัย นิเวศน์รังสรรค์, “การตรวจสอบสภาวะของคอมเพรสเซอร์ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก,” *รวมบทความวิชาการ* เล่มที่ 1 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22. หน้า 234-241.

[6] Francisco Ferna´ndez-Navarro, Ce´sar Herva´s-Martı´nez, Javier Sanchez-Monedero, Pedro Antonio Gutie´rrez, “MELM-GRBF: A modified version of the extreme learning machine for generalized radial basis function neural networks” *Neurocomputin,* Vol. 74, pp. 2411-2701, 2011.

[7] Huang, GB, Zhu QY, Siew CK, “Extreme Learning Machine: Theory and applications” Neurocomputin, Vol. 70, pp.1-622, 2006.

ระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี
The Music Expression Recognition System using Case Based Reasoning

วัชรียา ผลเจริญ (Watchariya Phonchareon)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]watch_2525@hotmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจำแนกข้อมูลดนตรีด้วยอารมณ์ ซึ่งทำให้การสืบค้นข้อมูลเสียงดนตรีมีความสมบูรณ์และตรงความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งในการค้นคืนมี 4 ขั้นตอน คือ การค้นคืน การนำไปใช้ แก้ไขหรือปรับปรุง และเก็บเป็นฐานกรณีใหม่ เพื่อให้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป โดยได้จำแนกอารมณ์ของเสียงดนตรีเพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้นออกเป็น 4 ประเภท คือ อารมณ์สนุกสนาน อารมผ่อนคลาย อารมณ์เศร้า และอารมณ์ตื่นเต้น จากผลการเรียนรู้พบว่าแนวเพลงดนตรีบรรเลงมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.26% , 98.81% และ 98.62% เพลงแนวป๊อบค่าความถูกต้องเท่ากับ 69.52% , 69.39% และ 69.33 % และเพลงแนวร็อกค่าความถูกต้องเท่ากับ 39.66% , 39.63% และ 39.53% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแนวเพลงที่สามารถหาความคล้ายคลึง กับฐานข้อมูลได้ดีคือ แนวเพลงดนตรีบรรเลง แนวเพลงป๊อบ และแนวเพลงร็อก ตามลำดับ ซึ่งประเมินแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจด้วยผู้ใช้ทั่วไป 30 ท่าน ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.06 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.6 และค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปเท่ากับ 3.79 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.6

คำสำคัญ: การจำแนกข้อมูลดนตรีด้วยอารมณ์ ความคล้ายคลึง การอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี

Abstract

The purpose of this research is to develop a music expression recognition system using case based reasoning (CBR) in order to classify music by emotional information. This system provides the ability to search for music by request. Adapting the old solution of CRB would achieve this goal and solve new problems. The CBR technique is divided into 4 steps retrieval, reuse , revise and retain. This research also aimed to be future proof by continually evolving to solve new problems. There are 4 types of music emotion Joy , Relaxation , Sadness and Aroused. The results show that system accuracy of learning classic music was at 99.26%, 98.81% and 98.62%. The accuracy of pop music classification was at 69.52%, 69.39% and 69.33%. The accuracy of rock music classification was at 39.66%, 39.63% and 39.53% respectively. The system was also evaluated via questionnaires focusing on 3 areas query, satisfaction and performance. The appraisal of the system from experts resulted in a good level of satisfaction with average mean at 4.06 (SD = 0.6). The average mean from user was also high at 3.79 (SD = 0.6).

Keyword: Classify music by emotional, Similarity, Case Based Reasoning (CBR)

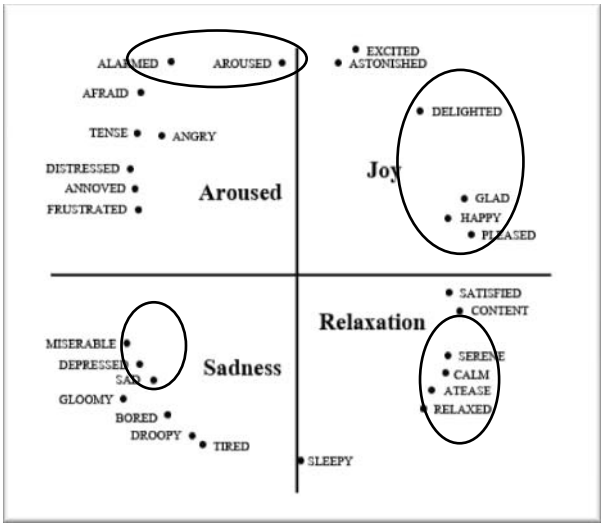
1. บทนำ

การดำเนินชีวิตประจำวันที่เร่งรีบ ทำให้เกิดความเครียด ซึ่งเป็นภาวะของอารมณ์ หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ทำให้รู้สึกถูกกดดัน ไม่สบายใจ วุ่นวายใจ กลัว วิตกกังวล หากความเครียดนั้นมีมากและอยู่เป็นระยะเวลานาน จะส่งผลให้เกิดความเจ็บป่วยที่รุนแรง เช่น เป็นโรคป่วยทางจิต โรคแผลในกระเพาะอาหาร โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น [3] การผ่อนคลายความเครียดวิธีหนึ่ง คือ การฟังเพลง โดยมนุษย์สามารถเกิดอารมณ์อ่อนไหว เคลิบเคลิ้ม หดหู่ คึกคัก หรือดีใจจากเพียงแค่ฟังจากท่วงทำนองหรือจังหวะของเพลง ในหนึ่งเพลงมักจะแฝงไว้ด้วยหลายอารมณ์ความรู้สึกขึ้นอยู่กับผู้ประพันธ์ว่าต้องการจะถ่ายทอดความรู้สึกออกมาให้ผู้ฟังตีความแบบใด

ทางผู้วิจัยจึงได้นำเสนอ ระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี เพื่อให้เข้าใจถึงอารมณ์ของเสียงดนตรีมากขึ้น โดยจะจำแนกอารมณ์หลักของเสียงดนตรีออกเป็น 4 ประเภท คือ อารมณ์สนุกสนาน (Joy) อารมณ์ผ่อนคลาย (Relaxation) อารมณ์เศร้า (Sadness) และอารมณ์ตื่นเต้น (Aroused) [2] ดังภาพที่ 1 เมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมแล้วพบว่าแนวทางในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้การอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (Case Based Reasoning : CBR) เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่นำประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต มาเป็นแนวทางในการช่วยแก้ปัญหาในอนาคต แต่วิธีการนี้มีข้อด้อยตรงที่ว่าปัญหาที่กำลังจะเกิดขึ้น ถ้ามีความแตกต่างจากปัญหาเดิมอย่างสิ้นเชิงระบบจะไม่ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจใด ๆ เลย และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับวิธีดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มส่วนของขั้นตอนค้นคืนเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นคืน (Retrieve) 2) นำไปใช้ (Reuse) 3) แก้ไขหรือปรับปรุง (Revise) 4) เก็บเป็นฐานกรณีสำหรับปัญหาใหม่ (Retain) วิธีการดังกล่าวนี้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) ให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

อารมณ์ (Emotion) หมายถึง ความรู้สึกภายในที่เร้าให้บุคคลกระทำหรือเปลี่ยนแปลงภายในตัวของตัวเอง อาจเป็นความพึงพอใจ ไม่พึงพอใจ หรือรวมกัน อารมณ์เป็นสิ่งที่ไม่คงที่มีการแปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา องค์ประกอบของอารมณ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) สภาวะการรู้คิดเป็นความรู้สึก หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของบุคคล เช่น เราเคยรู้สึกโกรธ ร่าเริง เป็นต้น 2) ปฏิกิริยาทางสรีระ เป็นการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายของเรา เช่น หัวใจเต้นเร็วขึ้นเมื่อรู้สึกตื่นเต้นหรือตกใจ และ 3) การแสดงออกของพฤติกรรม เป็นสัญญาณการแสดงออกของสภาวะภายใน เช่น เกิดความพอใจก็จะแสดงการยิ้ม เป็นต้น [5] เพื่อให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกอารมณ์หลักของเสียงดนตรีไว้ ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1: แบบจำลองทางอารมณ์ที่ใช้ในงานวิจัย [4]

ระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition : ASR) นั้นช่วยให้การทำงานตอบโต้ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้เป็นเรื่องง่าย แม้ว่าผู้ใช้ยังไม่คุ้นเคยและชำนาญในการใช้เทคโนโลยี ก็สามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างง่ายและสะดวก ผ่านเสียงพูด โดยที่ระบบจะช่วยแปลงเสียงพูดให้เป็นข้อความที่คอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ประมวลผลได้ [6]

ตารางที่ 1: กลุ่มอารมณ์ย่อยที่ใช้การในการวิจัย

อารมณ์หลัก	อารมณ์ย่อย
อารมณ์สนุกสนาน (Joy)	ปีติ ประหลาดใจ ดีใจ ยินดี ร่าเริง เบิกบาน
อารมณ์ผ่อนคลาย (Relaxation)	เพลิดเพลิน สบายใจ มีสมาธิ สงบนิ่ง
อารมณ์เศร้า (Sadness)	หดหู่ ซึมเศร้า เสียใจ โดดเดี่ยว เหงา
อารมณ์ตื่นเต้น (Aroused)	ตื่นเต้น ตระหนก กลัว

โดยเทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นภายในหน่วยงานวิจัยของเนคเทค เพื่อช่วยลดข้อจำกัดในการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยมีระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติเป็นตัวเชื่อมโยงผู้ใช้เข้าสู่บริการทางคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ในขั้นตอนรู้จำเสียง ระบบจะสร้างโครงข่ายคำ (Word Network) โดยอาศัยแบบจำลองภาษา (Language Model) โดยในแต่ละคำจะประกอบด้วยแบบจำลองเสียง (Acoustic Model) ประเภทฮิดเดนมาร์คอฟ (Hidden Markov Model: HMM) ของแต่ละหน่วยเสียงที่มาประกอบกันเป็นคำนั้น ๆ หลังจากนั้นระบบจะป้อนเวกเตอร์ของ Speech Feature เข้าไปยังโครงข่ายคำ เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเสียงที่เข้ามาว่าจะตรงกับเส้นทางใดในโครงข่ายคำ และจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด โดยขั้นตอนทั้งหมดจะเป็นการถอดรหัส (Decoding) ซึ่งในทางปฏิบัติ นักวิจัยได้ใช้อัลกอริธึมการถอดรหัสแบบ Viterbi beam-search เพื่อลดปริมาณการใช้หน่วยความจำและการคำนวณด้วยการลบเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นต่ำทิ้งไป โดยได้แบ่งการพัฒนาระบบรู้จำเสียงเป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มการสร้างระบบที่ทนทานต่อสัญญาณ และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มการสร้างระบบรู้จำเสียงพูดต่อเนื่องครอบคลุมคำศัพท์จำนวนมาก

ทฤษฎีการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) ถูกคิดค้นขึ้นโดยแชงค์ (Schank) เพื่อช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดของระบบผู้เชี่ยวชาญในเรื่องของระบบฐานข้อมูล (Knowledge Based System) ที่มีขนาดใหญ่ การสร้างและติดตั้งต้องใช้เวลานาน การเรียกใช้ข้อมูลมีความล่าช้า รวมถึงความยากลำบากในการดูแลรักษาระบบ โดยการเรียนรู้จะต้องปฏิบัติตามกฎที่ตั้งไว้ จึงไม่มีความยืดหยุ่นแต่ทฤษฎีการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) นั้นมีแนวคิดมาจากความคิดพื้นฐานของมนุษย์ คือ การนำวิธีการแก้ปัญหาในอดีตที่เคยเกิดขึ้นแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น การเดินทางไปโรงเรียนของนักเรียน มีทางเลือกในการเดินทางได้หลายวิธี อาจจะเดินทางด้วยการนั่งเรือรับจ้าง โดยสารรถประจำทาง หรือเลือกวิธีการเดิน วิธีที่ดีที่สุดอาจเป็นการเดินไปโรงเรียนเพราะใช้เวลาแค่ 15 นาทีจากบ้าน ไม่ต้องเสียเวลากับรถติด หรือใช้เวลานานในการรอเรือ โดยสารนักเรียนก็จะจดจำประสบการณ์สำหรับแก้ปัญหานี้ไปใช้ในครั้งต่อไป วิธีการนี้หากนำมาประยุกต์ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ก็ใช้หลักการเดียวกัน จะเป็นการค้นคืนในส่วนของกรณี (Case) ที่มีความเหมือนหรือใกล้เคียงกัน นำมาแสดงผลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา แต่ถ้าไม่มีปัญหาคล้ายคลึงก็จะไม่แสดงผลใด ๆ เลย [7]

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) ถูกนำไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้งานระบบหรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับระบบให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น จากการศึกษา พบว่าการนำทฤษฎีการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) นำไปใช้เกี่ยวกับการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นกรณีฐานข้อมูลเกี่ยวกับการให้คำปรึกษาด้านการใช้งานโปรแกรม [1] โดยระบบจะค้นหาปัญหาที่เคยเกิดขึ้นและได้รับการแก้ไขแล้ว มาแสดงผลเพื่อช่วยแนะนำการแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งาน หากการเปรียบเทียบปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นไม่ตรงกับข้อมูลที่มีอยู่ ระบบจะใช้วิธีการให้น้ำหนักความถูกต้องกับวิธีแก้ปัญหาที่ใกล้เคียง ค่าของน้ำหนักมากสุดจะถูกนำมาแสดงผลให้กับผู้ใช้ และวิธีการแก้ปัญหานั้นจะถูกนำไปผ่านกระบวนการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงเป็นฐานกรณีต่อไป [8] โดยเครื่องมือที่ใช้ คือ ASP และ Visual Basic ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยแก้ปัญหาได้มายิ่งขึ้น ซึ่งหลักการนี้ยังได้นำไปประยุกต์ใช้กับการรับรู้สีหน้าท่าทางของมนุษย์ โดยใช้การสกัดคุณลักษณะเฉพาะบุคคลด้วยภาพแล้วนำไปประมวลผลเปรียบเทียบค่าทางคณิตศาสตร์หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จากแนวคิดการอ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี [9] ซึ่งเป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหารวมถึงใช้ในการสนับสนุนให้คนที่ต้องการสื่อสารกับคนพิการได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นโดยใช้แหวนและแผ่นรองเป็นเครื่องมือในการช่วยในการ

สื่อสารให้มีทั้ง 2 ฝ่ายเข้าใจในสิ่งที่สนทนามากยิ่งขึ้น [10] ทั้งยังนำไปประยุกต์ใช้กับการสร้างคำสั่งในเกมที่ต้องการ การตอบสนองทันที (Real-Time Strategy Games) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองความเร็วและการค้นคืนข้อมูลที่มีความคล้ายกันมากที่สุด [11]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบวิเคราะห์การรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) ผู้วิจัยได้ทำการอธิบายกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 เสียงดนตรีที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นเสียงที่ได้จากเพลงบรรเลงจำนวน 60 เพลง แต่ละเพลงมีความยาวประมาณ 20 วินาที และเสียงดนตรีที่ใช้ในการทดสอบระบบเป็นเสียงที่ได้จากเพลงดนตรีบรรเลงจำนวน 10 เพลง เพลงแนวป๊อบจำนวน 10 เพลง และเพลงแนวร็อกจำนวน 10 เพลง รูปแบบของเสียงอยู่ในรูปแบบไฟล์ wav อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Rate) เท่ากับ 16,000 เฮิรตซ์ ระดับความลึกของเสียง (Bit Depth) 16 บิต แบบหนึ่งช่องทางเสียง (Mono Channel) หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมการทดลองซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปจำนวน 30 คน โดยให้แต่ละคนฟังเสียงดนตรีทั้งหมดเพื่อจำแนกอารมณ์หลักที่ปรากฏอยู่ในเสียง คือ อารมณ์สนุกสนาน อารมณ์ผ่อนคลาย อารมณ์เศร้าและอารมณ์ตื่นเต้น จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาจำแนกกลุ่ม เพื่อใช้เป็นหลัก (Ground Truth) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลตัวจำแนกที่งานวิจัยนำเสนอ โดยใช้เฉพาะเสียงที่ผู้ร่วมการทดลองเลือกตรงกันเกิน 80 เปอร์เซ็นต์ (ตั้งแต่ 24 คนขึ้นไป) ที่ระบุอารมณ์ตรงกัน

3.1.2 จำแนกจังหวะของเสียง (Rhythm หรือ Tempo) การจำแนกอัตราความช้าเร็วของเสียงดนตรีนั้นมีความสำคัญ โดยการนำค่าความถี่ของสเปกตรัมมาดึงคุณลักษณะสำคัญด้วยสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมล (MFCC) [2] ด้วยการปรับสเกลของสเปกตรัมให้อยู่บนสเกลที่เหมาะสมสำหรับการรับฟังของมนุษย์ จึงมีการออกแบบสเกลของสเปกตรัมให้สามารถเก็บรายละเอียดของสัญญาณเสียงช่วงความถี่ต่ำได้มากกว่าเรียกว่า สเกลเมล (Mel scale) สูตรในการแปลงหน่วยจากเฮิรตซ์ไปเป็นหน่วยของสเกลเมล ดังสมการที่ 1

$$m = 2595 + \log_{10}(\frac{f}{700} + 1) \quad (1)$$

โดยที่ m คือ ความถี่ในหน่วยของสเกลเมล, f คือ ความถี่ของเสียงในแนวเส้นตรง

วิธีการคำนวณลักษณะเด่นด้วยเทคนิคสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมล เริ่มต้นจากการวางหน้าต่างแฮมมิง (Hamming Window) ขนาด 30 มิลลิวินาที และเลื่อนครั้งละ 10 มิลลิวินาที นำสัญญาณที่ได้แต่ละหน้าต่าง ไปผ่านกระบวนการแปลงฟูริเยร์ (Fourier Transformation) เพื่อเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้อยู่ในโดเมนความถี่ และปรับความถี่ที่ได้ให้อยู่ในสเกลเมลหลังจากนั้นนำเสียงดนตรีผ่านไปยังชุดตัวกรองสามเหลี่ยม (Filter Bank) แล้วคำนวณหาค่าพลังงาน (E_j) ใส่ลอการิทึมแล้วนำมาแปลงโคซายน์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Cosine Transformation) จะได้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมลลำดับที่ n ดังสมการที่ 2

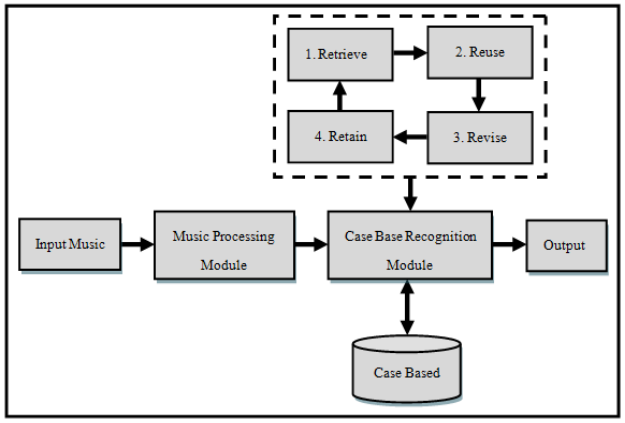
$$C_{mel}(n) = \sum_{i=0}^{J} \log(E_j) \cos(n(j-0.5)\frac{\prod}{J}) \quad (2)$$

โดยที่ C_{mel} คือ ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมล และ E_j คือ ค่าพลังงาน

แล้วนำค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมล (Mean of MFCC) นำค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนแกนความถี่เมล ที่ได้จากสมการที่ 1 นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้ในการจำแนกคลิปเสียงดนตรี

3.1.3 ขั้นตอนการทำงานระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) มีดังนี้ 1) ผู้ใช้งานเพิ่มเพลงที่ต้องการเข้าไปในระบบ 2) ระบบจะทำการแปลงไฟล์จากคลื่นเสียง (.wav) เป็นค่าสัมประสิทธิ์เซปตรัมบนสเกลเมล (MFCCs) 3) หลังจากนั้นระบบจะนำเพลงที่ได้ไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกับฐานข้อมูลเสียงที่มีอยู่ โดยในกระบวนการทำงานนี้จะมี 4 กระบวนการ คือ ก) การค้นคืน (Retrieve) ข) นำไปใช้ (Reuse) ค) แก้ไขหรือปรับปรุง (Revise) ง) เก็บเป็นฐานกรณีสำหรับปัญหาใหม่ (Retain) และ 4) การแสดงผลข้อมูลเพลงพร้อมอารมณ์จากการเปรียบเทียบความคล้ายคลึง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นลำดับความคล้ายคลึงจากมากไปหาน้อย ดังภาพที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้

โปรแกรม Mathlab ช่วยในการแยกคุณลักษณะความคล้ายคลึงของเสียงเพลง



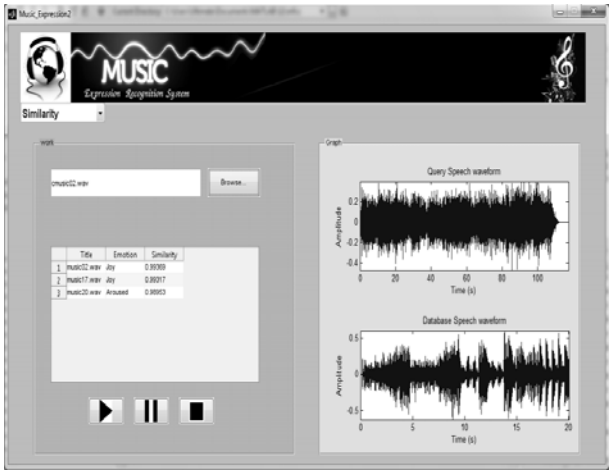
ภาพที่ 2: ขั้นตอนการทำงานของระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR)

4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจำแนกข้อมูลดนตรีด้วยอารมณ์สนุกสนาน อารมณ์ผ่อนคลาย อารมณ์เศร้า และอารมณ์ตื่นเต้น ซึ่งสามารถประเมินความถูกต้องของระบบสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดชุดข้อมูลในการเรียนรู้จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 90 เพลง โดยแบ่งชุดข้อมูลเป็น 4 ชุด คือ ชุดที่ใช้ในการเรียนรู้จำนวน 60 เพลง ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นเพลงดนตรีบรรเลงจำนวน 10 เพลง เพลงแนวป๊อบจำนวน 10 เพลง และเพลงแนวร็อกจำนวน 10 เพลง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของข้อมูล แล้วนำมาสรุปผลเชิงสถิติ โดยที่ระบบจะแสดงผลข้อมูลเพลงพร้อมอารมณ์จากการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงจำนวน 3 อันดับจากมากไปหาน้อย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนภาพระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR)

4.2 ผลการประเมินระบบ

การทดสอบระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) ทางผู้วิจัยจะใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ในการทดสอบระบบโดยรวม ซึ่งเป็นการทดสอบระบบด้วยตนเอง (Alpha Testing) งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล จากผลการทดสอบระบบ โดยทำการจัดชุดข้อมูลในการเรียนรู้จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 60 เพลง โดยแบ่งชุดข้อมูลเป็น 4 ชุดคือ ชุดที่ใช้ในการเรียนรู้จำนวน 60 เพลง ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นเพลงดนตรีบรรเลงจำนวน 10 เพลง เพลงแนวป๊อบจำนวน 10 เพลง และเพลงแนวร็อกจำนวน 10 เพลง ผลการเรียนรู้ความคล้ายของข้อมูล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สรุปผลการเรียนรู้การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของข้อมูลทั้ง 3 แนวเพลง

แนวเพลง	ลำดับความคล้ายคลึงของข้อมูล (Similarity)	ค่าเฉลี่ย	ค่าความถูกต้อง % (Accuracy)
ดนตรีบรรเลง	ลำดับ 1	0.99	99.26
	ลำดับ 2	0.98	98.81
	ลำดับ 3	0.98	98.62
แนวป๊อบ	ลำดับ 1	0.69	69.52
	ลำดับ 2	0.69	69.39

	ลำดับ 3	0.69	69.33
แนวร็อก	ลำดับ 1	0.39	39.66
	ลำดับ 2	0.39	39.63
	ลำดับ 3	0.39	39.53

จากผลการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าค่าความถูกต้องของเพลงดนตรีบรรเลงอยู่ในระดับสูงเนื่องจากลักษณะของทำนองเพลงที่มีความคล้ายคลึงกันกับฐานข้อมูล คือ เป็นเพลงที่ฟังสบาย ๆ มีการผสมผสานกันของเครื่องดนตรีที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย ซึ่งมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) 99.26%, 98.81% และ98.62 % ตามลำดับ ส่วนค่าความถูกต้องของเพลงแนวร็อกที่มีความคลายคลึงกันในระดับต่ำเพราะว่าความแตกต่างของจังหวะดนตรีเสียงร้อง ที่มีการผสมผสานกันด้วยความรุนแรง ดุดัน เร่าร้อน ด้วยเสียงดังของกลอง เบส และกีตาร์ ซึ่งได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) 39.66% , 39.63% และ39.53% ตามลำดับ

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบการรู้จำการแสดงออกทางอารมณ์ด้วยเสียงดนตรี โดยใช้อ้างเหตุผลด้วยฐานกรณี (CBR) นั้นการจำแนกอารมณ์ของเสียงดนตรีเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าใช้ฐานข้อมูลเสียงจำนวนมากและหลายหลายแนว เช่น เพิ่มแนวเพลงคันทรี เป็นต้น พร้อมทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น จะช่วยให้ระบบมีการจำแนกอารมณ์ของเสียงดนตรีในฐานข้อมูลมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิษา พึ่งเจริญ และพยุง มีสัจ. ระบบที่ปรึกษาปัญหาด้านการใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พี โดยใช้วิธีการให้เหตุผลตามกรณีหลัก. สารนิพนธ์ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ, 2009.

[2] รมิดา ธนกุลภารัชต์ และเสาวลักษณ์ วรรธนาภา. การจำแนกประเภทดนตรีบรรเลงไทยเดิมตามอารมณ์หลัก โดยใช้เครือข่ายใยประสาทแบบหลายชั้น. วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2553. 134- 139.

[3] สุดสบาย จุลกทัพพะ. ความเครียด.ภาควิชาจิตเวชศาสตร์. ม.ป.ป. (บทความออนไลน์) สาระสังเขป สืบค้นวันที่ 9 สิงหาคม 2555 จาก http://www.novabizz.com/NovaAce/Stress.htm.

[4] J. A. Russell. A Circumplex Model of Affect. Journal of Personality and Social Psychology, 1980, Vol.39, No. 6 : 1161-117.

[5] สิริอร วิชชาวุธ และคณะ. จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2547.

[6] Chai Wutiwiwatchai and Sadaoki Furui, “Thai speech processing technology: a review”, Speech Communication Journal, Vol. 49, Issue 1, pp. 8-27, 2007

[7] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. คัมภีร์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัท เคที พี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, ตุลาคม 2551.

[8] สุภัสดา พรหมจุติกานนท์. การพัฒนาระบบบริหารความเสี่ยงด้านปฏิบัติการและการจัดการแก้ไขความเสี่ยง โดยใช้ Case Based Reasoning กรณีศึกษา บริษัท เงินทุนธนชาติ จำกัด. สารนิพนธ์ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ, 2548.

[9] A.Khanum and M. Z. Shafiq. Facial Expression Recognition System using Case Based Reasoning. Proc. Advances in Space Technologies, 2006 International Conference on, 2006 : pp. 147-151.

[10] Y. Matsuda, et al. Finger Braille recognition system for people who communicate with deafblind people. Proc. Mechatronics and Automation, 2008.ICMA 2008. IEEE International Conference on, 2008 : pp. 268-273.

[11] B.G. Weber and M. Mateas. Case-Base Reasoning for Build Order in Real-Time Strategy Games. Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2009.

กรอบการดำเนินงานเพื่อคัดกรองภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาด้วยการประมวลผลภาพ
A Framework of Automatic Screening for Diabetic Retinopathy using Image Processing

กฤษณา ศรีโบราณ (Krisana Sriboran)[1] รพีภรณ์ หลอดแก้ว (Rapeepron Lordkeaw)[2]
และจันทิมา พลพินิจ (Jantima Polpinij)[3]
หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]nok_dekdoi@hotmail.com, [2]babemineclash@hotmail.com, [3]jantima.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอกรอบการดำเนินงานเพื่อการคัดกรองผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาแบบอัตโนมัติด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคประมวลผลภาพ ซึ่งจะเป็นการจัดกลุ่มภาพจอประสาทตาแบบ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ไม่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา และกลุ่มที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา โดยจุดที่มีการรั่วของไขมันในตาเป็นคุณลักษณะสำคัญในการจัดกลุ่มภาพจอประสาทตาด้วยอัลกอริทึมเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด เมื่อทดสอบการประเมินประสิทธิภาพด้วยค่าความแม่นยำ พบว่าให้ผลลัพธ์ในระดับที่น่าพอใจ คือมีค่าความระลึกและค่าแม่นยำในวิเคราะห์อยู่ที่ 0.942 และ 0.841 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา รอยรั่วของไขมันในตา การประมวลผลภาพ

Abstract

This paper presents a new framework for automatic screening of Diabetic Retinopathy (DR) using image processing technique. To screening of Diabetic Retinopathy, we also apply classification technique to separate retina image data into two groups: no-DR and DR. Lipid exudates are used as the main features and the K-nearest neighbour algorithm is used for automatic image classification. After testing by precision, the *experimental results return a satisfactory accuracy, where the averages of recall and precision show at 0.942 and 0.841, respectively.*

Keyword: Diabetic Retinopathy, Lipid Exudates, Image processing

1. บทนำ

ปัจจุบันมีผู้ป่วยโรคเบาหวานในประเทศไทยเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่า นอกจากนี้ จากผลของการสำรวจทั่วประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2547 พบว่าร้อยละ 6.76 ของผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (Diabetic Retinopathy: DR) [1] สำหรับภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา [1, 2] เป็นภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ที่ร่างกายของผู้ป่วยจะมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นเป็นระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นทำให้เกิดความผิดปกติของเส้นเลือดทั่วร่างกาย รวมถึงที่จอประสาทตา โดยในจอประสาทตาจะเกิดการรั่วของไขมันและน้ำในเลือดที่จอประสาทตา ส่งผลให้จอประสาทตาและจุดรับภาพบวม เส้นเลือดเปราะเกิดเลือดออกในชั้นจอประสาทตา และจอประสาทตาขาดเลือดมีผลทำให้เกิดเส้นเลือดที่งอกผิดปกติเกิดเป็นพังผืด จนดึงจอประสาทตาให้หลุดลอก หรือทำให้มีเลือดออกในลูกตา

อย่างไรก็ตาม มีจำนวนผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโรงพยาบาลของรัฐแต่ละแห่งมีจำนวนผู้ป่วยที่รอรับการตรวจวินิจฉัยภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาเป็นจำนวนมาก แต่จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่จะสามารถตรวจวินิจฉัยและแปลผลภาพจอประสาทตากลับมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การแปลผลต้องใช้เวลานาน บางครั้งผู้ป่วยอาจจะต้องรอผลการคัดกรองประมาณ 2-3 เดือน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความล่าช้าในการรักษา จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความเสี่ยง

ที่จะเกิดภาวะของการมองเห็นเลือนรางหรือตาบอดจากภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา [3] ดังนั้นหากมีเครื่องมือที่สามารถทำให้การอ่านค่าและแปลข้อมูลภาพจอประสาทตาแบบอัตโนมัติ น่าจะช่วยลดความเสี่ยงของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่จะเกิดปัญหาสายตาเลือนรางหรือตาบอดเพราะภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาได้

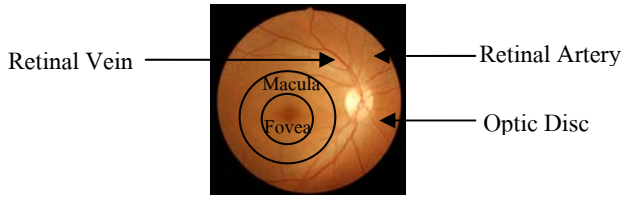
ดังนั้นงานวิจัยฉบับฉบับนี้ ได้นำเสนอกรอบการดำเนินงานเพื่อการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานแบบที่มีความเสี่ยงต่อการมีสายตาเลือนรางหรือตาบอดอันเป็นผลมาจากภาวะเบาหวานขึ้นจอแบบอัตโนมัติ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยเบื้องต้นจะเป็นการแบ่งการวิเคราะห์เพื่อคัดกรองข้อมูลภาพจอประสาทตาออกเป็น 2 กลุ่ม (Binary classes) นั่นคือ กลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ยังมีจอประสาทตาปกติ และกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการของภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา

2. ลักษณะของจอประสาทตา

2.1 ลักษณะของจอประสาทตาที่เป็นปกติ

จอประสาทตาปกติจะมีพื้นหลังสีแดง-ส้ม และบริเวณกลางของจอประสาทตา จะเรียกว่า macula เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างแนวของเส้นเลือด ศูนย์กลางของ macula เรียกว่า fovea มีลักษณะกลม และมีสีคล้ำกว่าบริเวณข้างเคียง ทั้งบริเวณ macula และ fovea มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรับภาพ

สำหรับบริเวณสีขาว-ส้มอ่อน ค่อนข้างกลมเรียกว่า optic disc เป็นทางออกของเส้นประสาทตาเพื่อเดินทางไปยังสมอง บริเวณนี้จะมีเส้นเลือดทอดออกมาด้วย โดยเป็นเส้นเลือดแดง (retinal artery) และเส้นเลือดดำ (retinal vein) วิ่งคู่กันไป

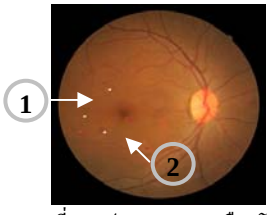


ภาพที่ 1: ลักษณะภาพจอประสาทตาปกติ

2.2 ลักษณะของจอประสาทตาที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา

โดยทั่วไปโรคเบาหวานขึ้นจอประสาทตา แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะต้น (Non Proliferative Diabetic Retinopathy: NPDR) และระยะรุนแรง (Proliferative Diabetic Retinopathy: PDR)

1. NPDR เป็นระยะต้น จะมีการอ่อนแอของผนังหลอดเลือดของจอตา ทำให้หลอดเลือดฝอยโป่งพอง ที่เรียกว่า ไมโครอะนูริซึม (micro-aneurysms) (ภาพที่ 1-ก) เป็นสิ่งตรวจพบอย่างแรกในผู้ป่วยที่เริ่มมีเบาหวานขึ้นจอตา ไมโครอะนูริซึมมักแตกทำให้เกิดจุดเลือดออกเล็กๆ (dot and blot hemorrhages) กระจายทั่วไป นอกจากนี้ ไมโครอะนูริซึมมักมีรูรั่วทำให้มีน้ำและไขมันรั่วออกมา ซึ่งให้จอตาบวมน้ำและมีจุดไขมันสีเหลือง (lipid exudates) (ภาพที่ 1-ข) ถ้าจอตาบวมน้ำบริเวณจุดภาพชัด (macular edema) จะทำให้มีอาการตามัว

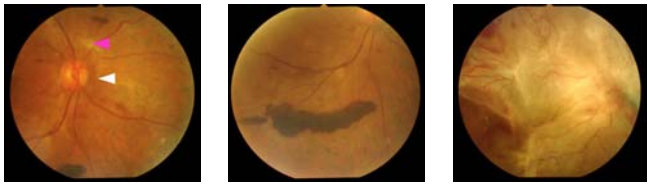


(ก) ที่กระเปาะของหลอดเลือดโป่งพอง (microneurysms) (ลูกศร 1) และไขมัน (lipid exudates) (ลูกศร 2)

(ข) ที่จอตาบวมบริเวณจุดภาพชัดและมีไขมันสีเหลือง (lipid exudates) สะสมบริเวณจุดภาพชัด

ภาพที่ 2: โรคเบาหวานขึ้นจอประสาทตาแบบ NPDR[1]

2. PDR เป็นระยะรุนแรงจะทำให้หลอดเลือดฝอยเล็กมีการอุดตัน ทำให้จอตาขาดเลือด ถ้ามีการขาดเลือดบริเวณจุดภาพชัดก็จะทำให้ตามัวมาก ในรายที่จอตาขาดเลือดรุนแรงจะเกิดหลอดเลือดฝอยงอกใหม่แผ่เป็นร่างแหคล้ายพัด (neovascularization) (ภาพที่ 2-ก) หลอดเลือดฝอยที่ผิดปกติเหล่านี้อาจแตก ทำให้เกิดเลือดออกในช่องน้ำวุ้นตารุนแรงตามมา (ภาพที่ 2-ข) หรือเส้นเลือดผิดปกติเหล่านี้อาจมีพังผืดมาหุ้มและดึงรั้งให้จอตาหลุดลอกรุนแรง (ภาพที่ 2-ค)



(ก) neovascularization (ข) PDR (ค) PDR

ภาพที่ 3: โรคเบาหวานขึ้นจอประสาทตาแบบ PDR[1]

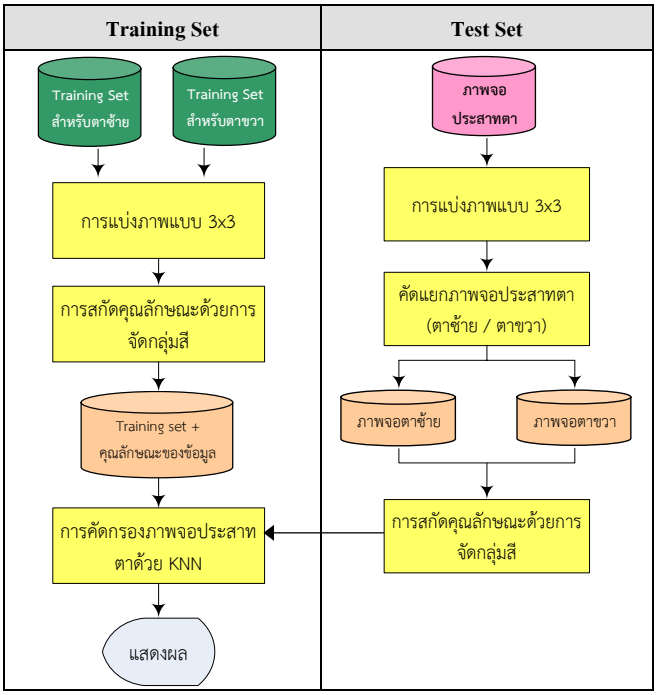
3. ข้อมูลภาพจอประสาทตา

ข้อมูลภาพจอประสาทตาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นภาพแบบ RGB มีขนาดของภาพประมาณ 1000 x 1000 พิกเซล โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจตาคือ กล้อง fundus ซึ่งเป็นกล้องถ่ายภาพจอประสาทตาแบบ Digital และภาพจอประสาทตาจะต้องไม่เบลอ โดยมีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกภาพจอประสาทตาให้ ตัวอย่างภาพข้อมูลจอประสาทตาที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้แสดงได้ดังภาพที่ 3 ซึ่งแพทย์ผู้เชี่ยวชาญได้ช่วยคัดแยกข้อมูลให้เป็น 3 กลุ่มคือ ภาพจอประสาทตาที่มีภาวะแบบปกติ (No-PDR หรือ No-DR) ภาพจอประสาทตาแบบระยะเริ่มต้น (mild-PDR) และภาพจอประสาทตาแบบระยะเริ่มรุนแรง (severe-PDR)

ในงานวิจัยฉบับนี้ จะเริ่มจากการศึกษาการจัดกลุ่มภาพจอประสาทตาแบบ 2 กลุ่มคือ กลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ยังมีจอประสาทตาปกติ และกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอาการของภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา โดยใช้เป็นกลุ่มภาพเพื่อใช้เป็น Training Set จำนวนกลุ่มภาพละ 60 ภาพ แบ่งเป็นตาซ้าย 30 ภาพ และตาขวา 30 ภาพ ขณะที่ Test set จะใช้จำนวนกลุ่มภาพละ 120 ภาพ แบ่งเป็นตาซ้าย 60 ภาพ และตาขวา 60 ภาพ

4. กรอบการดำเนินงาน

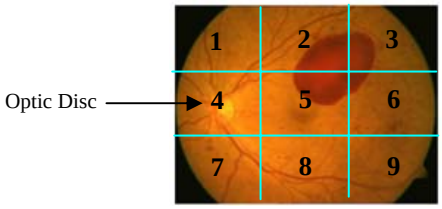
ในงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอกรอบการดำเนินงานที่มีขั้นตอนของการประมวลผลหลักๆ ดังแสดงได้ดังภาพที่ 3 คือ



ภาพที่ 4: กรอบการดำเนินงานเพื่อคัดกรองภาวะขึ้นจอประสาทตาด้วยการประมวลผลภาพ

4.1 การแบ่งภาพแบบด้วย Tile-based scheme

Tile-based scheme [4] การแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ แล้วทำการวิเคราะห์ภาพจากส่วนย่อยที่ได้ทำการแบ่งเอาไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ลักษณะของการแบ่งภาพจะกำหนดตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจากขนาดของภาพ ในงานวิจัยฉบับนี้จะทำการแบ่งภาพแบบ 3 x 3 ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 5: ภาพจอประสาทตาที่ผ่านการแบ่งภาพแบบ 3 x 3

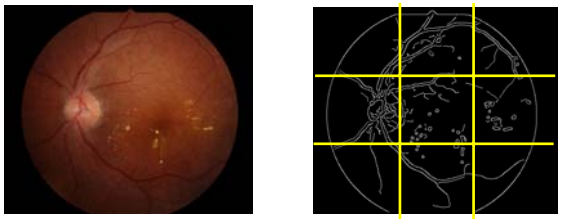
4.2 การคัดแยกตาซ้ายและตาขวา

ในการคัดแยกจะพิจารณาจากตำแหน่งของ Optic Disc หรือขั้วประสาทตา (ดูจากภาพที่ 4) ถ้า Optic Disc อยู่ในบริเวณ Tile ที่ 4 หรือด้านซ้ายของภาพจะเป็นตาซ้าย ขณะที่หาก Optic Disc อยู่ในบริเวณ Tile ที่ 6 หรือด้านขวาของภาพจะเป็นตาขวา

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ ได้ประยุกต์เทคนิคการหาขอบภาพแบบ Canny [5] เพื่อหาขอบของวัตถุในภาพ โดยเฉพาะเส้น

[1] http://www.thairetinasociety.org

เลือด (Blood Vessel) เพราะตำแหน่งที่เป็นจุดรวมของเส้นเลือดจะเป็นตำแหน่งของ Optic Disc



(ก) ภาพจอประสาทตาต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการทำ Canny Edge Detection

ภาพที่ 6: ภาพจอประสาทตาที่ผ่านการทำ Canny Edge Detection

ภายหลังจากการทำ Canny Edge Detection รวมทั้งทำการลดสัญญาณรบกวน (Noise reduction) หากพิจารณาจากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าขอบของเส้นเลือดจะเป็นสีขาว (มีค่าเท่ากับ 255) ขณะที่ส่วนพื้นหลังจะมีสีดำ (มีค่าเท่ากับ 0) ดังนั้นเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างค่าสีขาวและจำนวนจุดภาพทั้งหมดในแต่ละ Tile

- ถ้าหากค่าอัตราส่วนระหว่างค่าสีขาวและจำนวนจุดภาพทั้งหมดใน Tile ที่ 4 มากกว่า Tile ที่ 6 แสดงว่า Optic Disc อยู่ด้านซ้าย
- ถ้าหากค่าอัตราส่วนระหว่างค่าสีขาวและจำนวนจุดภาพทั้งหมดใน Tile ที่ 6 มากกว่า Tile ที่ 4 แสดงว่า Optic Disc อยู่ด้านขวา

4.3 การสกัดคุณลักษณะเพื่อการวิเคราะห์

จากการศึกษา ทั้งในเอกสาร [6, 8] และจากผู้เชี่ยวชาญสามารถสรุปได้ว่า

(1) อาการของผู้ที่มีอาการเบาหวานขึ้นจอประสาทตาจะเริ่มจากการพบรอยรั่วของไขมันในตา (Lipid Exudates) และมีจุดเลือดออกในตา (dot & blot hemorrhage) ในรายที่อาการรุนแรงจะเริ่มมีการแตกตัวของเส้นเลือดในตาแบบร่างแห และการเกิดพังผืดในตา

(2) ตำแหน่งของการเกิดรอยรั่วของไขมันในตา มักจะอยู่ในระยะที่ห่างจากตำแหน่งของ Optic Disc

จากเหตุนี้เราจึงเริ่มทำการศึกษาและนำเสนอกรอบการดำเนินงานเพื่อคัดกรองภาพเบาหวานขึ้นจอประสาทตาด้วยการใช้รอยรั่วของไขมันในตาเป็นคุณลักษณะหลัก นอกจากนี้ตำแหน่งของการเกิดรอยรั่วของไขมันในตา โดยทั่วไป จะอยู่ห่างจาก Optic Disc ในระยะตรงข้าม เช่น หากพิจารณาในภาพที่ 5 หาก Optic Disc อยู่ทางซ้าย ตำแหน่งที่จะพบรอยรั่วของไขมันในจอตามักจะอยู่ในตำแหน่ง Tile ที่ 2, 3, 5, 6, 8 และ 9

ลักษณะของรอยรั่วของไขมันในตาจะเป็นจุดสีเหลือง หรือออกเฉดเหลือง ดังนั้นในงานวิจัยหลายๆ ฉบับ [6,7] ที่ใช้ภาพจอประสาทเป็นภาพที่ประกอบด้วยการผสมสีแบบ RGB จะให้ความสนใจในการศึกษาเพื่อหาตำแหน่งรอยรั่วของไขมันในจอตา โดยพิจารณาค่าสีในจุดภาพ เฉพาะช่องสีเขียว (Green Channel: G) เพราะเมื่อผสมสีในค่าสี RGB แล้วช่องสีเขียวจะเป็นค่าสีที่มีความสว่างมากที่สุด เนื่องจากค่าสีของบริเวณที่มีการรั่วของไขมันจะเกิดจากการผสมสีแดงและสีเขียวเข้าด้วยกัน

ในงานวิจัยฉบับนี้ จากข้อมูลที่มีอยู่ เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงค่าสี R, G และ B พบว่าจุดภาพที่แสดงรอยรั่วของไขมันในตาจะมีค่าสีเหลืองระหว่าง 200 – 255 ดังนั้นหากภาพจอประสาทตาในแต่ละ Tile (2, 3, 5, 6, 8 และ 9) มีการตรวจพบค่าสีเหลืองในจุดภาพระหว่าง 200 – 255 แม้จะพบเพียงจุดเดียวก็ถือว่ามีรอยรั่วของไขมันในจอตาของ Tile นั้น จากนั้นให้ระบุเป็นค่าที่พบเป็น 1 (presence) หากไม่พบรอยรั่วของไขมันในจอตาให้ระบุเป็นค่า 0 (Absence) จากนั้นให้นำเสนอภาพจอประสาทตานั้นๆ และคุณลักษณะที่ได้ในรูปแบบของ Vector Space Model (VSM) [9, 11] ในที่นี้เรียกว่า Retina Image Representation ดังแสดงในภาพที่ 7

Retina Image	Feature-1 (Tile #2)	Feature-2 (Tile # 3)	Feature-3 (Tile # 5)	Feature-4 (Tile # 6)	Feature-5 (Tile # 8)	Feature-6 (Tile # 9)
#1	0	0	1	1	0	0
#2	0	0	1	1	0	0
...	...	...	...	...	...	...
#n	0	0	0	1	0	1

ภาพที่ 7: Retina Image Representations

สาเหตุที่จะพิจารณาว่า หากพบจุดภาพที่อาจจะแสดงลักษณะรอยรั่วของไขมันในจอตาแม้เพียงจุดเดียว ก็ให้วิเคราะห์ว่ามีโอกาสเกิดภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา เพราะภาพในกลุ่มดังกล่าว ควรให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยอีกครั้ง เพราะหากคัดกรองออก อาจจะส่งผลต่อการรักษาผู้ป่วย และอาจจะทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะสายตาเลือนรางหรือตาบอด เพราะการรักษาที่ไม่ทันการ

4.4 การจัดกลุ่มภาพจอประสาทตาด้วย KNN

K-Nearest Neighbor (KNN) [10] คือ วิธีการในการจำแนกประเภทข้อมูล (classification) เทคนิคนี้จะตัดสินใจว่าคลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนชุดข้อมูลจำนวน k ชุด ที่มีเงื่อนไข (Conditions) หรือคุณลักษณะ (Features) หรือ ตัวแปร (Attributes) ที่เหมือนกัน (Similarity) หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยค่า Similarity สามารถคำนวณได้จาก Euclidean Distance

สมมติว่า q คือภาพที่จะจัดกลุ่มใน Test set และ p คือข้อมูลใน Training set สมการ Euclidean Distance สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$Similarity\ (q_i, p_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(q_i - p_i)^2} \qquad (1)$$

โดยถ้าชุดข้อมูล x ที่เป็น data points มีชุดข้อมูล k ชุดใน dataset ที่มีค่าระยะห่างน้อยที่สุดไปยัง x แสดงว่าข้อมูลชุดดังกล่าวมีความเหมือนกัน ดังนั้นขั้นตอน KNN มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. *กำหนดขนาดของ k (ควรกำหนดให้เป็นเลขคี่)*
2. *คำนวณระยะห่าง* (Distance) *ของข้อมูลที่ต้องการพิจารณากับกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง*
3. *จัดเรียงลำดับของระยะห่าง และเลือกพิจารณาชุดข้อมูลที่ใกล้จุดที่ต้องการ พิจารณาตามจำนวน k ที่กำหนดไว้*
4. *พิจารณาข้อมูลจำนวน k ชุด และสังเกตว่ากลุ่ม* (*class*) *ไหนที่ใกล้จุดที่พิจารณาเป็นจำนวนมากที่สุด*
5. *กำหนด class ให้กับจุดที่พิจารณา* (*class*) *ที่ใกล้จุดพิจารณามากที่สุด*

5. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ในการประเมินความถูกต้องจะเป็นการประเมินด้วย ค่าความระลึก (Recall: R) [11] และค่าความแม่นยำ (Precision: P) [11]

$$Recall = \frac{\text{ภาพที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้}}{\text{ภาพทั้งหมด}} \qquad (2)$$

$$Precision = \frac{\text{ภาพที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้และถูกต้อง}}{\text{ภาพที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้}} \qquad (3)$$

ข้อมูลทดสอบที่ใช้เป็นกลุ่มภาพแบบ No-DR จำนวน 120 ภาพ แบ่งเป็นตาซ้าย 60 ภาพ และตาขวา 60 ภาพ และกลุ่มภาพแบบ PDR จำนวน 120 ภาพ แบ่งเป็นตาซ้าย 60 ภาพ และตาขวา 60 ภาพ โดยกำหนดค่า k ของ KNN คือ 3 และ 5 ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 และ2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบ เมื่อใช้ค่า k ของ KNN ที่ค่าเท่ากับ 3

Class	Recall		Precision	
	ตาซ้าย	ตาขวา	ตาซ้าย	ตาขวา
No-DR	0.93	0.95	0.83	0.85
PDR	0.96	0.91	0.82	0.80
ค่าเฉลี่ย	0.945	0.933	0.825	0.825

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบ เมื่อใช้ค่า k ของ KNN ที่ค่าเท่ากับ 5

Class	Recall		Precision	
	ตาซ้าย	ตาขวา	ตาซ้าย	ตาขวา
No-DR	0.94	0.95	0.83	0.85
PDR	0.96	0.93	0.84	0.84
ค่าเฉลี่ย	0.95	0.94	0.835	0.845

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่า ได้ผลการทดลองในระดับที่น่าพอใจสำหรับการศึกษาเบื้องต้น

อย่างไรก็ตาม ด้วยค่า k ที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าผลลัพธ์ก็แตกต่างกัน โดยค่า k ที่มีขนาดเล็กกว่า จะให้ผลการทดสอบที่ต่ำกว่า เนื่องจากว่า การกำหนดค่า k เป็นจุดอ่อนในอัลกอริทึมแบบ KNN [10] เพราะเมื่อให้ค่า k มีจำนวนน้อยๆ จะทำให้ง่ายต่อการเกิดความผิดพลาด (Sensitive to noise) เนื่องจากการเลือกเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดอาจจะเกิดความผิดพลาดได้ [12]

ส่วนความผิดพลาดอื่นๆ ที่เกิดขึ้นนั้น จากการวิเคราะห์ภาพด้วยตาเปล่าอีกครั้ง พร้อมทั้งการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าหากภาพที่ได้อาจจะมีคุณภาพไม่ดีพอ อันเนื่องมาจากปัญหาของกล้อง fundus ที่ใช้ในการถ่ายภาพจอประสาทตา หากกล้องดังกล่าวมีฝุ่นเกาะ หรือทำความสะอาดไม่ดีพอ เมื่อถ่ายภาพออกมา จะปรากฏเป็นจุดสีเหลืองในภาพ ที่มีลักษณะคล้ายๆ กับจุดที่เป็นรอยรั่วของไขมัน ซึ่งในกรณีนี้ แม้แต่ผู้เชี่ยวชาญก็อาจจะอ่านค่าได้ผิดพลาดเช่นกัน

นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเรื่องของค่าความส่องสว่างในภาพหรือ Illumination เพราะหากมีค่าไม่เหมาะสม การอ่านค่าสีก็อาจจะผิดพลาดได้เช่นกัน ดังนั้นอาจจะต้องปรับ โดยการ

เปลี่ยนภาพที่มีค่าสีแบบ RGB ไปเป็น HSV [13] ก่อนขั้นตอนการประมวลผลภาพอื่นๆ เพราะ HSV ใช้หลักการแยกความสว่างออกจากเนื้อสีของจุดภาพ โดยปริภูมิสี HSV นั้นแทนค่าด้วยเวกเตอร์สามมิติ ซึ่งประกอบด้วย H แทนค่าเนื้อสี (Hue), S แทนค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) และ V แทนค่าความสว่างของแสง (Value) ดังนั้นในการพิจารณาด้วยค่าสี ก็จะสามารถพิจารณาด้วยค่าเนื้อสีแท้ คือ ในส่วนของ Hue นั่นเอง

6. สรุปผล

ในงานวิจัยฉบับนี้ นำเสนอกรอบการดำเนินงานแบบอัตโนมัติ เพื่อการคัดกรองภาพจอประสาทตาที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาโดยการประมวลผลภาพ ซึ่งเป็นการคัดกรองเบื้องต้นคือ ภาพจอประสาทตาที่ไม่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา หรือ No-DR และภาพจอประสาทตาที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา หรือ PDR

กรอบการดำเนินงานหลักของการคัดกรองภาพจอประสาทตาที่มีภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาโดยการประมวลผลภาพเริ่มจากการแบ่งภาพแบบขนาด 3 x 3 จากนั้นหาตำแหน่งของคุณลักษณะที่ต้องการ โดยคุณลักษณะสำคัญที่เลือกใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างภาพจอประสาทตาแบบ No-DR และ PDR คือจุดของรอยรั่วของไขมันที่เกิดขึ้นเพราะผู้ป่วยที่มีอาการเบาหวานขึ้นจอประสาทตาเริ่มต้น จะมีรอยรั่วของไขมันในตานั่นเอง ลักษณะของรอยรั่วของไขมันในตาจะเป็นจุดสีเหลือง หรือออกเฉดเหลือง ดังนั้นหากภาพจอประสาทเป็นภาพ RGB ในงานวิจัยหลายๆ ฉบับจึงให้ความสนใจพิจารณาค่าสีเฉพาะช่องสีเขียว ซึ่งในงานวิจัยนี้ก็เช่นเดียวกัน ตำแหน่งของ Lipid Exudates มักอยู่ใน Tile ที่ 2, 3, 5, 6, 8 และ 9 หากพบจุดสีเหลืองที่เป็น Lipid Exudates ใน Tile ใดๆ ให้ระบุเป็นค่า 1 (presence) หากไม่พบให้ระบุเป็นค่า 0 (Absence) จากนั้นให้นำเสนอภาพจอประสาทตานั้นๆ และคุณลักษณะที่ได้ในรูปแบบของ VSM ในที่นี้เรียกว่า Retina Image Representation

การที่พิจารณาการพบรอยรั่วของไขมันในจอตาแม้เพียงจุดเดียว ก็ให้วิเคราะห์ว่ามีโอกาสเกิดภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตา เพราะภาพในกลุ่มดังกล่าว แพทย์ผู้เชี่ยวชาญจะวินิจฉัยอีกครั้ง เพราะหากคัดกรองออก อาจจะส่งผลต่อการรักษาผู้ป่วย และอาจจะทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะสายตาเลือนรางหรือตาบอด เพราะได้รับการรักษาที่ไม่ทันการ

ภายหลังจากการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย KNN ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของข้อมูลระหว่าง Training set และ Test set เมื่อทดสอบการจัดกลุ่มข้อมูลอัตโนมัติ และประเมินผลด้วยค่าความถูกต้อง พบว่าได้ผลลัพธ์ในระดับที่น่าพอใจ

จากข้างต้น จะเห็นว่ากรอบการดำเนินงานที่นำเสนอนี้น่าจะสามารถช่วยเหลือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเบื้องต้นในการวินิจฉัยโรค เมื่อสามารถคัดกรองภาพจอประสาทตาของผู้ป่วยในส่วนที่ยังไม่มีภาวะ PDR ออกไปได้บ้าง ทำให้ลดระยะเวลาของการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยเบาหวานที่รอผลการตรวจจอประสาทตา เพื่อให้ผู้ป่วยที่มีภาวะ PDR ได้รับการรักษาทันท่วงที

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์ถาวร รังษีจำรัส แพทย์ผู้เชี่ยวชาญแผนกจักษุวิทยา โรงพยาบาลร้อยเอ็ด ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ความรู้เรื่อง Diabetic Retinopathy

เอกสารอ้างอิง

[1] P.P. Lin, and K. Jules, “An intelligent system for monitoring the microgravity environment quality on-board the International Space Station,” *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 51, no. 5, pp. 1002-1009, 2002.

[2] P. K. Simpson, “Fuzzy min-max neural networks-part 1: classification,” *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 3, no. 5, pp. 776-786, 1992.

[3] S. Wu and T. W. S. Chow, “Induction machine fault detection using SOM-based RBF neural networks” *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, vol. 51, no. 1, pp. 183-194, 2004.

[4] Li-Yi-Wei. Tile-Based Texture Mapping. NVIDIA Corporation. [Cited at 28 มกราคม 2556]. http://developer.nvidia.com/GPUGems2/gpugems2_chapter12.html

[5] Bill Green. Canny Edge Detection Tutorial. [Cited at 28 มกราคม 2556]. Available from: http://dasl.mem.drexel.edu/alumni/bGreen/www.pages.drexel.edu/_weg22/can_tut.html

[6] Saiprasad Ravishankar, Arpit Jain, Anurag Mittal. “Automated Feature Extraction for Early Detection of

Diabetic Retinopathy in Fundus Images". Indian Institute of Technology Madras. IEEE, 2009

[7] C.I. Sanchez, R. Hornero, M.I. Lopez, and J. Poza, "Retinal Image Analysis to Detect and Quantify Lesions Associated with Diabetic Retinopathy," In : Internat. Conf. on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 1624 – 1627, 2004

[8] Neera Singh, Ramesh Chandra Tripathi. "Automated Early Detection of Diabetic Retinopathy Using Image Analysis Techniques". International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 8, No. 2, October. 2010

[9] Image Vector (http://pippin.gimp.org/image_processing/chap_dir.html)

[10] P´adraig Cunningham, Sarah Jane Delany "k-Nearest Neighbour Classifiers". Technical Report UCD-CSI-2007-4, March 27 2007

[11] Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto. "Modern Information Retrieval" .Addison-Wesley, 1999

[12] Yang Song, Jian Huang, Ding Zhou, Hongyuan Zha, C. Lee Giles. "IKNN: Informative K-Nearest Neighbor Pattern Classification". the 11th European Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases (PKDD), 2007

[13] Lidiya Georgieva, Tatyana Dimitrova, Nicola Angelov. "RGB and HSV colour models in colour identification of digital traumas images". International Conference on Computer Systems and Technologies, 2005

การเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้าด้วยเทคนิคการกรองภาพ
The Face Detection Optimization with Image Filtering Technique

วิษณุกรณ์ ทอดทอง (Witsanukorn Thodthong)[1] พัฒนพงษ์ โพธิปัสสา (Pattanaphong Pothipassa)[2]
และคำรณ สุนัติ (Khamron Sunat)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]cdr018_golf@hotmail.com, [2]slim4more@hotmail.com, [3]khamron_sunat@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้ามนุษย์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกรองภาพ และอาศัยหลักการที่ว่าพื้นที่ส่วนที่เป็นใบหน้ามนุษย์จะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวน จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาอัลกอริธึมที่มีการทำงานโดยเปรียบเทียบทุกส่วนของภาพกับค่าเฉลี่ยที่เกิดจากการคำนวณและเลือกเฉพาะส่วนของภาพหรือพื้นที่ที่มีจำนวนพิกเซลมากกว่าค่าเฉลี่ยมาประมวลผล ทั้งนี้เพื่อจำกัดให้มีเฉพาะส่วนที่คาดว่าจะเป็นใบหน้ามนุษย์เท่านั้นที่จะถูกนำมาพิจารณาในขั้นตอนการหาจำนวนใบหน้า

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้น พบว่า สามารถลดส่วนของภาพที่ต้องนำมาประกอบการพิจารณาว่าเป็นใบหน้ามนุษย์หรือไม่ลงไปได้ถึง 92.09% ทำให้มีส่วนของภาพที่ต้องนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไปเพียง 7.91% สำหรับการทดสอบกับภาพที่มีหลายใบหน้า โดยเปรียบเทียบกับอัลกอริธึมสำหรับตรวจจับใบหน้าที่เรียกว่าคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยภายในพื้นที่ใกล้เคียงแบบต่อเนื่องร่วมกับตัวคัดแยกเครือข่ายเบาบางแบบวินโนว์ (Local SMQT Feature and Split Up Snow Classifier) พบว่าอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องในการตรวจจับและระบุจำนวนใบหน้าสูงถึง 94.61% ในขณะที่อัลกอริธึมแบบ Local SMQT Feature and Split Up Snow Classifier มีความถูกต้องในการตรวจจับและระบุจำนวนใบหน้าอยู่ที่ 50.98%

คำสำคัญ: การตรวจจับใบหน้า เทคนิคการกรองภาพ สัญญาณรบกวน

Abstract

This paper is aims to present a paradigm for optimize the face detection efficiency, thus we applied the image filtering technique to the proposed algorithm. Beneath the principle, the area of human face always bigger than the noise. Therefore we developed the algorithms which perform by compare every parts of image with the threshold value, and select only the large area of image which bigger than the threshold for compute in the next step. Cause of this selection, we want to limit the area to compute, and select only the parts that may be a human face for increase the accuracy for multi-faces.

The effective of this algorithm, we can decrease unwanted pixels areas to 92.09% and selected only 7.91% for computing in the next step. And the accuracy for multi-faces detection compared with Local SMQT Feature and Split Up Snow Classifier, the proposed algorithm have an accuracy for multi-face detection about 94.61%, while the Local SMQT Feature and Split Up Snow Classifier has 50.98% of detection accuracy.

Keywords: Face Detection, Image Filtering Technique, Noise

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้ามนุษย์ (Face Detection) ซึ่งได้มีการนำเทคนิคต่างๆมาใช้ประกอบการพัฒนา ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความแม่นยำ

และความเร็วในการทำงานที่เพิ่มขึ้น อาทิ เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก [1],[2],[3] เทคนิคการใช้โมเดลสี [4] เทคนิค LBP [5] และเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการนำเทคนิค Local SMQT [6] ซึ่งเป็นเทคนิคในการคัดแยกคุณสมบัติที่ใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุมาใช้กับการตรวจจับใบหน้า โดยพบว่าสามารถทำงานกับสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างมากได้ดี นอกจากนี้ยังมีการนำเทคนิค Snow[6] ซึ่งเป็นเทคนิคในการเพิ่มความเร็วในการคัดแยกเข้ามาช่วย เพื่อให้การตรวจจับใบหน้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามอัลกอริธึมตรวจจับใบหน้าที่ใช้ Local SMQT ร่วมกับ Snow[6] พบว่ายังทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เมื่อนำมาใช้เพื่อตรวจจับใบหน้าในกรณีที่มีหลายใบหน้า ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาอัลกอริธึมสำหรับตรวจจับใบหน้าโดยนำเทคนิค Chromatic color[1],[7],[8] ซึ่งใช้คัดแยกสีผิวของมนุษย์ออกจากพื้นหลังมาใช้เพื่อการตรวจจับใบหน้าในกรณีหลายใบหน้า และนำเทคนิค Image Filtering[10] ซึ่งโดยปกติใช้เพื่อกรองจุด (Pixel)ที่ไม่ต้องการออกไปจากภาพ แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำมาพัฒนาเพื่อใช้ลดจำนวนพื้นที่(Region)ของข้อมูลภาพที่ได้มาจากการคัดแยกสีผิวซึ่งอาจมีจำนวนมากให้มีจำนวนน้อยลง เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้า โดยผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาของการวิจัยออกเป็น 7 ส่วน โดยส่วนที่ 2 คือ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 คือ ขั้นตอนการทดลอง ส่วนที่ 4 คือ ผลการทดลอง ส่วนที่ 5 คือ อภิปรายผลการทดลอง ส่วนที่ 6 สรุปผลการทดลอง และส่วนที่ 7 คือ กิตติกรรมประกาศ

2.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Chromatic color[1],[7],[8]

เป็นการใช้ค่าของสีผิวเป็นตัวคัดแยก โดยนำภาพสีแบบ RGB มาทำการแยกแบน แล้วทำการ Normalize สีในแต่ละแบนเพื่อให้ได้ค่าสีที่แท้จริง โดยจะไม่มีความสว่าง หรือแสงมาเกี่ยวข้อง ดังสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$r = \frac{R}{(R+G+B)} \qquad (1.7) \qquad (1)$$

$$b = \frac{B}{(R+G+B)} \qquad (1.8) \qquad (2)$$

เมื่อนำค่า r g b มารวมกันแล้วในแต่ละ พิกเซล จะต้องมีค่าเป็น 1 ดังนั้น g จึงหาได้จากสมการที่ 3

$$g = 1 - (r + b) \qquad (3)$$

เนื่องจากค่าสีผิวในโหมด RGB จะให้ค่าการกระจายตัวของสีผิวที่สูง ทำให้ไม่สามารถหาค่า Threshold ที่เหมาะสมมาทำการคัดแยกสีผิวออกจากพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เมื่อทำสีให้อยู่ในรูป Chromatic Color จะทำให้ค่าการกระจายตัวของสีผิวลดลงและสามารถหาค่า Threshold ที่เหมาะสมมาทำการคัดแยกสีผิวออกจากพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 Face Detection [1]

สำหรับการตรวจจับใบหน้าจะทำการเลือกพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นส่วนของใบหน้ามนุษย์จากสีผิวที่ตรวจจับได้ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Chromatic Color จากนั้นจะทำการตีกรอบตำแหน่งที่คาดว่าจะเป็นใบหน้าดังกล่าวไว้ก่อน แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ตรวจจับได้อาจไม่ใช่ใบหน้ามนุษย์เสมอไป ดังนั้นจึงต้องมีการนำบริเวณดังกล่าวไปหาองค์ประกอบหลัก จากนั้นทำการเลือกจำนวนองค์ประกอบหลักที่เหมาะสมที่สามารถให้รายละเอียดของภาพได้ดีที่สุด และทำการฉายองค์ประกอบหลักลงไปยังพื้นที่สีผิวที่ได้เลือกมาแล้ว เพื่อทำการสร้างภาพใหม่ที่มีการลดมิติของภาพลง จะได้ภาพใหม่ที่มีองค์ประกอบหลักน้อยลง และภาพใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นนี้จะถูกนำไปคำนวณด้วยวิธีการตรวจจับเส้นขอบแบบแคนนี่

2.3 Canny Edge Detection [1]

เป็นเทคนิคการตรวจจับเส้นขอบของภาพที่ผ่านการหาองค์ประกอบหลักมาแล้ว โดยเมื่อทำการตรวจจับเส้นขอบของภาพสำเร็จแล้วจะทำการนับจำนวนพิกเซลของเส้นขอบที่ทำการตรวจจับได้ โดยจะพิจารณาเฉพาะพิกเซลที่เป็นส่วนของขอบภาพเท่านั้น จากนั้นกำหนดจำนวนพิกเซลที่เหมาะสมเพื่อเป็นการปรับค่ากั้น(Threshold) โดยค่ากั้นที่เหมาะสมนั้นจะต้องมีคุณสมบัติสามารถแยกพื้นที่ส่วนที่เป็นใบหน้าออกจากพื้นที่ส่วนอื่นได้ดี เพื่อนำไปพิจารณาว่าพื้นที่ใดเป็นส่วนของใบหน้ามนุษย์

2.4 Regions Growing[9]

วิธีการ Region Growing จะนำพิกเซลข้างเคียงมาพิจารณาซึ่งจะทำการจัดกลุ่ม (Region) ของพิกเซลเหล่านี้เข้าไว้

ด้วยกันโดยการพิจารณาถึงความเข้มของพิกเซล (ค่าของพิกเซลมีค่าใกล้เคียงกัน)

ในการ Segmentation จะต้องมีการกำหนดกลุ่ม (Region) ที่ต้องการจะแบ่ง R_i โดยที่แต่ละกลุ่มจะต้องมีการกำหนดค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้น $s_i, i = 1,...,N$ (ค่าเหล่านี้จะถูกเลือกไว้โดยผู้ที่ต้องการ segmentation: supervised mode) ซึ่งมีไว้เพื่อใช้สำหรับการขยายตัวของกลุ่ม (growth) ในการขยายตัวของกลุ่มนี้จำเป็นจะต้องมีกฎเพื่อใช้เป็นวิธีการขยายตัวของกลุ่มรวมทั้งกฎของการตรวจสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่ม (homogeneity) ของทุกระยะของการขยายตัว

ในแต่ละระยะของการขยายตัวของแต่ละกลุ่ม $R_i^{(K)}, i = 1,...,N$ จะมีการตรวจสอบว่ามีพิกเซลที่ยังไม่ได้จัดกลุ่มหรือไม่ (เป็นพิกเซลทั้ง 8 ที่เชื่อมต่อ (8-neighbourbood) อยู่กับพิกเซลที่อยู่บริเวณขอบของกลุ่มหรือไม่) และก่อนที่จะมีการกำหนดพิกเซลใด ๆ (x) เข้าสู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจะต้องมีการตรวจสอบอีกว่ากลุ่มที่จะขยายนั้นยังคงมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอีกหรือไม่ (homogeneity) ดังสมการที่ 4

$$P(R_i^{(k} \cup \{x\}) = \text{TRUE} \qquad (4)$$

ประสิทธิภาพของการ Segmentation วิธีนี้จะขึ้นอยู่กับการเลือกค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้นของในแต่ละกลุ่มซึ่งกำหนดให้โดยผู้ใช้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถหาได้อัตโนมัติจาก histogram ของภาพโดยการพิจารณาค่าสูงสุดของ histogram (ค่า peak) มาใช้เป็นค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้นของกลุ่มได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าความเข้มเริ่มต้นมากกว่าหนึ่งค่าต่อหนึ่งกลุ่ม ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการ merging เพื่อที่จะใช้ในการรวมกลุ่มที่มีลักษณะทาง statistical (พิจารณาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ใกล้เคียงกัน ดังสมการที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} f(k,l) \qquad (5)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} (f(k,l) - m_i)^2} \qquad (6)$$

เมื่อ m_i คือค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มในกลุ่มที่ i ที่มีจำนวนพิกเซลเท่ากับ n พิกเซล

ค่าเหล่านี้จะนำไปใช้ในการติดสินใจว่าจะสามารถรวมกลุ่ม R_1, R_2 เข้าไว้ด้วยกันได้หรือไม่ ถ้าหากค่าเฉลี่ยของกลุ่ม m_1, m_2 มีค่าใกล้เคียงกันก็สามารถรวมกันได้ ดังสมการที่ 7

$$|m_1 - m_2| < k\sigma_i \qquad i = 1,2 \qquad (7)$$

2.5 Image Filtering Algorithm [10]

แบบจำลอง local linear เป็นแนวทางใหม่สำหรับการกรองภาพเพื่อรักษาเส้นขอบของภาพที่มีคุณภาพสูง โดยจะพิจารณาในระดับของพิกเซลว่ามีคุณสมบัติเป็นสัญญาณรบกวน(Noise)หรือไม่ จากแบบจำลองนี้จะใช้หลักการประเมินความเสี่ยงแบบ ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดกำลังสอง(MSE) เพื่อกรองภาพจากภาพที่มีสัญญาณรบกวนเท่านั้น ซึ่งจะทำให้กรองภาพได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ โดยสามารถกรองสัญญาณรบกวนในขณะเดียวกันก็ยังรักษารายละเอียดของขอบภาพไว้ได้ด้วย ยิ่งไปกว่านั้นตัวกรองนี้ยังมีขั้นตอนการทำงานที่รวดเร็วและแน่นอนรวมทั้งความซับซ้อนของตัวกรองไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเคอร์เนล ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้กับงานประมวลผลภาพได้จริง วิธีนี้ให้ผลดีทั้งในเรื่อง การลดสัญญาณรบกวน ได้รายละเอียดของภาพที่ราบเรียบ การเพิ่มประสิทธิภาพ การบีบอัดที่มีขนาดใหญ่ เป็นต้น

3. ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริธึมตรวจจับใบหน้าที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ คือการพัฒนาเทคนิคการกรองภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้า ซึ่งการกรองภาพโดยทั่วไปจะเป็นการทำเพื่อจัดการกับพิกเซลหนึ่งๆ ส่วนเทคนิคที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะจัดการกับพื้นที่หนึ่งๆแทน และมีหลักการทำงานโดยอาศัยแนวคิดพื้นฐานที่ว่าพื้นที่ส่วนที่เป็นใบหน้ามนุษย์จะมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนเสมอ โดยอัลกอริธึมสำหรับกรองภาพที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนในการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 ทำการจัดกลุ่มพิกเซลที่อยู่ติดกัน จากนั้นทำการติดหมายเลขให้กับแต่ละกลุ่ม

3.2 ทำการนับจำนวนพิกเซลของแต่ละกลุ่ม

3.3 หาค่า mean โดยนำจำนวนพิกเซลของแต่ละกลุ่มที่ตรวจจับได้ว่าเป็นสีผิวมารวมกันทั้งหมด จากนั้นหารด้วยจำนวนพื้นที่(Regions) ดังแสดงในสมการที่ 8

$$\text{mean} = \frac{P_t}{N} \tag{8}$$

เมื่อ P_t คือ จำนวนพิกเซลที่เป็นสีผิวทั้งหมดภายในภาพ

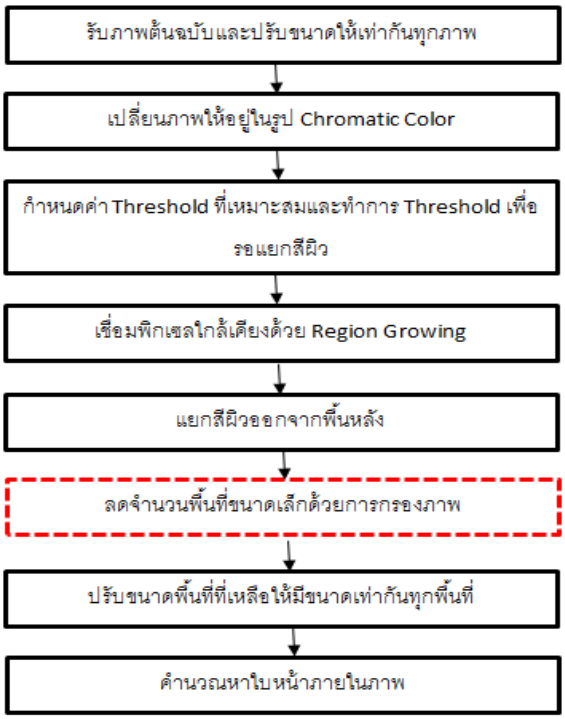
N คือ จำนวนพื้นที่ของสีผิวที่ตรวจจับได้

3.4 ทำการ Threshold เลือกเฉพาะพื้นที่(Regions)ที่มีจำนวน พิกเซลมากกว่าค่า mean เพื่อนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป ส่วนที่เหลือหรือมีจำนวนพิกเซลน้อยกว่าค่า mean จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน(Noise)และจะถูกกรองทิ้งไป ดังแสดงในสมการที่ 9

$$\text{Noise} = N_i < \text{mean} \tag{9}$$

เมื่อ N_i คือ จำนวนพิกเซลของพื้นที่ใดๆ

เนื่องด้วยคุณลักษณะของ Chromatic color ที่จะเกิดพื้นที่ขนาดเล็ก(Noise) จำนวนมากเสมอเมื่อทำการคัดแยกสีผิว และเมื่อเรานำไปหาค่า mean จะทำให้ค่า mean ที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากตัวหารมีค่ามาก ดังนั้นเมื่อเราใช้ค่า Threshold ที่ค่า mean จะทำให้โอกาสที่ส่วนที่เป็นรายละเอียดของภาพขาดหายไปนั้นน้อยลงไปด้วย เนื่องจากรายละเอียดสำคัญของใบหน้าในภาพมักจะมีจำนวนพิกเซลที่ค่อนข้างมาก และอัลกอริธึมโดยรวมของงานวิจัยนี้ สามารถอธิบายการทำงานได้ด้วยภาพที่ 1



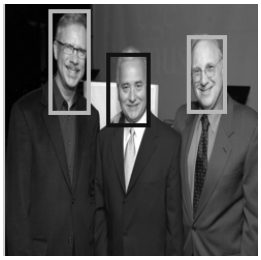
ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้น

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า พื้นที่ขนาดเล็กจำนวนมากที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแยกสีผิวออกจากพื้นหลัง ซึ่งไม่ใช่บริเวณที่เป็นใบหน้ามนุษย์ ส่งผลให้เกิดการประมวลผลและระยะเวลาที่มากเกินความจำเป็น และส่งผลต่อความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้า ดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2: พื้นที่ขนาดเล็ก (noise) ที่เกิดจากการตรวจจับสีผิว

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการตรวจจับใบหน้าที่ถูกต้องมากขึ้น พื้นที่ขนาดเล็กที่คาดว่าไม่ใช่บริเวณใบหน้าเหล่านี้ ต้องได้รับการกรองออกไป โดยอาศัยเทคนิคการกรองภาพที่พัฒนาขึ้น ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการกรองภาพแล้วจะได้ผลลัพธ์ของการตรวจจับใบหน้าที่มีความถูกต้องมากขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ผลลัพธ์ที่ได้หลังทำการกรองภาพ

จะเห็นได้ว่าหลังจากผ่านกระบวนการกรองภาพที่พัฒนาขึ้น พื้นที่ขนาดเล็กที่เล็กเกินกว่าจะสามารถเป็นบริเวณใบหน้ามนุษย์ได้จะถูกกรองออกไปและไม่ถูกนำไปประมวลผลต่อ ส่งผลให้การทำงานของอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้นมีความเร็วมากขึ้นและมีความถูกต้อง แม่นยำในการหาจำนวนใบหน้ามากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการลดปริมาณพื้นที่ที่คาดว่าไม่ใช่บริเวณใบหน้ามนุษย์ออกไปได้ในปริมาณที่มาก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ประสิทธิภาพในการลดพื้นที่บริเวณที่ไม่ใช่ใบหน้ามนุษย์ของอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้น ในกรณีภาพที่มีหลายใบหน้า

ข้อมูลของภาพ	**จำนวน (Regions)**
ส่วนของภาพทั้งหมด	7,199
ส่วนของภาพที่ถูกกรองทิ้ง	6,629
ส่วนของภาพที่จะถูกนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป	570

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าส่วนของภาพทั้งหมดมีจำนวนถึง 7,199 พื้นที่(Regions) ซึ่งได้มาจากการใช้เทคนิค Chromatic color ในการคัดแยกสีผิวทำให้เกิดพื้นที่(Regions)จำนวนมาก จึงมีการพัฒนาอัลกอริธึมที่เรียกว่า Image Filtering ที่มีวิธีการทำงานแตกต่างจาก Image Filtering แบบเดิม เพื่อกรองส่วนที่คาดว่าไม่ใช่ใบหน้าทิ้งไป ทำให้ส่วนของภาพที่ถูกกรองทิ้งมีจำนวนถึง 6,629 พื้นที่(Regions) และมีส่วนของภาพที่จะถูกนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไปเพียง 570 พื้นที่(Regions)หรือคิดเป็น 7.91 % ของพื้นที่(Regions) ที่ทำการตรวจจับได้ทั้งหมด โดยภาพทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการรวบรวมขึ้นมาเองจากอินเตอร์เนต และผลการทดสอบอัลกอริธึมที่งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขึ้นและนำมาใช้ร่วมกับ Chromatic color เพื่อใช้ตรวจจับใบหน้าในกรณีภาพที่มีหลายใบหน้า (Multi-Faces) สามารถแสดงให้อยู่ในรูปของ Confusion Matrix ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการตรวจจับใบหน้าแบบหลายใบหน้าด้วยอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้นมาจากเทคนิคการกรองภาพร่วมกับเทคนิค Chromatic color

Actual / Predict	T	F
T	193	67
F	11	-

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการตรวจจับใบหน้าด้วยอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้น มีความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าได้ถูกต้องถึง 193 ใบหน้า ตรวจจับไม่ได้เพียง 11ใบหน้า และมีการตรวจจับส่วนของภาพที่ไม่ใช่ใบหน้า 67 พื้นที่ (Regions) ซึ่งค่าความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้าคิดเป็น 94.61%

และเมื่อทำการทดสอบด้วยข้อมูลชุดเดียวกันกับ อัลกอริธึมตรวจจับใบหน้าแบบ Local SMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier สามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปของ Confusion Matrix ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการตรวจจับใบหน้า ในกรณีภาพที่มีหลาใบหน้า (Multi-Faces) ด้วยอัลกอริธึมแบบ LocalSMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier

Actual / Predict	T	F
T	104	8
F	100	-

จากตารางที่ 3 เป็นการทดสอบเพื่อตรวจจับใบหน้าในกรณีภาพที่มีหลายหน้า (Multi-Faces) ด้วยอัลกอริธึม Local SMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier ตามที่ปรากฏในตารางที่ 3 พบว่า อัลกอริธึม Local SMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier สามารถตรวจจับใบหน้าได้ถูกต้องทั้งหมด 104 ใบหน้า ตรวจจับใบหน้าไม่ได้ 100 ใบหน้า และตรวจจับส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้า 8 พื้นที่(Region) โดยมีค่าความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้าคิดเป็น 50.98 %

5. อภิปรายผลการทดลอง

อัลกอริธึมแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นโดยการนำเทคนิค Chromatic Color ซึ่งใช้ในการคัดแยกสีผิวออกจากพื้นหลัง พบว่า สามารถทำงานได้ดีกับการตรวจจับใบหน้ามนุษย์จากภาพที่มีหลายบุคคล และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคนิค Image Filtering ที่งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นซึ่งช่วยลดพื้นที่ส่วนที่ต้องนำมาประมวลผล ทำให้เกิดอัลกอริธึมแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงและความถูกต้องของการหาจำนวนใบหน้าสูงขึ้น และเหมาะอย่างยิ่งกับการตรวจจับใบหน้าแบบหลายใบหน้า ในขณะที่อัลกอริธึมตรวจจับใบหน้าที่อาศัยเทคนิค Local SMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier ซึ่งใช้คัดแยกคุณสมบัติสำหรับตรวจจับวัตถุ ยังมีค่าความถูกต้องไม่สูงพอสำหรับการตรวจจับใบหน้าแบบหลายใบหน้า

6. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบพบว่า อัลกอริธึมแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมีอัตราความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้าบุคคล กรณีหลายใบหน้าสูงถึง 94.61% ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้เทคนิค Chromatic Color เพื่อคัดแยกสีผิวมนุษย์ออกจากพื้นหลัง ทำให้อัลกอริธึมที่ได้สามารถตรวจจับวัตถุที่สนใจได้ครั้งละหลายวัตถุ นอกจากนี้ การนำเทคนิค Image filtering ที่พัฒนาขึ้นมาเสริมในการคัดกรองเพื่อให้ได้เฉพาะบริเวณที่คาดว่าจะเป็นพื้นที่ของใบหน้า ช่วยให้ประสิทธิภาพและความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าสูงขึ้นและทำให้เหมาะกับการใช้งานเพื่อตรวจจับใบหน้าในกรณีหลายหน้าในภาพเดียว เช่น งานรักษาความปลอดภัย งานด้านความมั่นคง มากกว่าอัลกอริธึมแบบ Local SMQT Feature ร่วมกับ Split Up Snow Classifier โดยสามารถลดพื้นที่หรือส่วนของภาพที่ต้องนำมาประมวลผลลงไปได้สูงสุดถึง 92.09% ทำให้เหลือเพียงส่วนที่คาดว่าจะเป็นใบหน้ามนุษย์เท่านั้นเพียง 7.91% ที่จะถูกนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

อย่างไรก็ตามแม้ว่าอัลกอริธึมตรวจจับภาพแบบใหม่ที่นำเทคนิค Chromatic Color มาใช้ร่วมกับ Image Filtering จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องในระดับสูงก็ตาม แต่ก็ยังมีส่วนที่ต้องพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถทำงานได้กับสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างมาก หรือในสภาวะที่มีฝนตก

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Paul PP and Gavrilova M, " PCA Based Geometric Modeling for Automatic Face Detection," *IEEE Trans. International Conference on Computational Science and Its Applications*. Santander,2011.

[2] El-Bakry HM, "A New Implementationof PCA for Fast FaceDetection," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*,Vol.1,no 6,pp. 438-446,2006.

[3] สนั่น ศรีสุข, คำรณ สุนัติ และวีระศักดิ์ คุรุธัช, "การค้นหาภาพใบหน้าโดยใช้ใบหน้าไอเกนและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์," *Engineering Transactions (Group A)*,Vol.2,no.1,pp.78-84,1999.

[4] หนึ่งฤทัย สามารถ, สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนาและคำรณ สุนัติ, "การตรวจจับพื้นที่ใบหน้าโดยใช้โมเดลสี RGB-HSV - YCbCr ร่วมกับมอร์โฟโลยี," *KhonKaen University. Graduate Research Conferrence. Khonkaen*, pp.252 - 261.2011.

[5] Timo A,Abdenour H and Matti P, "Face recognition with local binary patterns," *Springer. European Conference on Computer Vision*, vol. 3021, pp. 469–481.2004.

[6] Nilsson M, Nordberg J and Claesson I, " Face Detection Using Local SMQT Feature And Split Up Snow Classifier,"*IEEETrans.Speed and Signal Processing*,2007.

[7] Almohair HK, Ramli AR, Elsadig AM and Hashim SJ , "Skin Detection in Luminance Images using Threshold Technique," *International Journal of The Computer*,Vol 5, no. 1,pp. 25 -32,2007.

[8] Reza H, Asadollah S and Stephan W, " Adaptive Gaussian Mixture Model for Skin Color Segmentation," *World Academy of Science; Engineering and Technology*,Vol.1, no.6,2008.

[9] มนตรี กาญจนะเดชะ, "การประมวลผลภาพ เอกสารคำสอน 240-373," ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2554 , จาก fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/image.html

[10] Tianshuang Qiu, Aiqi Wang, Nannan Yu, and Aimin Song, "LLSURE: Local Linear SURE-Based Edge-Preserving Image Filtering," *IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement*, vol. 22, no. 1, 2013.

การตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติโดยการจำแนกกลุ่มเส้นขอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

Thai Text Detection from Natural Scenes by Using Boundary Clustering and Connected Component Analysis

กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา (Kuntpong Woraratpanya)[1] และพิมพ์ลักษ์ บุญชูกุศล (Pimlak Boonchukusol)[2]

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[1]kuntpong@it.kmitl.ac.th, [2]pimlak.b@gmail.com

บทคัดย่อ

การตรวจจับข้อความในฉากธรรมชาติเป็นงานที่มีความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฉากที่พื้นหลังมีความซับซ้อนจึงทำให้มีการพัฒนาวิธีการตรวจจับข้อความเกิดขึ้นมากมาย อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้ไม่สามารถนำมาใช้กับการตรวจจับข้อความภาษาไทยได้ทั้งหมดเนื่องจากภาษาไทยมีลักษณะแตกต่างจากภาษาอื่น ๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ 1) การจำแนกกลุ่มเส้นขอบโดยการวิเคราะห์ค่าสีและตำแหน่งของพิกเซลขอบเพื่อลดความซับซ้อนของพื้นหลัง 2) การวิเคราะห์ลักษณะการวางตัวของเส้นขอบหรือส่วนประกอบในแต่ละกลุ่มเพื่อตัดสินใจว่าส่วนประกอบใดเป็นตัวอักษรภาษาไทย ผลจากการทดสอบโดยใช้รูปภาพทั้งสิ้น 150 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรภาษาไทยจำนวน 5,555 ตัว พบว่าวิธีที่นำเสนอมีค่าความแม่นยำและค่าเรียกกลับคืนเฉลี่ยเป็น 0.69 และ 0.88 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การตรวจจับข้อความภาษาไทย ฉากธรรมชาติ การจำแนกกลุ่มเส้นขอบ การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

Abstract

Text detection from natural scenes is a challenging task. Furthermore, the existing related works cannot detect Thai text completely, since Thai text layout has vowels and tonal marks that differ from other languages. This paper proposes an approach to detect Thai text from natural scenes. This approach consists of two main steps: (i) clustering edge pixels based on color pairs and spatial positions in order to reduce the background complexity and (ii) connected component analysis to detect Thai characters. Based on 150 test images with 5,555 characters, the experimental results demonstrate that the proposed approach achieves the average of precision and recall 0.69 and 0.88, respectively.

Keyword: Thai text detection, natural scene, boundary clustering, connected component analysis

1. บทนำ

ปัจจุบันกล้องถ่ายรูปโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้องที่มาพร้อมกับอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ นั้นได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงส่งผลให้จำนวนรูปภาพที่ถ่ายจากฉากธรรมชาติมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ข้อความที่ปรากฏในรูปภาพจัดเป็นข้อมูลอย่างหนึ่ง เช่น คำอธิบาย คำเตือน ป้ายบอกทาง ป้ายชื่อสถานที่ ซึ่งหากมีระบบที่สามารถตรวจจับและประมวลผลข้อความที่ปรากฏในภาพฉากธรรมชาติได้ก็ทำให้ทราบข้อมูลที่อยู่ในรูปภาพเหล่านั้น

การตรวจจับข้อความในภาพฉากธรรมชาติเป็นปัญหาที่มีความท้าทายหลายประการเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความซับซ้อนของฉากภาพ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร สีและลวดลายของตัวอักษรและพื้นหลังป้าย ข้อความในภาพไม่ชัดเจนเนื่องจากตัวอักษรซีดจางหรือภาพที่ถูกถ่ายในสภาพแสงน้อย แสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ หลอดไฟ หรือแสงแฟลช เงาของวัตถุอื่นที่พาดผ่านบริเวณป้าย ลักษณะการวางตัวของ

ข้อความที่มีหลากหลายรูปแบบ ตลอดจนข้อความที่บิดเบี้ยว เนื่องจากป้ายไม่เรียบหรือมุมกล้องขณะถ่ายภาพ ปัจจัยเหล่านี้ทำให้การตรวจจับข้อความในฉากธรรมชาติมีอัตราความผิดพลาดสูงกว่าการตรวจจับข้อความที่ได้จากการสแกนเอกสารด้วยเครื่องสแกนซึ่งมีการควบคุมปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อคุณภาพของภาพ [1]

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับข้อความในภาพฉากธรรมชาตินั้น ไม่สามารถนำมาใช้กับการตรวจจับตัวข้อความภาษาไทยได้ทั้งหมด เพราะภาษาไทยมีลักษณะแตกต่างจากภาษาอื่น เช่น การวางสระและวรรณยุกต์ในตำแหน่งบนและล่างของตัวอักษร ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงกระบวนการให้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจจับข้อความภาษาไทย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการจำแนกกลุ่มเส้นขอบจะเริ่มจากการเตรียมภาพโดยการแปลงเป็นภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา (Intensity Image) โดยปกติทั่ว ๆ ไปภาพระดับสีเทาจะมีขนาด 8 บิต สามารถแสดงค่าระดับสีเทาได้ทั้งหมด 256 ระดับ และค่าที่เป็นไปได้คือ 0-255 เมื่อค่าความเข้มแสงมีค่าเป็น 0 จะหมายถึงพิกเซลนั้นมีค่าความเข้มแสงต่ำและจะทำให้พิกเซลนั้นเป็นสีดำ ในทางกลับกัน หากค่าความเข้มแสงมีค่าเป็น 255 จะหมายถึงพิกเซลนั้นมีค่าความเข้มแสงมากและจะทำให้พิกเซลนั้นเป็นสีขาว [2], [3], [4] ซึ่งในการหาค่าความหนาของตัวอักษรเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันในงานวิจัยนี้ก็จะพิจารณาจากค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่เปลี่ยนแปลงไปในภาพระดับสีเทาเช่นกัน

2.1 การหาขอบภาพ

การหาขอบของวัตถุต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวดำเนินการหาขอบภาพแบบแคนนี่ (Canny Edge Detector) โดยจะเริ่มจากการขจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพด้วยตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filter) จากนั้นจะคำนวณหาค่าอนุพันธ์หรือค่าการไล่ระดับหรือสี แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold 2 ค่าที่ได้กำหนดไว้ คือ T 1และ T2 โดยที่ T1 > T2 หากพิกเซลใดมีค่ามากกว่า T 1แสดงว่าพิกเซลนั้นเป็นพิกเซลของเส้นขอบ นอกจากนี้ พิกเซลที่อยู่ติดกับพิกเซลขอบ ที่มีค่ามากกว่า T2 ก็จะถือว่าเป็นพิกเซลขอบเช่นเดียวกัน [2] ตัวดำเนินการหาขอบภาพแบบแคนนี่มีข้อดีคือสามารถตรวจจับเส้นขอบของตัวอักษรที่มีสีใกล้เคียงกับพื้นหลังได้

2.2 การจำแนกกลุ่ม

ในการจำแนกกลุ่มเส้นขอบจะใช้ค่าสีของคู่พิกเซลที่อยู่รอบพิกเซลขอบคู่ที่มีค่าสีแตกต่างกันมากที่สุดเป็นตัวแปรในการจำแนกกลุ่ม แต่ละพิกเซลของภาพสี (RGB Image) ประกอบด้วยค่าระดับความเข้มแสง 3 ค่า คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน [2], [3], [4] ดังนั้น ในการวิเคราะห์ว่าคู่พิกเซลใดมีค่าสีแตกต่างกันมากที่สุดจะต้องทำการแปลงค่าระดับความเข้มแสงทั้งสามค่าของแต่ละพิกเซลให้เป็นมาตรฐานเดียวกันก่อนจึงจะสามารถนำค่าสีของแต่ละคู่พิกเซลมาเปรียบเทียบกันได้

คะแนนมาตรฐาน (Standard Score or Z-Score) เป็นตัวเลขที่ไม่มีหน่วย ได้จากการวัดค่าของข้อมูลว่าห่างจากค่าเฉลี่ยเป็นกี่เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสมการที่ (1)

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

โดยที่ z คือค่าคะแนนมาตรฐาน x คือค่าของข้อมูลที่ต้องการแปลงให้เป็นคะแนนมาตรฐาน μ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล และ σ คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [5]

การจำแนกกลุ่มเส้นขอบในงานวิจัยนี้จะใช้การจำแนกกลุ่มแบบ k-means ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งข้อมูลจำนวน n ตัวออกเป็น k กลุ่มโดยที่ $k \leq n$ และมีเงื่อนไขคือ 1) แต่ละกลุ่มจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 1 ตัว และ 2) ข้อมูลแต่ละตัวจะต้องถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น

หลักการทำงานของ k-means จะเริ่มจากการสุ่มเลือกข้อมูลจำนวน k ค่าและกำหนดให้เป็นค่าเฉลี่ยหรือจุดศูนย์กลางเริ่มต้นของแต่ละกลุ่ม ข้อมูลที่เหลือจะถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มที่มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยคำนวณจากระยะห่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่ม จากนั้นจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยหรือจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มใหม่ กระบวนการนี้จะถูกทำซ้ำจนกว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง [6]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 2012 Chucai Yi และ Yingli Tian ได้ออกแบบวิธีจำแนกกลุ่มคู่สีบนพื้นฐานของ Gaussian Mixture Model (GMM) และ Expectation-Maximization (EM) โดย

พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของสีและตำแหน่งของพิกเซลทุกพิกเซลที่เรียงต่อกันเป็นเส้นขอบของวัตถุ ค่าเฉลี่ยของสีได้มาจากค่าสีของพิกเซล 2 พิกเซลที่มีค่าแตกต่างกันมากที่สุดจากทั้งหมด 8 พิกเซลที่อยู่ล้อมรอบพิกเซลขอบแต่ละพิกเซล [7] จุดด้อยของวิธีการนี้คือต้องใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างนานกว่าจะได้ค่าเฉลี่ยสีของแต่ละวัตถุที่จะนำไปใช้ในการจำแนกกลุ่ม

ในปี ค.ศ. 2011 Chucai Yi และ Yingli Tian ได้นำเสนอวิธีการจัดกลุ่มและวิเคราะห์โครงสร้างของข้อความเพื่อตรวจจับข้อความที่ปรากฏในภาพฉากธรรมชาติโดยวัดจากความสูง ความกว้าง จุดศูนย์กลาง ขนาดพื้นที่ และลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างวัตถุโดยวัตถุที่เป็นตัวอักษรจะต้องเชื่อมต่อกับวัตถุที่อยู่ทางซ้ายและวัตถุที่อยู่ทางขวา หากวัตถุใดมีโครงสร้างและลักษณะการเชื่อมต่อกันแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะถือว่าวัตถุนั้นไม่ใช่ตัวอักษร [8] จุดด้อยของวิธีการนี้คือไม่สามารถตรวจจับข้อความที่ประกอบด้วยตัวอักษรน้อยกว่า 3 ตัว และไม่สามารถตรวจจับสระและวรรณยุกต์ภาษาไทยที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของพยัญชนะ

ในปี พ.ศ. 2550 วิทยา จิรัฐติเจริญ ได้นำเสนอวิธีการคัดกรองส่วนประกอบที่คาดว่าน่าจะเป็นตัวอักษรภาษาไทยโดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนของแต่ละบริเวณปิดกับอัตราส่วนที่กำหนดไว้ โดยอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของพยัญชนะภาษาไทยจะอยู่ในช่วง 0.2-1.2 และอัตราส่วนของพื้นที่ของพยัญชนะภาษาไทยต่อพื้นที่กรอบล้อมจะมีค่ามากกว่า 0.32 อัตราส่วนนี้ได้มาจากการพิจารณารูปแบบตัวอักษรภาษาไทยจำนวน 12 รูปแบบ ได้แก่ Angsana_New,_AngsanaUPC, Browallia_New, BrowalliaUPC, Cordia_New, CordiaUPC, DilleniaUPC, FreesiaUPC, IrisUPC, JasmineUPC, KodchiangUPC และ LilyUPC [9] จุดด้อยของวิธีการนี้คืออัตราส่วนที่นำมาใช้ในการคัดกรองส่วนประกอบที่คาดว่าน่าจะเป็นตัวอักษรภาษาไทยนั้นเฉพาะเจาะจงกับรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยที่กำหนดไว้เท่านั้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การจำแนกกลุ่มเส้นขอบและการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

3.1 การจำแนกกลุ่มเส้นขอบ

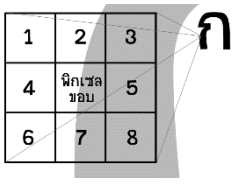
ภาพฉากธรรมชาติส่วนใหญ่มักมีพื้นหลังที่ซับซ้อน เนื่องจากมีวัตถุที่ไม่ใช่ข้อความ หลากสี หลายขนาดและรูปร่างปรากฏอยู่ในรูปภาพทำให้การตรวจจับข้อความเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจำแนกข้อความออกจากวัตถุอื่นที่ไม่ใช่ตัวอักษรจึงเป็นวิธีที่จะช่วยลดความซับซ้อนของพื้นหลังของภาพฉากธรรมชาติและช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลและวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันในขั้นตอนต่อไป

สมมติฐานที่ใช้ในการออกแบบกระบวนการจำแนกกลุ่มเส้นขอบมีดังนี้

- สีตัวอักษรเป็นสีพื้นเพียงสีเดียวและไม่มีลวดลาย
- พื้นหลังของตัวอักษรเป็นสีพื้นเพียงสีเดียวและไม่มีลวดลาย
- ตัวอักษรของข้อความเดียวกันจะมีสีตัวอักษรและสีพื้นหลังใกล้เคียงกัน
- ข้อความภาษาไทยมีการวางตัวในแนวนอน

กระบวนการจำแนกกลุ่มเส้นขอบจะเริ่มจากการเตรียมภาพโดยการแปลงเป็นภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา จากนั้นจะทำการตรวจจับเส้นขอบของวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในรูปภาพโดยใช้ตัวดำเนินการหาขอบภาพแบบแคนนี่

เมื่อได้เส้นขอบแล้ว จะทำการหาสีของวัตถุและสีของพื้นหลังโดยการนำค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของพิกเซลทั้งแปดที่อยู่ล้อมรอบพิกเซลขอบของวัตถุพิกเซลใดก็ได้ไปคำนวณหาพิกเซล 2 พิกเซลที่มีค่าสีแตกต่างกันมากที่สุดโดยการเปรียบเทียบทีละคู่ คือ พิกเซลตำแหน่งที่ 1 กับ 8, 2 กับ 7, 3 กับ 6 และ 4 กับ 5 ตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ล้อมรอบพิกเซลขอบแสดงได้ดังภาพที่ 1



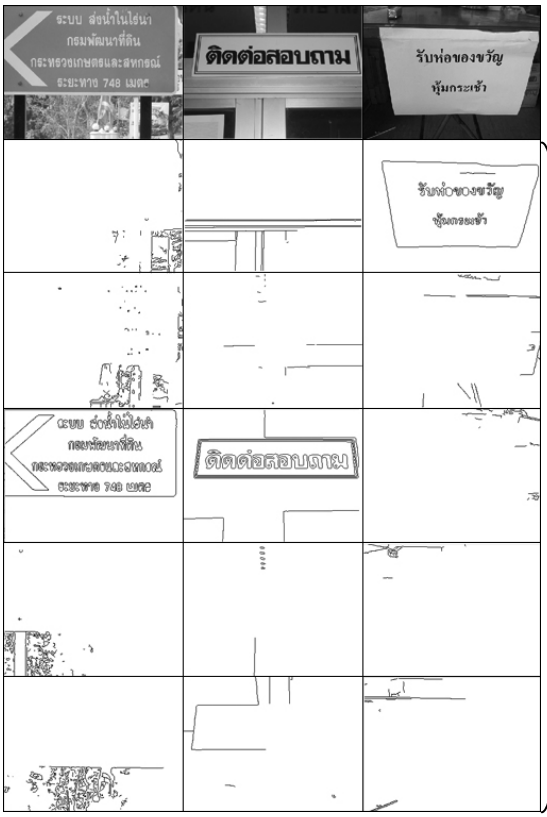
ภาพที่ 1: แสดงตำแหน่งของพิกเซลขอบและพิกเซลที่อยู่ล้อมรอบ

นอกจากสีของวัตถุและสีพื้นหลัง ตำแหน่งของวัตถุก็จะถูกนำมาพิจารณาในการจำแนกกลุ่มเส้นขอบด้วยเช่นกัน

$$x = [R_h, G_h, B_h, R_l, G_l, B_l, C_y]$$

โดยที่ x คือวัตถุหรือเส้นขอบที่ต้องการจำแนกกลุ่ม R_h, G_h, B_h คือค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของพิกเซลที่มีค่าสูงที่สุด R_l, G_l, B_l คือค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของ

พิกเซลที่มีค่าต่ำที่สุด และ C_y คือค่าพิกัดในแนวแกน y ของจุดศูนย์กลางของวัตถุ ตัวแปรเหล่านี้จะถูกใช้ในการจำแนกกลุ่มเส้นขอบด้วยเทคนิค k-means โดยกำหนดให้ $k = 5$ ซึ่งให้ผลลัพธ์ในการจำแนกกลุ่มที่ดีที่สุด [7] หากกำหนดค่า k น้อยเกินไปก็จะทำให้ไม่สามารถจำแนกวัตถุที่เป็นตัวอักษรออกจากพื้นหลังที่ซับซ้อน ในทางกลับกัน หากกำหนดค่า k มากเกินไปก็อาจจะทำให้วัตถุที่เป็นตัวอักษรในข้อความเดียวกันถูกแยกไปอยู่คนละกลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกกลุ่มเส้นขอบซึ่งได้ทดลองกับภาพตัวอย่างจำนวน 3 ภาพ แสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: (ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับ และ
(ข) ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกกลุ่มเส้นขอบเป็น 5 กลุ่ม

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าเฉลี่ยหรือจุดศูนย์กลางเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มได้มาจากการสุ่มเลือกข้อมูล ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกกลุ่มเส้นขอบเป็น 5 กลุ่ม จึงไม่เหมือนกันในแต่ละครั้งที่ประมวลผลภาพภาพเดียวกัน

3.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

ข้อความที่ปรากฏในฉากธรรมชาติส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะการวางแนวที่คล้ายกัน กล่าวคือ ข้อความจะประกอบด้วยตัวอักษรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่เรียงต่อกันในแนวนอน ดังนั้น ลักษณะการเชื่อมต่อกันระหว่างวัตถุ 2 วัตถุที่ปรากฏในฉากธรรมชาติจึงสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจว่าวัตถุใดเป็นตัวอักษรและวัตถุใดไม่ใช่ตัวอักษร ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันของ Chucai Yi และ Yingli Tian [8] มาปรับปรุงและพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถตรวจจับข้อความภาษาไทยได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.2.1 การวิเคราะห์เพื่อตรวจจับตัวอักษรภาษาไทยที่อยู่ในแนวเดียวกัน

เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าวัตถุใดเป็นพยัญชนะภาษาไทย มีดังนี้

- ตัวอักษรภาษาไทยมีการวางแนวในแนวนอนโดยเรียงจากซ้ายไปขวา ดังนั้น ค่าพิกัด y ของจุดกึ่งกลางของตัวอักษรที่อยู่ทางขวาจะต้องอยู่ระหว่างส่วนที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดของตัวอักษรทางซ้าย
- ตัวอักษรภาษาไทยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันย่อมมีขนาดใกล้เคียงกัน ดังนั้น ความกว้างของตัวอักษรจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 80 % ของความกว้างของตัวอักษรที่อยู่ติดกัน และความสูงของตัวอักษรจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 80% ของความสูงของตัวอักษรที่อยู่ติดกัน
- ตัวอักษรที่อยู่ติดกันควรมีระยะห่างระหว่างตัวอักษรไม่มากจนเกินไป ดังนั้น ระยะระหว่างตัวอักษรที่อยู่ติดกันจะต้องมีค่าน้อยกว่า 50% ของความกว้างของตัวอักษรที่อยู่ทางซ้าย
- ความหนาของตัวอักษรที่อยู่ติดกันจะต้องมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น ผลต่างระหว่างความหนาของตัวอักษรที่อยู่ติดกันจะต้องมีค่าน้อยกว่า 50% ของความหนาของตัวอักษรที่อยู่ทางซ้าย
- พื้นที่ของตัวอักษรที่อยู่ติดกันจะต้องไม่มีส่วนที่ซ้อนทับกันมากจนเกินไป ดังนั้น จุดกึ่งกลางของตัวอักษรที่อยู่ทางซ้ายจะต้องไม่ซ้อนทับอยู่ในขอบเขตของตัวอักษรที่อยู่ทางขวา

ทั้งนี้ การหาค่าความหนาของตัวอักษรจะพิจารณาจากค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่เปลี่ยนแปลงไปในภาพระดับสีเทา โดยจะเริ่มวัดจากพิกเซลขอบที่อยู่บริเวณกึ่งกลางด้านขวาของวัตถุไล่ไปทางซ้ายทีละพิกเซล หากค่าความเข้มแสงระหว่างพิกเซลมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 50 จะถือว่าพิกเซลนั้นเป็นขอบอีกด้านของตัวอักษร และให้ระยะห่างระหว่างพิกเซลทั้งสองเป็นค่าความหนาของตัวอักษร

วัตถุที่ตรวจจับได้ว่าเป็นพยัญชนะภาษาไทยที่เรียงต่อกันจะถูกนำไปคำนวณหาเส้นระดับข้อความ โดยการหาค่าความชันของเส้นที่ 3 และ 4 แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าความชันระหว่างวัตถุที่ตรวจจับได้ว่าเป็นพยัญชนะภาษาไทยและวัตถุอื่น ๆ ที่เหลือ หากค่าความชันของเส้นที่ 3 หรือ 4 มีค่าใกล้เคียงกันจะถือว่าวัตถุนั้นเป็นพยัญชนะภาษาไทยที่อยู่ในบรรทัดเดียวกัน กระบวนการนี้จะทำให้สามารถตรวจจับพยัญชนะและสระภาษาไทยบางส่วนที่ไม่สามารถตรวจจับได้ในขั้นตอนแรกเนื่องจากมีลักษณะโครงสร้างแตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เส้นระดับของข้อความภาษาไทยแสดงได้ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3: แสดงเส้นระดับของข้อความภาษาไทย

3.2.2 การวิเคราะห์เพื่อตรวจจับสระและวรรณยุกต์ภาษาไทย

เมื่อได้วัตถุที่คาดว่าเป็นตัวอักษรภาษาไทยแต่ละบรรทัดแล้ว จะนำวัตถุเหล่านี้ไปเปรียบเทียบกับวัตถุอื่น ๆ ที่เหลือเพื่อตัดสินใจว่าวัตถุใดเป็นสระหรือวรรณยุกต์ที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของพยัญชนะที่ตรวจพบ เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจมีดังนี้

- ตำแหน่งของสระจะต้องอยู่ด้านบนหรือด้านล่างของพยัญชนะตัวใดตัวหนึ่ง ดังนั้น ค่าพิกัด x ของขอบด้านซ้ายหรือขวาของวัตถุที่เป็นสระจะต้องมีค่าอยู่ระหว่างขอบด้านซ้ายและขอบด้านขวาของวัตถุที่เป็นพยัญชนะ
- ระยะห่างระหว่างพยัญชนะและสระที่อยู่ด้านบนหรือด้านล่างควรมีระยะไม่มากจนเกินไป ดังนั้น ระยะห่างระหว่างวัตถุที่เป็นพยัญชนะและวัตถุที่เป็นสระจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50% ของความสูงของวัตถุที่เป็นพยัญชนะ
- ความกว้างของสระจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของความกว้างของพยัญชนะ
- ความสูงของสระจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความสูงของพยัญชนะ
- ตำแหน่งของวรรณยุกต์จะต้องอยู่ด้านบนของสระที่อยู่ระหว่างเส้นที่ 2 และ 3 ตัวใดตัวหนึ่ง ดังนั้น ค่าพิกัด x ของขอบด้านซ้ายหรือขวาของวัตถุที่เป็นวรรณยุกต์จะต้องอยู่ระหว่างขอบด้านซ้ายและขอบด้านขวาของวัตถุที่เป็นสระ
- ระยะห่างระหว่างสระและวรรณยุกต์ควรมีระยะไม่มากจนเกินไป ดังนั้น ระยะห่างระหว่างวัตถุที่เป็นสระและวัตถุที่เป็นวรรณยุกต์จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50% ของความสูงของวัตถุที่เป็นสระ
- ความกว้างของวรรณยุกต์จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของความกว้างของสระ

อัลกอริทึมสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันเพื่อตัดสินใจว่าวัตถุใดเป็นตัวอักษรภาษาไทยแสดงได้ดังภาพที่ 4

FOR every clusters {5 clusters}

FOR every connected components C and C'
IF $\text{topBorder}(y)_C \le \text{centroid}(y)_{C'} \le \text{bottomBorder}(y)_C$
AND $(0.8 \times \text{width}_C) \ge \text{width}_{C'}$
AND $(0.8 \times \text{height}_C) \ge \text{height}_{C'}$
AND $(\text{leftBorder}(x)_C - \text{rightBorder}(x)_{C'}) \le (0.5 \times \text{width}_C)$
AND $|\text{thickness}_C - \text{thickness}_{C'}| \le (0.5 \times \text{width}_C)$
AND $\text{centroid}(x)_C < \text{leftBorder}(x)_{C'}$
RETURN CC {Connected Characters}
END IF
END FOR

FOR every connected characters CC and left components LC
IF $|\text{topSlope}_{CC} - \text{topSlope}_{LC}| < 0.05$
OR $|\text{bottomSlope}_{CC} - \text{bottomSlope}_{LC}| < 0.05$
RETURN LC = CC
END IF
END FOR

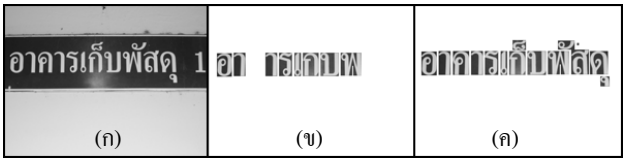
FOR every connected characters CC and left components LC
IF $(\text{leftBorder}(x)_{CC} < \text{leftBorder}(x)_{LC} < \text{rightBorder}(x)_{CC}$ **OR** $\text{leftBorder}(x)_{CC} < \text{rightBorder}(x)_{LC} < \text{rightBorder}(x)_{CC})$
AND $\text{verticalGapDistance}(CC, LC) \le (0.5 \times \text{height}_{CC})$
AND $\text{width}_{LC} \le (2 \times \text{width}_{CC})$ **AND** $\text{height}_{LC} \le \text{height}_{CC}$
RETURN LC = UV, LV {Upper Vowels and Lower Vowels}
END IF
END FOR

FOR every upper vowels UV and left components LC
IF $(\text{leftBorder}(x)_{UV} < \text{leftBorder}(x)_{LC} < \text{rightBorder}(x)_{UV}$ **OR** $\text{leftBorder}(x)_{UV} < \text{rightBorder}(x)_{LC} < \text{rightBorder}(x)_{UV})$
AND $\text{verticalGapDistance}(UV, LC) \le (0.5 \times \text{height}_{UV})$
AND $\text{width}_{LC} \le (2 \times \text{width}_{UV})$
RETURN LC = TM {Tonal Marks}
END IF
END FOR

END FOR

ภาพที่ 4: แสดงอัลกอริทึมสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันด้วยวิธีของ Chucai [8] กับวิธีที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้จะพบว่า วิธีที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถตรวจจับวรรณยุกต์และสระที่อยู่ระหว่างเส้นระดับข้อความเส้นที่ 1 กับ 3 และเส้นที่ 4 กับ 5 ได้ถูกต้องมากกว่าวิธีของ Chucai ตัวอย่างผลลัพธ์แสดงได้ดังภาพที่ 5



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 5: (ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับ และผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันด้วย (ข) วิธีของ Chucai เปรียบเทียบกับ (ค) วิธีที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้

3.3 การเตรียมการทดลอง

สร้างฐานข้อมูลภาพขึ้นใหม่ โดยเป็นภาพสี RGB ที่ถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล แฟ้มข้อมูลภาพเป็นชนิด JPEG มีขนาดภาพเท่ากับ 480x360 พิกเซล จำนวน 150 ภาพ ประกอบด้วยภาพที่มีพื้นหลังไม่ซับซ้อนจำนวน 50 ภาพ ภาพที่มีพื้นหลังซับซ้อนปานกลางจำนวน 50 ภาพ และภาพที่มีพื้นหลังซับซ้อนมากจำนวน 50 ภาพ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มพื้นหลังออกเป็นประเภทไม่ซับซ้อน ซับซ้อนปานกลาง และซับซ้อนมาก

พื้นหลัง	เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม	
	ฉากภาพ	พื้นหลังป้าย
ไม่ซับซ้อน	ไม่ซับซ้อน	
ซับซ้อนปานกลาง	ซับซ้อน อย่างใดอย่างหนึ่ง	
ซับซ้อนมาก	ซับซ้อน	

จากตารางที่ 1 ฉากภาพซับซ้อน หมายถึง ภาพที่มีวัตถุต่าง ๆ เช่น อาคาร ต้นไม้ ฯลฯ ปรากฏอยู่ในฉากภาพ และพื้นหลังป้ายซับซ้อน หมายถึง พื้นหลังป้ายมีลวดลาย หรือข้อความบนป้ายไม่ชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากตัวอักษรสีซีดจาง ภาพที่ถ่ายในสภาพแสงน้อย ภาพที่มีแสงสะท้อนหรือเงาพาดผ่านบริเวณป้าย

งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MATLAB [10] ในการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับประมวลผลภาพฉากธรรมชาติเพื่อตรวจจับข้อความภาษาไทยโดยการจำแนกกลุ่มเส้นขอบและวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

3.4 การวัดประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจจับข้อความภาษาไทยในงานวิจัยนี้จะวัดจากค่าความแม่นยำ (Precision) หรืออัตราส่วนของการตรวจจับตัวอักษรที่ถูกต้องจากจำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจจับได้ว่าเป็นตัวอักษร และค่าการเรียกกลับคืน (Recall) หรืออัตราส่วนของการตรวจจับตัวอักษรที่ถูกต้องจากจำนวนตัวอักษรทั้งหมด สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2) และ (3)

$$\text{precision} = \frac{\text{tp}}{\text{tp} + \text{fp}} \quad (2)$$

$$\text{recall} = \frac{\text{tp}}{\text{tp} + \text{fn}} \quad (3)$$

โดยที่ tp คือวัตถุที่เป็นตัวอักษรและตรวจจับได้ว่าเป็นตัวอักษร fp คือวัตถุที่ไม่ใช่ตัวอักษรแต่ตรวจจับได้ว่าเป็นตัวอักษร และ fn คือวัตถุที่เป็นตัวอักษรแต่อัลกอริทึมไม่สามารถตรวจจับได้

4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจจับข้อความภาษาไทยในงานวิจัยนี้กับภาพฉากธรรมชาติในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นมาจำนวน 150 ภาพ ซึ่งจำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ ภาพที่มีพื้นหลังไม่ซับซ้อน ภาพที่มีพื้นหลังซับซ้อนปานกลาง และภาพที่มีพื้นหลังซับซ้อนมาก ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติโดยการจำแนกกลุ่มเส้นขอบและวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน (BC+CC) เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่จำแนกกลุ่มเส้นขอบ (CC)

พื้นหลัง	จำนวนตัวอักษร	ประสิทธิภาพ			
		BC + CC		CC	
		Precision	Recall	Precision	Recall
ไม่ซับซ้อน	1,537	0.84	0.90	0.70	0.94
ซับซ้อนปานกลาง	2,038	0.66	0.85	0.42	0.87
ซับซ้อนมาก	1,980	0.57	0.89	0.37	0.93

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของทั้ง 3 กลุ่มจะพบว่า ยิ่งพื้นหลังของภาพฉากธรรมชาติที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพมีความซับซ้อนมาก ค่าความแม่นยำที่ได้ก็จะยิ่งมีค่าลดลง เนื่องจากพื้นหลังที่ซับซ้อนจะมีวัตถุที่ไม่ใช่ตัวอักษรปรากฏอยู่ในภาพเป็นจำนวนมาก หากลักษณะการเชื่อมต่อกันของวัตถุเหล่านี้ใกล้เคียงกับลักษณะการเชื่อมต่อกันของตัวอักษรก็จะทำให้วัตถุเหล่านี้ถูกตรวจจับได้ว่าเป็นตัวอักษร ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าการเรียกกลับคืนของทั้ง 3 กลุ่มจะพบว่ามีค่าการเรียกกลับคืนใกล้เคียงกัน

กรณีที่ไม่จำแนกกลุ่มเส้นขอบ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่ามีค่าความแม่นยำน้อยกว่ากรณีที่จำแนกกลุ่มเส้นขอบก่อนทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

เนื่องจากวัตถุที่ไม่ใช่ตัวอักษรที่นำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกันมีจำนวนมากขึ้น ทำให้โอกาสที่วัตถุเหล่านี้จะมีลักษณะการเชื่อมต่อกันใกล้เคียงกับตัวอักษรเพิ่มขึ้น สำหรับค่าการเรียกกลับคืนที่ได้ในกรณีนี้พบว่ามีค่ามากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากไม่มีโอกาสที่วัตถุที่เป็นตัวอักษรในข้อความเดียวกันถูกแยกไปอยู่คนละกลุ่ม

ตารางที่ 3: แสดงประสิทธิภาพด้านเวลาที่ใช้ในประมวลผลในขั้นตอนวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน กรณีที่จำแนกกลุ่มเส้นขอบ (BC+CC) เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่จำแนกกลุ่มเส้นขอบ (CC)

พื้นหลัง	เวลาที่ใช้ในการประมวลผลเฉลี่ย (วินาที/ภาพ)	
	BC + CC	CC
ไม่ซับซ้อน	0.052776	0.057434
ซับซ้อนปานกลาง	0.060448	0.077608
ซับซ้อนมาก	0.072102	0.120136

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของทั้งสองกรณีพบว่า กรณีที่จำแนกกลุ่มเส้นขอบใช้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ยต่อหนึ่งภาพน้อยกว่ากรณีที่ไม่จำแนกกลุ่มเส้นขอบ และยิ่งพื้นหลังของภาพมีความซับซ้อนมาก การจำแนกกลุ่มเส้นขอบก็จะช่วยลดเวลาที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันได้มากขึ้น

ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติในงานวิจัยนี้แสดงได้ดังภาพที่ 6

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 6: (ซ้าย) ตัวอย่างภาพต้นฉบับ และ (ขวา) ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติ จำแนกตามความซับซ้อนของพื้นหลัง (ก) ไม่ซับซ้อน (ข) ซับซ้อนปานกลาง (ค) ซับซ้อนมาก

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาติ เริ่มจากการเตรียมภาพโดยการแปลงเป็นภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา จากนั้นจะทำการตรวจจับเส้นขอบของวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในรูปภาพและนำเส้นขอบที่ได้ไปจำแนกกลุ่มโดยพิจารณาจากสีของวัตถุ สีของพื้นหลัง และตำแหน่งของวัตถุ เส้นขอบที่ผ่านการจำแนกกลุ่มแล้วจะถูกนำไปวิเคราะห์โครงสร้างและลักษณะการเชื่อมต่อกันระหว่างวัตถุเพื่อตัดสินใจว่าวัตถุใดเป็นตัวอักษรและวัตถุใดไม่ใช่ตัวอักษร ระบบตรวจจับข้อความภาษาไทยในฉากธรรมชาตินี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดร่วมกับระบบรู้จำตัวอักษรเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวันด้านต่าง ๆ อาทิ ระบบตรวจจับข้อความผ่านกล้องและแปลภาษาโดยอัตโนมัติบนสมาร์ทโฟน ระบบตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับงานด้านจราจร เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม แฟ้มข้อมูลภาพขนาด 480x360 พิกเซลที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นภาพขนาดเล็ก ดังนั้น หากต้องการตรวจจับข้อความในภาพที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องปรับปรุงวิธีการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ให้มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] X. Chen, J. Yang, J. Zhang, and A. Waibel, “Automatic Detection and Recognition of Signs From Natural Scenes” *IEEE Trans. on Image Process.*, vol. 13, no. 1, pp. 87-99, 2004.

[2] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing (2nd Edition)*, Prentice Hall, New Jersey, 2002.

[3] อรฉัตร จิตต์โสภักตร์, *ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล*, สงวนกิจพริ้นท์ แอนด์ มีเดีย, กรุงเทพฯ, 2552.

[4] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล, *การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น*, สำนักพิมพ์ท้อป, กรุงเทพฯ, 2554.

[5] Kenneth J. Meier, Jeffrey L. Brudney, and John Bohte, *Applied Statistics for Public and Nonprofit Administration (7th Edition)*, Thomsan Wadsworth, Belmont, 2009.

[6] Jiawei Han, and Micheline Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques (2nd Edition)*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2006.

[7] C. Yi and Y. Tian, “Localizing Text in Scene Images by Boundary Clustering, Stroke Segmentation, and String Fragment Classification” *IEEE Trans. on Image Process.*, vol. 21, no. 9, pp. 4256-4268, 2012.

[8] C. Yi and Y. Tian, “Text String Detection From Natural Scenes by Structure-Based Partition and Grouping” *IEEE Trans. on Image Process.*, vol. 20, no. 9, pp. 2594-2605, 2011.

[9] วิทยา จิรัฐิติเจริญ, *การตรวจจับและตัดแยกตัวอักษรภาษาไทยในฉากธรรมชาติ,* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สจล.ลาดกระบัง, 2550.

[10] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins, *Digital Image Processing Using MATLAB*, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2004.

การค้นหาและนับจำนวนวัตถุในภาพแผ่นเพาะเชื้ออย่างเร็ว โดยเทคนิคการสแกนแบบข้ามตำแหน่ง

Fast Searching and Counting Object for Coulter Plate Using Cross Scanner Technique

ฤทธิชัย การวิจิตร(Ridtichai Kanvijit)[1] และจักรี ศรีนนท์ฉัตร(Jakkree Srinonchat)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[1]rescue_nrk@hotmail.com, [2]jakkree.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยทางด้านการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพทางการแพทย์ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันงานวิจัยนี้นำเสนอการค้นหาและนับจำนวนวัตถุในภาพแผ่นเพาะเชื้ออย่างเร็วโดยเทคนิคการสแกนแบบข้ามตำแหน่ง เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการสแกนโดยที่ยังให้ผลความถูกต้องของการนับเทียบเท่ากับการสแกนแบบปกติ งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้กับการนับจำนวนและระบุตำแหน่งของหลุมบนแผ่นเพลทที่ใช้ทดสอบของการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียด้วยตัวยาชนิดต่างๆแบบ 96 หลุมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ในการทดสอบได้นำภาพแผ่นเพลทตัวอย่างสองชนิดคือแบบที่มีการเรียงตัวเป็นระเบียบกับแบบที่มีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบจำนวน 40 ภาพมาทดสอบการสแกนกับ 6 เทคนิคพบว่าเทคนิคการสแกนแบบที่ 5 ซึ่งสแกนครั้งละ 3 ตำแหน่งมีประสิทธิภาพสูงสุดคือ โดยความถูกต้องของการนับเทียบเท่าวิธีการสแกนแบบปกติ แต่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลง

คำสำคัญ: การหาตำแหน่ง การนับจำนวนวัตถุ แผ่นเพาะเชื้อ

Abstract

The application of image processing for bio-medical research is recently interesting. This research presents the fast searching and counting object for coulter plate using cross scanner technique for increasing fast scanning while maintains the accuracy counter as the normal technique. This research is applied to count and identify location of coulter plate which uses for96 holes inhibition of bacterial growth testing by the drug in bio-medical laboratory. In the experiment, there are two types of coulter plate image: sequence and non-sequence coulter plate. Those 40 images is tested with 6 techniques. The result shows that the 5th technique which used 3 cross scanning provides the maximum efficiency. It used time less than the normal scan while maintain the accuracy counter as the normal scan.

Keyword: Searching, Counting, Culture plate

1. บทนำ

ในปัจจุบันการวิเคราะห์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียของตัวยาชนิดต่างๆโดยการใช้เพลทสำหรับเพาะเชื้อแบคทีเรียชนิด 96 หลุมเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีแต่ละหลุมซึ่งเราจะต้องรู้จำนวนและจะต้องระบุตำแหน่งของหลุมที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีด้วยนั้นการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ต้องอาศัยเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์จากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิตอลมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาตำแหน่งและนับจำนวนของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงสีซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับการค้นหาและนับจำนวนของวัตถุในภาพเป็นที่น่าสนใจในการประยุกต์ใช้งานทั้งในทางการแพทย์หรือการเกษตรเช่น[1]ได้นำเสนอวิธีการนับจำนวนวัตถุบนภาพแบบรวดเร็วและอัตโนมัติสำหรับการนับจำนวนเซลเม็ดเลือดแดงด้วยวิธี Sum-result indexing โดยจัดกลุ่มจุดที่อยู่ติดกันในแนวแกนนอนและหาความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มจากการทดลองพบว่าความถูกต้องในการนับให้ผลเหมือนกันแต่วิธีการของSum-result indexing ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี Contour tracing technique 74.28%

แต่ยังคงมีปัญหาในกรณีที่มีตัวอย่างมากขึ้นจะทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นเพราะตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะต้องไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่อยู่ในแถวถัดไปซึ่งจะได้พัฒนาหาวิธีการลดการคำนวณโดยจำกัดขอบเขตของตัวอย่างต่อไป[2] ได้นำเสนองานวิจัย A Run-Based Two-Scan Labelling Algorithm ซึ่งอาศัยเทคนิคการสแกนหาวัตถุจากสองทิศทางเพื่อแก้ไขปัญหาการทับซ้อนของภาพและเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการสแกนให้มากขึ้นแต่จะต้องใช้เวลาในการสแกนที่นานขึ้นตามไปด้วยเช่นกันหรือ[3] ได้นำเสนอการนับจำนวนลูกปลาแบบอัตโนมัติโดยวิธี Sum-Result Indexing Algorithm โดยการสแกนหาวัตถุทั้งในแนวแกนนอนและแนวแกนตั้งจากการทดลองพบว่าความถูกต้องในการนับยังให้ผลที่ถูกต้องเท่าเดิมแต่สามารถลดเวลาในการประมวลผลลงได้ 50.15% เมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐานแต่พบว่าเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการนับจำนวนลูกปลาจะเห็นว่าเกิดความผิดพลาดในกรณีที่ปลาซ้อนทับกันและได้พัฒนาเป็น[3]ได้นำเสนองานวิจัยชื่อการนับจำนวนลูกปลาแบบอัตโนมัติโดยวิธี Parallel Sum-Result Indexing Algorithm ได้นำเสนอวิธีการนับจำนวนวัตถุบนภาพแบบรวดเร็วและอัตโนมัติสำหรับการนับจำนวนลูกปลาโดยวิธี Parallel sum-result indexing ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนามาจาก Two scan sum-result Indexing โดยวิธีการที่นำเสนอแตกต่างจากวิธีดั้งเดิมคือใช้การสแกนเพียงรอบเดียวก็สามารถนับจำนวนวัตถุในภาพได้ โดยรวมการทำงานของ Run-length encoding และ Run indexing เข้าด้วยกันและทำงานพร้อมกันในขั้นตอนของการสแกนครั้งจากการทดลองพบว่าความถูกต้องในการนับยังให้ผลที่ถูกต้องเท่าเดิมแต่สามารถลดเวลาในการประมวลผลลงได้ 11.48% เมื่อเทียบกับการทำ Two scan sum-result indexing แบบธรรมดา และ 50.15% เมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐานอย่างไรก็ตามการนับจำนวนโดยการนับกลุ่มก้อนวัตถุ เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการนับจำนวนลูกปลาจะเห็นว่าเกิดความผิดพลาดในกรณีที่ปลาซ้อนทับกันซึ่งแนวทางในการพัฒนาจะเป็นการหาวิธีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนับโดยการแยกแยะลูกปลาที่อยู่ติดกันหรือหาวิธีบ่งบอกว่ามีจำนวนปลาทั้งหมดกี่ตัวต่อหนึ่งกลุ่มก้อน ก่อนทำการนับต่อไป[4-5]ได้นำเสนออัลกอริทึมเชิงเส้นขั้นตอนหลักของวิธีนี้คือการใช้เส้นเทคนิคการติดตามการตรวจสอบรูปร่างภายนอกและภายในรูปทรงที่เป็นไปได้ของแต่ละองค์ประกอบและในการระบุและป้ายพื้นที่ภายในของแต่ละองค์ประกอบโดยทำการทดลองแล้วเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นๆจำนวน 5 เทคนิคผลการทดลองอัลกอริทึมนี้ใช้เวลาเฉลี่ยในการประมวลผลน้อยกว่าอัลกอริทึมอื่นไม่เพียงแต่ส่วนประกอบของวัตถุเท่านั้นงานวิจัยนี้ยังติดตามวัตถุตามลำดับการเกิดจุดเส้นได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย[6]ได้นำเสนอที่ใช้สแกนหาจำนวนบุคลจากภาพถ่ายมุมสูงโดยใช้เทคนิคการ subtraction แต่มีข้อจำกัดคือบุคคลจะต้องสวมเสื้อผ้าสีขาวและพื้นจะต้องเป็นสีดำและจะต้องเก็บข้อมูลจากภายในอาคารเท่านั้น[7]ได้นำเสนอการนับจำนวนวัตถุจากระยะไกลด้วย OTW ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถทำงานได้ดีแต่ยังต้องพัฒนาเรื่องของความเร็วและประสิทธิภาพต่อไป

จากงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการค้นหาหรือนับจำนวนวัตถุในภาพที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการค้นหาและนับจำนวนวัตถุในภาพโดยวิธีทั่วไปจะต้องทำการสแกนหาวัตถุถึงสองครั้งคือจะต้องสแกนทั้งในแนวแกนนอนและในแนวแกนตั้งซึ่งจะทำให้ใช้เวลาเพิ่มขึ้นหรือในบางเทคนิคที่สแกนเพียงรอบเดียวก็จะมีปัญหาในกรณีที่วัตถุนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ทับซ้อนกัน งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอเทคนิคใหม่ในการสแกนเพื่อค้นหาและนับจำนวนวัตถุในภาพโดยการสแกนแบบข้ามตำแหน่งเพื่อเพิ่มความรวดเร็วของการสแกนโดยที่ความถูกต้องของการสแกนเท่ากับการสแกนแบบปกติ

2. ทฤษฎี

2.1 การสแกนโดยวิธีปกติ

การสแกนเพื่อหาตำแหน่งและนับจำนวนของวัตถุโดยวิธีปกติระบบจะทำการสแกนตามแนวแกนนอนครั้งละ 1 ตำแหน่งโดยเริ่มจากแถวที่ 1 ตำแหน่งที่ 1 และจะไปหยุดที่ตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแถวจากนั้นจะทำการสแกนในแถวถัดไปจนครบทุกแถวโดยมีขั้นตอนดังนี้ขั้นตอนแรกระบบจะเริ่มต้นสแกนที่แถวที่ 1ตำแหน่งที่ 1 ไปตามแนวแกนนอนครั้งละ 1 ตำแหน่งจนกว่าจะเจอตำแหน่งที่เป็น 0 ระบบจึงหยุดการสแกนและแสดงจำนวนของวัตถุที่สแกนได้พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของวัตถุขั้นตอนสุดท้ายระบบจะทำการเริ่มต้นสแกนแถวถัดไปที่แถวถัดไปโดยเริ่มต้นที่ตำแหน่งที่ 1 โดยจะสแกน

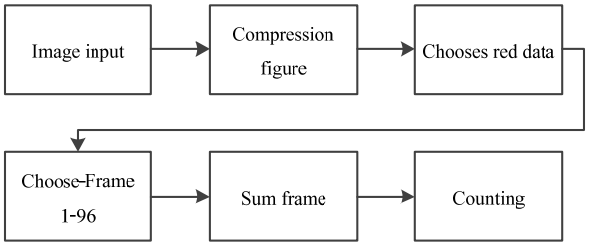
ไปจนครบทั้ง 8 แถวจึงแสดงผลจำนวนและตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป

2.2 การสแกนแบบข้ามตำแหน่ง

การสแกนเพื่อหาตำแหน่งและนับจำนวนของวัตถุโดยวิธีปกติระบบจะทำการสแกนตามแนวแกนนอนครั้งละ3 ตำแหน่ง โดยเริ่มจากแถวที่ 1 ตำแหน่งที่ 1 และจะไปหยุดที่ตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแถวจากนั้นจะทำการสแกนในแถวถัดไปจนครบทุกแถวโดยมีขั้นตอนดังนี้ขั้นตอนแรกระบบจะสแกนตามแนวแกนนอนโดยเริ่มต้นที่แถวที่ 1 ตำแหน่งที่ 1 เหมือนวิธีทั่วไปแต่ตำแหน่งต่อไปของการสแกนจะข้ามตำแหน่งไปครั้งละ 3 ตำแหน่งจนกว่าจะเจอตำแหน่งที่เป็น 0 ระบบจึงหยุดการสแกนขั้นต่อมาระบบจะทำการสแกนแถวต่อไปโดยเริ่มต้นการสแกนที่ตำแหน่งสุดท้ายของแถวก่อนหน้านี้โดยมีเงื่อนไขคือถ้าตำแหน่งเริ่มต้นของแถวใหม่เป็น 0 ระบบจะสแกนแบบย้อนกลับจนกว่าจะเจอตำแหน่งที่เป็น 1ถ้าตำแหน่งเริ่มต้นของแถวใหม่เป็น 1 ระบบจะสแกนแบบไปข้างหน้าจนกว่าจะเจอตำแหน่งที่เป็น 0 ขั้นสุดท้ายระบบจะทำการสแกนตามขั้นตอนที่ 2 ไปเรื่อยๆจนครบทั้ง 8 แถวจึงแสดงผลจำนวนและตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป

3. ขั้นตอนการทดลอง

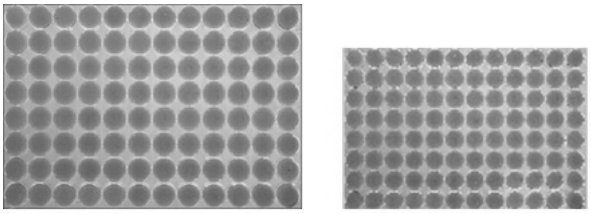
การทดลองนี้ใช้ภาพตัวอย่างจากภาพถ่ายแผ่นเพลทสำหรับการวิเคราะห์การยับยั้งเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียโดยตัวยาชนิดต่างๆแบบ 96 หลุมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ซึ่งต่อไปในงานวิจัยนี้จะเรียกว่าเพลทเพาะเชื้อซึ่งเป็นภาพสีขนาด 771x515 พิกเซลและใช้โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมสำหรับประมวลผลโดยมีกระบวนการวิเคราะห์ตามบล็อกไดอะแกรมแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทดลอง

3.1 การแปลงขนาดของภาพ

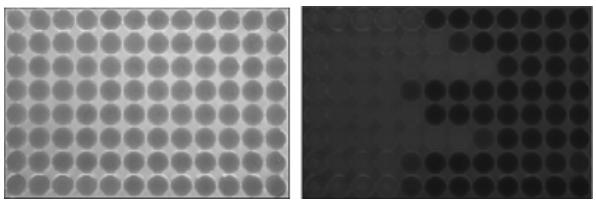
จากภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรม Compression figure คือการนำภาพเพลทเพาะเชื้อที่มีขนาด 771 x 515 พิกเซลมาทำการแปลงขนาดของภาพให้มีขนาด 80 x 120 พิกเซลเพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดทรัพยากรที่ใช้ในการสแกนโดยที่ยังมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการประมวลผลแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การแปลงขนาดภาพ

3.2 การแปลงภาพสีเป็นภาพโทนสีแดง

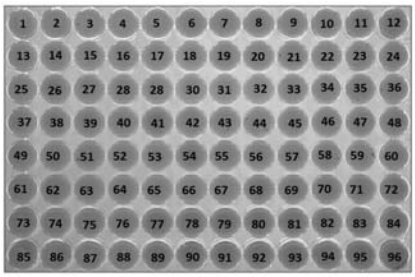
จากภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรม Chooses red data เป็นการนำภาพสีต้นฉบับทำการแปลงเป็นภาพโทนสีแดงโดยใช้การคำนวณหาค่าระดับสีแดงเพื่อดำเนินการในขั้นตอนการคำนวณผลรวมของค่าสีต่อไปแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: การแปลงภาพสีเป็นภาพโทนสีแดง

3.3 การแบ่งส่วนของภาพ

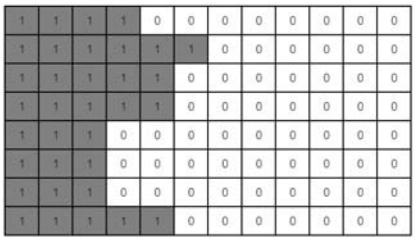
จากภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรม Choose-Frame 1-แบ่งภาพตัวอย่างที่ได้จากขั้นตอนการแปลงขนาดของภาพมาแบ่งออกเป็นส่วนๆจำนวน 96 ส่วนโดยแบ่งตามแนวแกนนอนจำนวน 8 แถวและแบ่งตามแนวแกนตั้งจำนวน 12 คอลัมน์เพื่อใช้เป็นตำแหน่งสำหรับอ้างอิงในการระบุตำแหน่งของหลุมซึ่งแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: การแบ่งส่วนของภาพ

3.4 การหาผลรวมของค่าสี

จากภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรม Sum frame เป็นขั้นตอนการนำภาพแผ่นเพาะเชื้อที่ได้หลังจากการขั้นตอนแบ่งเฟรมและขั้นตอนแปลงภาพเป็นระดับสีแดงแล้วมาทำการรวมค่าระดับสีแดงทั้งหมดของเฟรมแต่ละเฟรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปแสดงดังรูปที่ 5



ภาพที่ 5: ผลรวมของค่าสี

3.5 การนับจำนวนวัตถุ

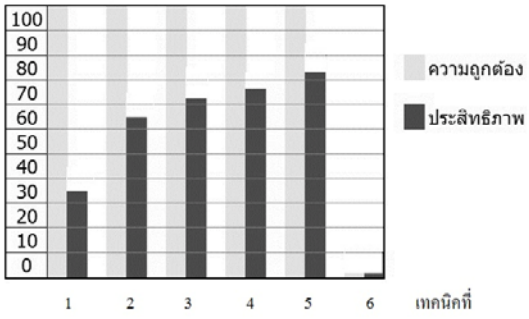
จากภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรม Counting เป็นขั้นตอนที่สำคัญของงานวิจัยนี้โดยจะโปรแกรมจะแสดงตำแหน่งของของหลุมที่มีการเกิดปฏิกิริยาโดยงานวิจัยนี้ได้แสดงเทคนิคการสแกน 6 วิธีเพื่อเปรียบเทียบหาวิธีที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้ตัวอย่างภาพแผ่นเพาะเชื้อจำนวน 40 ภาพซึ่งแบ่งภาพออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบเป็นระเบียบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบโดยโปรแกรมจะตรวจหาวัตถุสีน้ำเงินเมื่อระบบสแกนหาวัตถุเจอวัตถุสีน้ำเงินโปรแกรมจะทำการตรวจสอบตำแหน่งที่สแกนผ่านมาเพื่อหาตำแหน่งสุดท้ายที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของวัตถุเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งและจำนวนของวัตถุในแต่ละแถวเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองนำเสนอการนับจำนวนและระบุตำแหน่งของหลุมที่มีการเกิดปฏิกิริยาบนแผ่นเพาะเชื้อโดยหลุมที่เกิดปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงซึ่งใช้สองกลุ่มด้วยกันคือกลุ่มที่มีการเรียงตัวแบบเป็นระเบียบและกลุ่มที่มีการเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบจำนวน 40 ภาพซึ่งเมื่อนำภาพตัวอย่างมาทำการสแกนด้วยเทคนิคการสแกนทั้ง 6 วิธีได้ผลการทดลองดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1: ผลการทดลองกับตัวอย่างที่เป็นระเบียบ

เทคนิค	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการสแกน
1	100	60.95
2	100	36.80
3	100	28.45
4	100	21.25
5	100	18.15



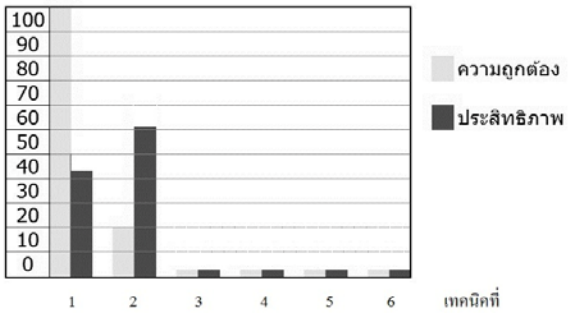
ภาพที่ 6: ผลการทดลองกับตัวอย่างที่เป็นระเบียบ

จากผลการทดลองดังตารางที่ 1 การสแกนบนภาพตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบเป็นระเบียบจะเห็นว่าทั้ง 6 วิธีวิธีที่ 1 ถึง 5 มีประสิทธิภาพเท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ส่วนวิธีที่ 6 จะเกิดความผิดพลาดจากการสแกนเนื่องจากโปรแกรมและภาพไม่สอดคล้องกันในการประมวลผลเพราะมีการข้ามตำแหน่งถึงครั้งละ 4 ตำแหน่งซึ่งจากการทดลองไม่สามารถประมวลผลได้

เนื่องจากระบบไม่สอดคล้องกับภาพต้นฉบับโดยผลของการทดลองพบว่าเทคนิคการสแกนโดยเทคนิคที่ 5 เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งแสดงดังภาพที่ 6

ตารางที่ 2: ผลการทดลองกับตัวอย่างที่ไม่เป็นระเบียบ

เทคนิค	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการสแกน
1	100	44.42
2	5	67.45
3	0	0
4	0	0
5	0	0



ภาพที่ 7: ผลการทดลองกับตัวอย่างที่ไม่เป็นระเบียบ

จากผลการทดลองดังตารางที่ 2 การสแกนบนภาพตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบจะเห็นว่าทั้ง 6 วิธีวิธีที่ 1 จะมีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์และมีประสิทธิภาพ 44.42 และวิธีที่ 2 มีความถูกต้อง 5 เปอร์เซ็นต์และมีประสิทธิภาพ 61.45 แต่เมื่อนำเทคนิคที่ 3,4,5 และ 6 มาใช้กับตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบพบว่าโปรแกรมไม่สามารถหาจำนวนและตำแหน่งของวัตถุได้เพราะเกิดความผิดพลาดจากการสแกนเนื่องจากโปรแกรมและภาพไม่สอดคล้องกันในการประมวลผลซึ่งแสดงดังภาพที่ 7

5. สรุปผลการทดลอง

ในบทความนี้ได้นำการพัฒนาเทคนิคการสแกนหาตำแหน่งและระบุตำแหน่งของหลุมของแผ่นเพาะเชื้อที่มีการเกิดปฏิกิริยาโดยเทคนิคการสแกน 6 เทคนิค กับภาพแผ่นเพาะเชื้อที่ใช้ในทางการแพทย์จำนวน 2 แบบคือแบบที่มีการเรียงตัวที่เป็นระเบียบกับแบบที่มีการเรียงตัวที่ไม่เป็นระเบียบจำนวน 40 ภาพตัวอย่างที่เรียงตัวที่เป็นระเบียบเทคนิคที่ 5 การสแกนแบบข้ามครั้งละ 3 ตำแหน่งมีความถูกต้องเท่ากับวิธีการสแกนแบบปกติแต่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ 81.09 แต่เมื่อนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้กับตัวอย่างที่มีการเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบพบว่าเทคนิคการสแกนด้วยเทคนิคการสแกนแบบข้ามตำแหน่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการสแกนแบบปกติ เพราะเทคนิคการสแกนแบบข้ามตำแหน่งจะหยุดการสแกนเมื่อพบการเปลี่ยนแปลงของหลุมที่เปลี่ยนสีซึ่งใช้การสแกนแบบปกติจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยจะต้องพัฒนาโปรแกรมที่ใช้การสแกนแบบข้ามตำแหน่งกับตัวอย่างที่ไม่เป็นระเบียบต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร และ อานุภาพ มีสมบูรณ์, “การนับจำนวนเซลเม็ดเลือดแดงแบบอัตโนมัติโดยวิธี Sum-Result Indexing Algorithm” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33, 1-3 ธันวาคม 2553, จังหวัดเชียงใหม่, 2553, หน้า1201-1204.

[2] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร, อานุภาพ มีสมบูรณ์ และ ประมินทร์ อาจฤทธิ์ “การนับจำนวนลูกปลาแบบอัตโนมัติโดยวิธี Sum-Result Indexing Algorithm.” ใน รายงานการประชุมผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 18. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 156-163

[3] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร; อานุภาพ มีสมบูรณ์, “การนับจำนวนลูกปลาแบบอัตโนมัติโดยวิธี Parallel Sum-Result Indexing Algorithm.” ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, กรุงเทพฯ. หน้า 3-11

[4] He, Y. Chao and K. Suzuki.. A Linear-Time Two-Scan Labeling Algorithm. *IEEE International Conference on Image Processing*. vol. 5: 241-244. 2007

[5] He, Y. Chao and K. Suzuki.. A Run-Based Two-Scan Labeling Algorithm. *IEEE Transactions on Image Processing*. vol. 17: 749-756. 2008

[6] Chomtip Pornpanomchai and Fuangchat Stheitsthienchai.. Object Detection and Counting System. *IEEE Congress on Image Processing*. vol. 17: 61-65. 2008

[7] E. Christophe and J. Inglada.. Object Counting In High Resolution Remote Sensing Images With OTB. *IEEE Congresss on Image Processing*. vol. 17: 737-740. 2009

กระบวนการฝังข้อมูลบนภาพแบบกู้คืนได้โดยใช้การฝังแบบปรับตัวได้ด้วยพื้นฐานการพยากรณ์และการเรียงลำดับ

Reversible Watermarking Algorithm Using Adaptive Embedding On Prediction And Sorting

กฤษฎา สมจิตร (Kitsada Somjit)[1] และ ศิริชัย รุจิพัฒนพงษ์ (Sirichai rujipatthanapong)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]kridsadas@kmutnb.ac.th, [2]srujipat@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกระบวนการฝังข้อมูลบนภาพแบบกู้คืนได้โดยใช้การฝังแบบปรับตัวได้ด้วยพื้นฐานการพยากรณ์และการเรียงลำดับเป็นเทคนิคการฝังลายน้ำถูกพัฒนาเพื่อลดความผิดเพี้ยนของภาพที่มีการฝังลายน้ำและเพิ่มพื้นที่ของการฝังข้อมูลซึ่งถูกแบ่งไว้เพื่อเก็บข้อมูลภาพต้นฉบับเอาไว้ วิธีการที่นำเสนอ เป็นการนำจุดค่าผิดพลาดของการทำนายต่ำ นำมาใช้ก่อนจุดค่าผิดพลาดจากการทำนายสูง แน่นอนว่า การฝังข้อมูล 1 บิต ทำให้ความเพี้ยนต่ำกว่าการฝังข้อมูล 2 บิต แต่เมื่อข้อมูลที่ต้องการฝังมีจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้จุดค่าผิดพลาดของการทำนายมากเพียงพอต่อจำนวนของข้อมูล หากจุดค่าผิดพลาดจากการทำนายนั้นมีค่าต่ำกว่าค่าผิดพลาดจากการทำนายที่เหลืออยู่ จะทำให้สามารถฝังข้อมูลได้มากขึ้น และคุณภาพของภาพที่มีการฝังลายน้ำก็จะสูงขึ้น การทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้น โดยวัดจากค่าอัตราส่วนของสัญญาณสูงสุดต่อสัญญาณรบกวนเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน

คำสำคัญ: ลายน้ำดิจิทัล ค่าผิดพลาดจากการทำนาย การฝังลายน้ำกู้ภาพแบบคืนกลับได้

Abstract

This paper proposes a reversible watermarking algorithm using adaptive embedding on prediction and sorting. Expansion embedding technique is developed to decrease watermarked image distortion and increase payload area which is used to keep original image information. The proposed reversible watermarking method that the error of low prediction will be used before the error of high prediction cause, the distortion of embedding one bit less than a two-bit embedded payload. Overmore, amount of payload requires to use amount of the error of prediction same. If the error of prediction is lower than the error of prediction is left. It will reduce the embedding distortion. The experimental result show that the proposed method gains the performance improvement in Peak signal-to-noise ratio (PSNR) compared to the conventional watermarking method.

Keyword: watermarking , prediction error expansion, reversible watermarking

1. บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางด้านมัลติเดีย ทำให้ข้อมูลข่าวสารส่วนใหญ่ถูกเก็บบันทึกไว้ในรูปแบบดิจิทัล และการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการติดต่อสื่อสารผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีแนวโน้มเพิ่มมาก ข้อมูลต่างๆเหล่านั้น สามารถนำมาทำซ้ำได้หลายๆครั้ง โดยไม่มีการสูญเสียคุณภาพ หากข้อมูลที่ถูกทำซ้ำขึ้นนั้นถูกกระทำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของข้อมูลอย่างถูกต้องแล้ว ก็จะนำไปสู่ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับการละเมิดลิขสิทธิ์ ในปัจจุบัน เทคโนโลยีลายน้ำถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์โดยไม่ได้ รับอนุญาติ การฝังลายน้ำดิจิทัลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ซึ่งได้แก่แบบที่ไม่สามารถกู้คืนต้นฉบับกลับมาได้ กับสามารถกู้ภาพต้นฉบับกลับคืนมาได้ การฝังลายน้ำดิจิทัล เป้าหมายโดยทั่วไปต้องการฝังบิตข้อมูลลงไปในภาพแล้วไม่ต้องการให้เกิดการสูญเสีย

ภาพลักษณ์โดยรวมของข้อมูลต้นฉบับน้อยที่สุด จนสายตามนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นถึงความเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้ การฝังลายน้ำดิจิทัลเป็นวิธีการที่ฝังบิตข้อมูลลงไปในสื่อดิจิทัล จุดประสงค์เพื่อปกป้องลิขสิทธิ์ การยืนยันความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ การติดตามสื่อ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค แต่ไม่ใช่ทุกเทคนิคที่สามารถกู้ภาพต้นฉบับกลับคืนมาได้

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการฝังลายน้ำแล้วสามารถกู้ภาพคืนกลับมาได้ ซึ่งได้ทำการพัฒนาโดยมีพื้นฐานมากจากวิธีการของ Sachev[6] โดยหาวิธีลดการสูญเสียของภาพหลังจากการฝังลายน้ำให้น้อยที่สุดและขนาดของข้อมูลต้องมากกว่า แนวทางที่นำเสนอคือ กระบวนการฝังบิตข้อมูลลายน้ำโดยการเพิ่มบิตของข้อมูลลายน้ำฝังลงไปข้อมูลภาพต้นฉบับ ซึ่งมีผลทำให้สามารถฝังข้อมูลลงในภาพได้มากและคุณภาพของภาพก็ยังคงสูงอยู่

รายละเอียดที่เหลือในบทความนี้ ถูกจัดเป็นระเบียบดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 2 บรรยายงานที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 บรรยายการฝังลายน้ำและการกู้คืนลายน้ำ ส่วนที่ 4 ผลการทดลอง ส่วนที่ 5 สรุปบทความนี้

2. งานที่เกี่ยวข้อง

การฝังลายน้ำดิจิทัลแบบสามารถกู้คืนกลับมาได้เป็นวิธีการฝังข้อมูลดิจิทัลลงในสื่อแล้วสามารถแยกลายน้ำกับสื่อออกจากกันได้ ด้านการวิจัยนี้ได้มีการค้นคว้าและพัฒนามาหลายปีเพื่อให้มีวิธีการที่ดีขึ้น ซึ่งวิธีการอาจแต่งต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตาม ในทุกๆเทคนิคสามารถกู้ภาพต้นฉบับกลับมาได้ [1] ใช้วิธีการกระจายสเปรดตรัม ซึ่งเทคนิคนี้ทำให้การกู้คืนสัญญาณลายน้ำดิจิทัลทำได้ช้าลง Fredrich และคณะ[2]ใช้กระบวนการบีบอัดข้อมูลแบบไม่สูญเสียเข้ามาช่วย Xuan และคณะ[3] ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนฮิสโทแกรมเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดค่าของตัวเลขเกิน 255 หรือต่ำกว่า 0 ก่อนที่จะฝังจำนวนข้อมูลลงไปในเวฟเลตความถี่สูง Thodi และ คณะ[4][5] เสนอวิธีการฝังข้อมูลลงไปในค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ (Prediction Error(PE) ที่ทำการขยายหรือเลื่อนบิตข้อมูล โดยใช้ฟังก์ชันขึ้นมาชุดนึงแล้วทำการพยากรณ์ข้อมูล แล้วก็หาค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์มาใช้เป็นชุดของตัวเลขที่ต้องทำการขยายเพื่อใช้ในการฝังบิตข้อมูล ซึ่งประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับฟังก์ชันในการพยากรณ์ที่เลือกใช้ และได้พัฒนาโดยเพิ่มเติมกระบวนการปรับฮิสโทแกรมเพื่อที่จะเพิ่มความสามารถในการบีบอัดข้อมูล ทำให้คุณภาพของภาพ (PSNR) สูงขึ้น กล่าวคือในปริมาณของข้อมูลที่ฝังเข้าไปต่างๆกัน คุณภาพของภาพยังคงสูงอยู่ หรือมีการผิดเพี้ยนของภาพน้อยลง Sachnev และ คณะ [6] เสนอวิธีการฝังข้อมูลโดยใช้ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ (Prediction Error(PE)และความแปรปรวนของพื้นที่เพื่อใช้ในการเรียงลำดับสำหรับฝังข้อมูลลงในภาพ และทำนายค่าพิกเซลซึ่งเหมาะสมกับภาพที่มีความแปรปรวนสูง ทำให้ คุณภาพของภาพหลังการฝังลายน้ำมีค่าสูงขึ้น เพราะแผนที่ของการปรับค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายมีขนาดลดลงโดยการลดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออกและปรับเปลี่ยนฮิสโทแกรม (histogram) ให้เหมาะสม Liและ คณะ [7] เสนอวิธี การขยายพื้นที่ฝังข้อมูลลงไปในค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ (Prediction error expansion (PEE))โดยใช้ วิธีการใหม่คือการฝังและการเลือกปรับพิกเซล ซึ่งแตกต่างจาก PEE ทั่วไปซึ่งจะฝังข้อมูลสม่ำเสมอ ให้ปรับเปลี่ยนฝัง 1 หรือ 2 บิตต่อ pixel สามารถใช้ประโยชน์จากความซ้ำซ้อนของพื้นที่เพื่อให้บรรลุประสิทธิภาพที่ดีขึ้นโดยเลือกพิกเซลของพื้นที่เรียบสำหรับฝังข้อมูล และปล่อยให้พิกเซลของพื้นที่หยาบไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถฝังข้อมูลลงในภาพได้มากและคุณภาพของภาพก็ยังคงสูงอยู่

3. วิธีการสร้างลายน้ำที่นำเสนอ

ในการฝังรหัสข้อมูล จะต้องนำค่าตัวเลขจากการทำนายมาทำการขยายหรือการเลื่อนบิตข้อมูลให้มีพื้นที่ว่างในบิตสุดท้ายเพื่อทำการฝังบิตข้อมูลลงในพื้นที่ว่างสุดท้ายนั้น เทคนิคนั้นเรียกว่า Prediction-error Expansion ก็คือ การฝังบิตข้อมูลลงไปจากการทำนายให้ข้อมูลขยายเป็น 2 เท่า ในกระบวนการฝังบิตข้อมูลลงไปจะต้องคำนวณค่าผิดจากการทำนาย (Prediction Error (PE)) จากพิกเซลข้างเคียงแล้วก็ทำการฝังบิตข้อมูลลงไปในค่าความผิดพลาดที่ถูกขยายไปแล้ว

3.1 Prediction Error

เริ่มต้น แบ่งพิกเซลของภาพออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มครอส(x) กับ กลุ่มดอท (.) ตามภาพที่ 1

×	$V_{i-1,j}$	×	•
$V_{i,j-1}$	$U_{i,j}$	$V_{i,j+1}$	×
×	$V_{i+1,j}$	×	•
•	×	•	×

ภาพที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มพิกเซล

หาค่าทำนาย(u') จากค่าพิกเซลข้างเคียง(v) ดังสมการ 1

$$u' = \left\lfloor \frac{v_{i,j-1} + v_{i,j+1} + v_{i-1,j} + v_{i+1,j}}{4} \right\rfloor \quad (1)$$

หาค่าผิดพลาดจากการทำนาย(d) ด้วยการนำค่าพิกเซลจริง (u) ลบด้วยค่าพิกเซลที่ถูกทำนาย (u') ดังสมการ 2

$$d_{i,j} = u_{i,j} - u'_{i,j} \quad (2)$$

ในการขยายพื้นที่สำหรับการฝังข้อมูล (b) ลงไปในนั้น ได้กล่าวไว้ดังสมการ 3

$$D_{i,j} = 2d_{i,j} + b \quad (3)$$

เมื่อได้ค่าบิตข้อมูลที่ทำการฝังลงไปแล้วนำมารวมกับค่าพิกเซลที่ถูกทำนายจะได้ค่า พิกเซลของภาพที่ถูกฝังข้อมูลลงไป (U)ดังสมการ 4

$$U_{i,j} = u'_{i,j} + D_{i,j} \quad (4)$$

ส่วนในกระบวนการถอดลายน้ำสำหรับ ขั้นตอนในส่วนของกลุ่มครอสก็จะตรงข้ามหรือย้อนกลับของกระบวนการเข้ารหัส และหาค่าผิดพลาดจากการทำนายที่ถูกขยายแล้วจาก สมการ 5 หาบิตข้อมูลได้ดังสมการ 6

$$D_{i,j} = U_{i,j} - u'_{i,j} \quad (5)$$

$$b = U_{i,j} \bmod 2 \quad (6)$$

ค่าผิดพลาดจากการทำนายหาได้ดังสมการ 7

$$d_{i,j} = \left\lfloor \frac{D_{i,j}}{2} \right\rfloor \quad (7)$$

ค่าพิกเซลจริง หาได้ดังสมการ 8

$$u_{i,j} = u'_{i,j} + d_{i,j} \quad (8)$$

ในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มในส่วนของการฝัง 2 บิต ซึ่งถ้ามีการฝังบิต การขยานพื้นท่าสำหรับทำการฝังข้อมูล (b $\in \{0,1,2,3\}$) ก็จะถูกคำนวณโดยสมการ 9

$$D_{i,j} = 4d_{i,j} + b \quad (9)$$

ส่วนในกระบวนการถอดรหัส บิตข้อมูลที่ฝังเพิ่มลงไปก็จะหาได้ดังสมการ 10 และ ค่าผิดพลาดจากการทำนายก็จะหาได้ดังสมการ 11

$$b = U_{i,j} \bmod 4 \quad (10)$$

$$d_{i,j} = \left\lfloor \frac{D_{i,j}}{4} \right\rfloor \quad (11)$$

3.2 Histogram shifting

นอกจากทำการขยาย จุดบางจุดยังต้องถูกทำการปรับหรือเลื่อนออกไปด้วยเนื่องจากว่าถ้าทำการขยายจุดทุกจุดที่ขยายได้ หมายความว่า ค่าพิกเซลจริงที่ถูกฝังลายน้ำเมื่อขยายไปแล้วจะยังคงอยู่ในช่วง 0-255 การที่ขยายทุกจุดจะทำให้การสูญเสียเกิดสูง เพราะฉะนั้น เพื่อที่จะควบคุมการสูญเสียจะต้องสร้างตัวขีดแบ่ง (T) เพื่อที่จะเลือกเฉพาะค่าผิดพลาดจากการทำนายที่มีค่าไม่เกิน T หรือน้อยกว่า T ในการขยายเท่านั้น

ในส่วนฮิสโทแกรม สำหรับเลือกการฝัง 1 บิต ดังสมการ 12

$$D_{i,j} = \begin{cases} 2d_{i,j} + b & if\ d_{i,j} \in [T_n, T_p] \\ d_{i,j} + T_p + 1 & if\ d_{i,j} > T_p\ and\ T_p \geq 0 \\ d_{i,j} + T_n & if\ d_{i,j} < T_n\ and\ T_n < 0 \end{cases} \quad (12)$$

และในส่วนของการถอดรหัส ดังสมการ 13

$$d_{i,j} = \begin{cases} \lfloor D_{i,j}/2 \rfloor & if\ D_{i,j} \in [2T_n, 2T_p + 1] \\ D_{i,j} - T_p - 1 & if\ D_{i,j} > 2T_p + 1\ and\ T_p \geq 0 \\ D_{i,j} - T_n & if\ D_{i,j} < 2T_n\ and\ T_n < 0 \end{cases} \quad (13)$$

ในส่วนฮิสโทแกรม สำหรับเลือกการฝัง 2 บิต ดังสมการ 14

$$D_{i,j} = \begin{cases} 4d_{i,j} + b & if\ d_{i,j} \in [T'_n, T'_p] \\ d_{i,j} + 3T'_p + 3 & if\ d_{i,j} > T'_p\ and\ T'_p \geq 0 \\ d_{i,j} + 3T'_n & if\ d_{i,j} < T'_n\ and\ T'_n < 0 \end{cases} \quad (14)$$

ส่วนของการถอดรหัสการฝัง 2 บิต ดังสมการ 15

$$d_{i,j} = \begin{cases} \lfloor D_{i,j}/4 \rfloor & if\ D_{i,j} \in [4T'_n, 4T'_p + 3] \\ D_{i,j} - 3T'_p - 3 & if\ D_{i,j} > 4T'_p + 3 and T'_p \geq 0 \\ D_{i,j} - 3T'_n & if\ D_{i,j} < 4T'_n and T'_n < 0 \end{cases} \quad (15)$$

ซึ่งสำหรับเงื่อนไขในการเลือกฝัง 1 บิต หรือ 2 บิต สมมุติให้ค่าผิดพลาดจากการทำนาย(d) 2 ค่า ต่างกันเป็น d_1,d_2 และ $d_1<d_2$ ถ้าทำการขยายและฝังบิตลงไปใน d_1 และผลลัพธ์ยังมีค่าต่ำกว่า d_2 นั่นคือ $D_1 = 2d_1+b$, $D_1<d_2$ ในการฝังบิตต่อไป เราก็ควรจะเลือก D_1 อีกครั้งเพราะยังมีค่าที่ต่ำกว่า d_2 สมมุติให้ ค่าขีดแบ่งการฝัง 1 bit คือ T_p และ T_n จุดที่ทำการขยายไปแล้ว 1 ครั้ง และจะนำมาฝังบิตที่ 2 ควรจะมี $D_1 \leq T_p$ หรือ $D_1 \geq T_n$

ดังนั้นในกรณีฝั่งบวก ตัวขีดแบ่ง จะเป็นดังสมการ 16

T_p คือ ตัวขีดแบ่ง 1 บิต , T'_p คือ ตัวขีดแบ่ง 2 บิต

$$T'_p = \begin{cases} \left\lfloor \frac{T_p - 1}{2} \right\rfloor & if\ T_p \geq 1 \\ 0 & if\ T_p = 0 \end{cases} \quad (16)$$

กรณีฝั่งลบ ตัวขีดแบ่ง จะเป็นดังสมการ 17

T_n คือ ตัวขีดแบ่ง 1 บิต , T'_n คือ ตัวขีดแบ่ง 2 บิต

$$T'_n = \left\lceil \frac{T_n}{2} \right\rceil \quad (17)$$

3.3 การเรียงลำดับ

งานวิจัยนี้ใช้ ค่าความแปรปรวนของค่าสีเป็นการระบุตำแหน่งของพิกเซลบนภาพเพื่อใส่บิตข้อมูล โดยจะทำการเรียงลำดับจากค่าน้อยไปมากตามค่าความแปรปรวน สามารถหาค่าความแปรปรวนดังสมการ 18

$$\mu_{i,j} = \frac{1}{4}\sum_{k=1}^{4}(\Delta V_k - \Delta \overline{V}_k)^2 \quad (18)$$

3.4 แบ่งส่วนลายน้ำสำหรับฝัง 2 บิต และ 1 บิต

ในส่วนนี้จะทำการแบ่งส่วนลายน้ำ(watermark) เพื่อจะทำการฝังข้อมูลลงไปในภาพต้นฉบับ ดังสมการ 19 ดังนั้น เมื่อรู้ว่าลายน้ำที่ฝัง 2 บิต เป็นจำนวนเท่าไรก็จะทราบลายน้ำที่ต้องทำการฝัง 1 บิต ดังสมการ 20

$$\left|W_{dot}^{2bit}\right| = \left|W_{cross}^{2bit}\right| = \text{watermark} \times \frac{n}{100} \quad (19)$$

$$\left|W_{dot}^{1bit}\right| = \left|W_{cross}^{1bit}\right| = \text{watermark} - \left|W^{2bit}\right| \quad (20)$$

สำหรับการฝัง 2 บิต 51 ตำแหน่งแรก ถูกปกป้องไว้เก็บค่า LSB 51 ตำแหน่งนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Payload โดย T_nเก็บ 7 บิต T_p เก็บ 7 บิต ค่าของจำนวนข้อมูลฝัง 1บิต เก็บ 18 บิต ค่าของจำนวนข้อมูลฝัง 2 บิต เก็บ 18 บิต และ 1 บิตสำหรับการบอกว่ามีการฝัง 2 บิตเข้าไปหรือไม่ ค่า Payload หาได้ดังสมการ 21

$$\text{Payload} = \text{LSB} + \text{watermark} \quad (21)$$

การฝังบิตข้อมูล ในกรณี ที่มีแต่ลายน้ำ 1 บิต ก็คือ $\left|W_{cross}^{2bit}\right|$ เท่ากับ 0 ไล่ตำแหน่ง 52 ไปจน $\left|P_{cross}^{1bit}\right| + |L| = |E|$ แต่ถ้ากรณีมีการฝังลายน้ำ 2 บิตร่วมด้วย จะทำการฝังลายน้ำ 2 บิตก่อนแล้วต่อท้ายด้วยลายน้ำ 1 บิตไปจน $\left|P_{cross}^{1bit}\right| + |L| = |E|$

3.5 การฝังลายน้ำและการถอดลายน้ำ

กระบวนการฝังลายน้ำ โดย นำรูปภาพต้นฉบับมาทำการแบ่งกลุ่มสองกลุ่ม กลุ่มครอส และ กลุ่มดอท

1.) กำหนดตำแหน่งครอส

2.) คำนวณ u', d และ μ

3.) แบ่งส่วน Watermark สำหรับฝังลายน้ำ 1 บิต และ 2 บิต

4.) เรียงข้อมูลจากน้อยไปมากตามค่าแปรปรวนของสี (μ)

5.) กำหนดตัวขีดแบ่งสำหรับฝั่งบวก T_{pCross} และตัวขีดแบ่งสำหรับฝั่งลบ T_{nCross} ในขั้นตอนการฝังในการบวนการกลุ่มครอส และในขั้นตอนกระบวนการกลุ่มดอท โดยให้ T_{nCross} มีค่าเท่ากับ T_{nDot} และ T_{pCross} มีค่าเท่ากับ T_{pDot}

6.) ถ้า $\left|W_{cross}^{2bit}\right|$ ไม่เท่ากับ 0 กระทำการตรวจสอบตำแหน่งที่สามารถฝังข้อมูลได้แล้ว แล้ว ไป 7.1

ถ้า $\left|W_{cross}^{2bit}\right|$ เท่ากับ 0 กระทำการตวจสอบตำแหน่งที่สามารถฝังข้อมูลได้แล้ว ไป 7.2

7.1) เริ่มต้นตำแหน่งจาก 52 ไปจน $\left|P^{2bits}\right| + |L| = 2|E|$ ถึงจะหยุดกระบวนการตรวจสอบตำแหน่งที่สามารถฝังข้อมูลได้ ในบางครั้ง $\left|P_{cross}^{2bit}\right| + |L|$ จำนวนนี้อาจเป็นเลขคี่ ซึ่งเราจะทำเป็นเลขคู่โดยการเติมบิต 0 เข้าไป ดังนั้นจึงต้องมี 1 bit ที่จะเติมลงใน Header

7.2) กรณี ฝัง 1 บิต ถ้า $\left|W_{cross}^{2bit}\right| \neq 0$ เริ่มตำแหน่งต่อจากการฝังสองบิตไปจน $\left|P^{1bit}\right| + |L| = |E|$ และกรณี $\left|W_{cross}^{2bit}\right| = 0$ เริ่มตำแหน่งต่อจาก 52 ไปจน $\left|P^{1bit}\right| + |L| = 2|E|$

8) ทำการฝัง P_{cross} และ L ลงใน เซต E

9) คำนวณ U

10) ใส่ Header ลงใน 51 bits แรก

กระบวนการถอดลายน้ำ โดย นำรูปภาพที่ฝังลายน้ำแล้วมาทำการแบ่งกลุ่มสองกลุ่ม กลุ่มครอส และ กลุ่มดอท

1.) กำหนดตำแหน่ง Cross

2.) คำนวณ u', d และ μ

3.) เรียงลำดับข้อมูลตาม μ 51 LSB ของตำแหน่ง 51 ตัวแรก คือ T_{nCross}, T_{pCross} และ $\left|P_{cross}^{1bit}\right|, \left|P_{cross}^{2bit}\right|$ และ A 1 bit

4.) ถ้า $\left|P_{cross}^{2bit}\right| \neq 0$ ไป 5 และถ้า $\left|P_{cross}^{2bit}\right| = 0$ ไป 15

5.) แยก set E (expandable) และ set s (shiftable)

พิจารณา set E ด้วย $0 \leq D \leq 4T'_p + 3$ และ $4T'_n \leq D < 0$

พิจารณา set S ด้วย $D > 4T'_p + 3$ และ $D < 4T'_n$

6.) ตรวจสอบ problematic cells ใน set E และ set S

Set E คือการเช็คการปรับเปลี่ยนขยายและเลื่อน ถ้า Overflow หรือ Underflow เป็น Problematic cells ถ้าเป็น Set S เช็ค การเลื่อนถ้า Overflow หรือ Underflow เป็น Problematic

cells หยุดกระบวนการตรวจสอบเมื่อ จำนวน 2E = จำนวน P + ขนาด $\left|P_{cross}^{2bit}\right|$

7.) ดึงบิต LSB ที่ฝังจากกลุ่ม E ออกมา

8.) คำนวณ u จาก $u_{i,j} = u'_{i,j} + d_{i,j}$

9.) นำ LSB จาก 6 ฝังลงใน 51 ตำแหน่งแรก

10.) เริ่มตำแหน่งในข้อ 5

11.) ตรวจสอบ problematic cells ใน set E และ set S

หยุดกระบวนการตรวจสอบเมื่อ จำนวน E เท่ากับ จำนวน P รวมกับ ขนาดของ P_{Cross}

12.) ดึงบิต LSB ที่ฝังจากกลุ่ม E ออกมา

13.) คำนวณ u จาก $u_{i,j} = u'_{i,j} + d_{i,j}$

14.) $Payload = \left[P_{Cross}^{2bits} \;\; P_{Cross}^{1bit} \right]$

15.) แยก set E (expandable) และ set s (shiftable)

พิจารณา set E ด้วย $0 \le D \le 2T_p + 1$ และ $2T_n \le D \le 0$

พิจารณา set S ด้วย $D > 2T_p + 1$ และ $D < 2Tn$

16.) ตรวจสอบ problematic cells ใน set E และ set S

หยุดกระบวนการตรวจสอบเมื่อ จำนวน E เท่ากับ จำนวน P รวมกับ ขนาดของ P_{Cross}

17.) ดึงบิต LSB ที่ฝังจากกลุ่ม E ออกมา

18.) คำนวณ u จาก $u_{i,j} = u'_{i,j} + d_{i,j}$

19.) นำ LSB จาก 6 ฝังลงใน 51 ตำแหน่งแรก

4. ผลการทดลองและการอภิปราย

การทดสอบความผิดเพี้ยนของภาพต้นหลังการฝังลายน้ำลงไปแล้วไม่สามารถกระทำได้โดยใช้สายตาแต่เพียงลำพังเท่านั้น เพราะจะได้ภาพที่มองไม่เห็นลายน้ำและไม่สามารถแยกแยะความแตกต่าง การวัดคุณภาพของภาพนั้นทำการวัดแบบการประเมินผลจากการคำนวณ ซึ่งการวัดจะทำการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยที่ได้อ้างอิงถึงในการทำงานวิจัยนี้

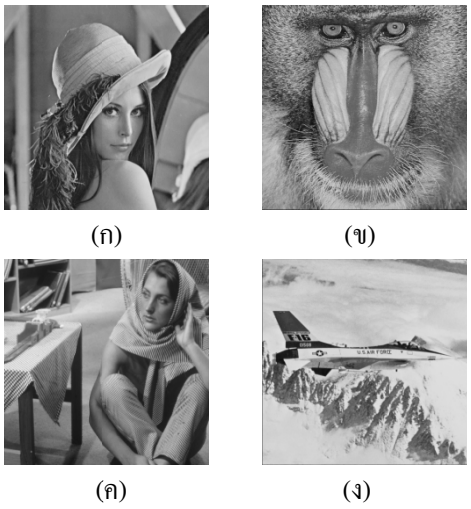
4.1 การประเมินผลจากการคำนวณ

การวัดค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลสามารถกระทำโดยการหาอัตราส่วนของสัญญาณสูงสุดต่อสัญญาณรบกวน (Peak Signal to Noise Ratio : PSNR) ซึ่งกำหนดโดย

$$\text{PSNR} = 10\log_{10}\left(\frac{255^2}{MSE}\right) \qquad (23)$$

4.2 ผลการทดลอง

แสดงถึงค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการฝังลายน้ำดิจิทัลของแต่ละกระบวนการกับภาพต้นฉบับ ระหว่างงานวิจัยในอดีตและงานวิจัยที่นำเสนอ ซึ่งแต่ละการทดลองใช้ภาพตัวอย่างมีลักษณะของภาพที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ภาพที่มีความแปรปรวนของค่าพิกเซลสูงและภาพที่มีความแปรปรวนของพิกเซลต่ำโดยภาพที่ใช้เป็นรูปภาพมาตรฐานระดับเทา 512×512 พิกเซล ดัง ภาพที่ 2

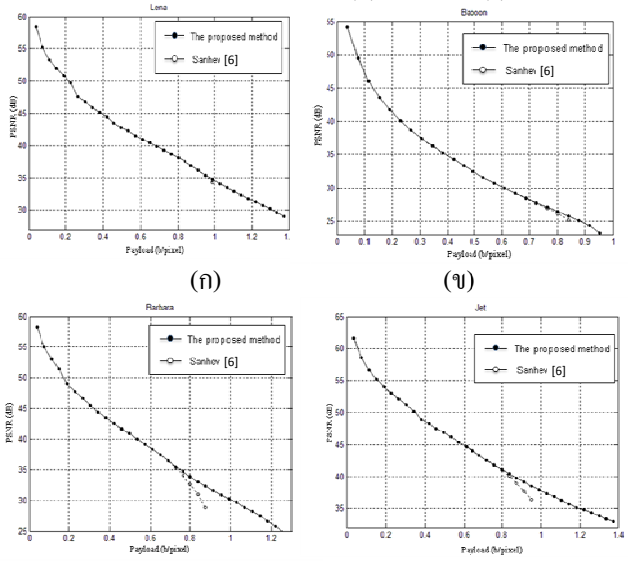


(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพ ที่ 2 ภาพต้นฉบับ ระดับ สีทา ขนาด 512 × 512 พิกเซล

(ก) Lena (ข) Barboon (ค) Barbara (ง) Jet



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพ ที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพกับภาพ

(ก) Lena (ข) Barboon (ค) Barbara (ง) Jet

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่า PSNR(db)ของวิธีที่นำมาพัฒนากับวิธีการที่นำเสนอ

Payload	Lena(db)		Payload	Barbara(db)	
(bpp)	Alg 6	Alg P	(bpp)	Alg 6	Alg P
0.96	35.30	35.41	0.72	35.33	35.50
0.99	34.24	34.73	0.87	28.85	32.38
Payload	**Barboon(db)**		**Payload**	**Jet(db)**	
(bpp)	**Alg 6**	**Alg P**	**(bpp)**	**Alg 6**	**Alg P**
0.76	26.90	27.02	0.83	40.07	40.20
0.83	25.18	25.67	0.95	36.41	37.59

จากกราฟที่แสดงในรูปที่ 3 พบว่าวิธีการฝังสัญญาณลายน้ำที่นำเสนอให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีของ Sachnev[6] สรุปจากค่า PSNR ที่สูงกว่า โดยวิธีการ Sachnev[6] รูปภาพ Jet ที่ ขนาดข้อมูล 0.83 bpp มีค่า PSNR เป็น 40.07 db แต่วิธีที่นำเสนอมีค่าเป็น 40.20 db แล้ววิธีการ Sachnev[6] สามารถใส่ข้อมูลสูงสุดได้ที่ 0.95 bppโดยค่า PSNR เป็น 36.41 db แต่วิธีการที่นำเสนอให้ค่า 37.59 db และสามารถฝังข้อมูลสูงสุดได้ที่ 1.38 bpp ที่ค่า PSNR 32.73 db ดังตารางที่ 1

5. สรุปผล

ในบทความนี้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการฝังลายน้ำดิจิทัลที่สามารถกู้ภาพคืนกลับได้ ด้วยเหตุนี้หากต้องการให้ภาพมีความผิดเพี้ยนน้อยลงหรือเท่าเดิม แต่ยังคงสามารถซ่อนข้อมูลได้มากขึ้น จึงมีแนวความคิดว่า ค่าผิดพลาดจากการทำนายที่ถูกขยาย จะมีค่าความผิดเพี้ยนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าผิดพลาดจากการทำนายในกระบวนการของ Sachnev [6] ดังนั้นการเปิดโอกาสให้กระบวนการได้มีโอกาสเลือกจุดที่เคยฝังไปแล้วนำมาฝังบิตที่สอง หากจุดนั้นยังมีค่าต่ำกว่าค่าผิดพลาดพลาดของการทำนายที่เหลืออยู่ จะช่วยให้ การสึกกร่อนของภาพลดลงไปได้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระบวนการที่นำเสนอ สามารถฝังลายน้ำได้มากกว่าเดิมโดยที่ค่า PSNR ของรูปภาพไม่น้อยกว่าเดิม เมื่อเทียบกับกระบวนการฝังลายน้ำแบบกู้คืนได้ที่ใช้ในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

[1] C.W.Honsinger, P. Jones, M. Rabbani, and J. C. Stoffel, "Lossless recovery of an original image containing embedded data," *U.S.Patent 6.*,e pp.278-791,2001.

[2] J. Fridrich, M.Goljan, and R. Du, "Lossless data embedding-New paradign in digital watermarking," EURASIP Hournal App.Signal Process.,vol.2, pp.185-196, 2003.

[3] G.Xuan, J. Zhu,J.Chen, Y. Q.Shi,Z. Ni and W. Su, "Distortionless data hiding based on integer wavelet transform,"*IEE Electron.Lett.*, vol.38, no.25, pp.1646-1648, Dec.2002.

[4] D.M.Thodi and J.J. Rodriquez, "Prediction-error based Reversible watermarking," in *Proc. IEEE Conf. Image Process*ing, vol.16, no.3, pp.721-730, Mar.2004.

[5] D.M.Thodi and J.J.Rodriquez, "Expansion embedding Techniques for reversible watermarking," *IEEE Trans. On Image Process.*,Vol.16, no.3, pp.721-730, Mar.2007.

[6] V.Sachnev, H. J. Kim, J.Nam, S.Suresh and Y.Q.Shi, "Reversible watermarking alogorithm using sorting and prediction," *IEEE Transactions.*, vol.19, no.7, pp.989-999, July 2009.

[7] Xiaolong Li , Bin Yang, and Tieyong Zeng, "Efficient Reversible Watermarking Based on Adaptive Prediction-Error Expansion and Pixel Selection," *IEEE Transactions on Image Processing.*, vol.20, no.12, December 2011.

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ GUI-SCILAB ในการศึกษาการประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Development of Computer Program based on Graphical User Interface (GUI) of SCILAB in Digital Image Processing for Under Graduate Student

กิตติ เสือแพร (Kitti Surpare)[1] และ มีชัย โลหะการ (Meechai Lohakan)[2]
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]kittisurpare@yahoo.com, [2]lohakanm@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ SCILAB เข้ามาประยุกต์ร่วมกับกระบวนการเรียนการสอนในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล จุดเด่นของงานวิจัยนี้อยู่ที่การใช้โปรแกรมโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ซึ่งเป็นโปรแกรม ถูกกฎหมาย และไม่มีค่าใช้จ่ายเพื่อทำการเรียนการสอน การวิจัยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการประเมินคุณภาพ ผลของการพัฒนาได้โปรแกรมที่ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนรู้ในวิชาประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ แบบจำลองทางเรขาคณิตสำหรับภาพ 2 มิติแบบจำลองทางเรขาคณิตสำหรับภาพ 3 มิติ การฉายภาพ และ การหาขอบภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพดิจิตอล

Abstract

This research paper presents the development of computer software using SCILAB, an open source programming language, for Digital Image Processing subject. The main objective of the research is to strengthen a teaching program that not violates the company copyright. The research process consists of four phases, analysis, design, development and evaluation. As a result, the computer software for teaching the students in undergraduate level is legally developed. The teaching contents are 2D Transform, 3D Transform, Histogram Projection and Edge Detection. Finally, the constructed program can be applied for teaching students efficiently.

Keyword: SCILAB, Digital Image Processing

1. บทนำ

การประมวลผลภาพได้มีการคิดค้นขึ้นในปี พ.ศ.2507 ที่ห้องทดลองของ Jet Propulsion โดยงานชิ้นแรกคือ การพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ หลังจากนั้นก็เกิดการจัดตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์ ชื่อว่า การประมวลผลภาพ ทำให้เกิดการสนใจในงานด้านการประมวลผลภาพเป็นอย่างมาก และใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานในหลาย ๆ ด้าน เช่น การสื่อสารทางโทรทัศน์ ทางด้านการพิมพ์ ทางด้านกราฟฟิก ทางการแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์สำหรับในทางวิศวกรรมนั้นในปัจจุบันจะนิยมพัฒนาและทำวิจัยกันโดยใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่า MATLAB®

เยาวเรศ ศิริสถิตกุล [1] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพกับภาพจากกล้องจุลทรรศน์เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะส่วนประกอบโครงสร้าง และพื้นผิวภาพจุลทรรศน์ เทคนิคที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์วัตถุในภาพคือ การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) ซึ่งสามารถดำเนินการโดยใช้การกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold Level) และการค้นหาขอบของวัตถุ (Edge Detection) ความก้าวหน้าในการวิจัยประมวลผลภาพจากกล้องจุลทรรศประเภทต่าง ๆ บ่งชี้ว่า การวิเคราะห์คุณลักษณะโครงสร้างสัณฐาน หรือพื้นผิวสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กฤษฎา กัลยาสิริวัฒน์และ ฐิติ กันตถาวร [2] ได้พัฒนาโปรแกรมอ่านป้ายทะเบียนรถซึ่งเป็นเทคโนโลยีการประมวลผลภาพซึ่งใช้ในการระบุยานพาหนะโดยระบุที่ป้ายทะเบียนซึ่งพัฒนาโดยใช้ภาษาซี และ MATLAB® โดยโปรแกรมสามารถระบุหมายเลขทะเบียนรถได้ โดยมีค่าถูกต้องมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

แม้ว่าโปรแกรม MATLAB® จะมีฟังก์ชันในการใช้งานสำหรับงานวิศวกรรมที่เหมาะสม แต่โปรแกรม MATLAB® ยังคงต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ในการใช้งาน ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงสำหรับผู้ที่สนใจ ไม่ว่าจะเป็น นักเรียน นักศึกษา หรือนักวิจัย

ดังนั้นในปัจจุบันจึงเริ่มมีการพัฒนางานทางวิศวกรรมขึ้นมาโดยใช้โปรแกรมที่มีความสามารถใกล้เคียงกับโปรแกรม MATLAB® แต่เป็นโปรแกรมฟรี ในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการใช้งานซึ่งโปรแกรมนั้นคือ SCILAB นอกจากนี้ยังมีจุดเด่นด้านในอื่น ๆ อีกได้แก่

- ง่ายต่อการเรียนรู้และเข้าใจ
- ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก
- สามารถประมวลผลข้อมูลที่อยู่ในรูปเชิงสัญลักษณ์และข้อมูลที่อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
- มีฟังก์ชั่นสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์จำนวนมากพร้อมใช้งาน
- มีกล่องเครื่องมือจำนวนมากที่ประกอบด้วยฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ หรืออื่น ๆ
- สามารถพัฒนาฟังก์ชั่นใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานร่วมกับโปรแกรม SCILAB ได้
- สามารถใช้งานร่วมกับภาษาฟอร์แทรน ภาษาซี หรือ MATLAB® ได้เป็นอย่างดี
- สามารถสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปทำการจำลองได้
- สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ เนื่องจากมีตัวอย่างโปรแกรมและคู่มือการใช้งาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ฟรี

ในการเรียนการสอนวิชาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าในเวลานี้นั้นได้มีการพยายามพัฒนาสื่อต่าง ๆ ออกมามากมาย ทั้งอยู่ในรูปของสิ่งประดิษฐ์ หรือสื่อที่ถูกพัฒนาสร้างขึ้นมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ

การเรียนการสอนด้านการประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต [3] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหารายวิชานี้นั้นสรุปได้ว่า ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเขียนโปรแกรมในการจัดการเกี่ยวกับภาพ ซึ่งที่ผ่านมาปรากฏว่าแม้ว่าผู้สอนจะตั้งใจสอนได้ดีก็ตาม แต่ผลการเรียนของผู้เรียนยังมีความแตกต่างกันอยู่มากในทุก ๆ การเรียนการสอนยังคงมีผู้เรียนที่สอบตกอยู่เสมอ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าการเรียนการสอนผู้สอนจะตั้งใจเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะคอยตรวจปรับผู้เรียนได้ทั้งชั้นตลอดทั้งเนื้อหา เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณเนื้อหา และเวลาในแต่ละคาบ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนควรจะมีเครื่องมือที่จะใช้ช่วยในการเรียนรู้ เพื่อใช้เครื่องมือเหล่านี้เป็นตัวจัดกิจกรรมเพื่อตรวจปรับผู้เรียน ในเนื้อหาที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประกอบการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม SCILAB มีจุดเด่นที่เป็นโปรแกรมทางวิศวกรรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ทั้งยังมีศักยภาพในการทำงานทางวิศวกรรมได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับโปรแกรมอื่น ๆ จึงเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาประกอบการเรียนการสอนการคำนวณ และการเขียนโปรแกรมจัดการทางด้านภาพสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้เป็นอย่างดี

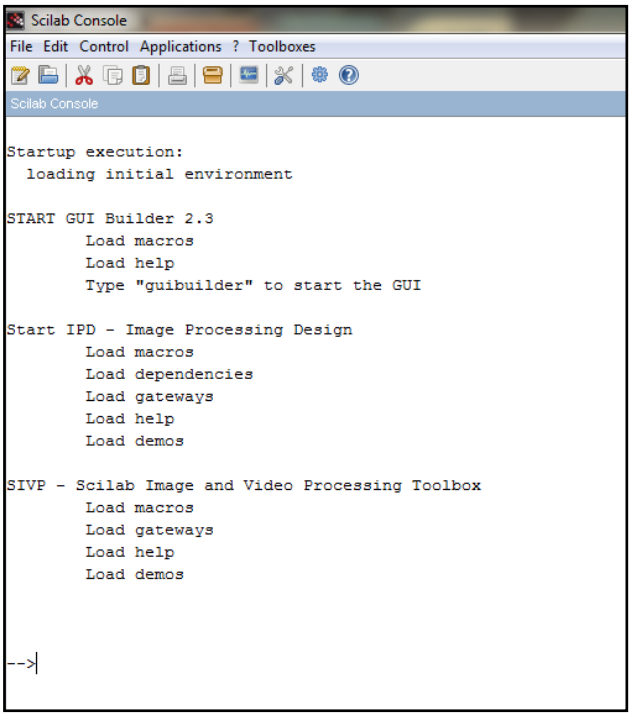
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 โปรแกรม SCILAB

โปรแกรมภาษา SCILAB เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยกลุ่มของนักวิจัยจาก INRIA และ ENPC ในประเทศฝรั่งเศสมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลข ใช้ในการแสดงผลภาพกราฟิกที่ซับซ้อน เช่นเดียวกับโปรแกรมอื่น แต่โปรแกรม

SCILAB เป็นโปรแกรมที่ใช้ฟรี และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับโปรแกรมอื่น เช่นโปรแกรม MATLAB® ดังนั้นในปัจจุบันนี้หลาย ๆ หน่วยงานทั้งภาคอุตสาหกรรม และภาคการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้เริ่มนำโปรแกรม SCILAB เข้ามาช่วยในการทำงานและช่วยในการเรียนการสอนทั้งนี้อันเนื่องมาจากว่าเป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์หน้าต่างหลักของโปรแกรม SCILAB สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โปรแกรม SCILAB

2.2 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก (GUI)

ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) เป็นการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านทางสัญลักษณ์หรือภาพ นอกเหนือจากทางตัวอักษร มีส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น ไอคอน หน้าต่างการใช้งาน เมนู ปุ่มเลือก และการใช้เมาส์หรือ แม้แต่ในระบบสัมผัส

ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยที่สถาบันวิจัยสแตนฟอร์ดนำโดย ดัก เอนเกลบาร์ต ซึ่งใช้งานร่วมกับไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink) และเมาส์ (Mouse) ต่อมาภายหลังได้นำมาวิจัยต่อที่ศูนย์วิจัย Xerox PARC ให้สามารถใช้งานระบบกราฟิกแทนที่ระบบตัวอักษรได้โดยบางคนจะเรียกระบบนี้ว่า “PARC User Interface” หรือ PUI ปลาย พ.ศ.2513 แอปเปิลได้นำมาใช้ครั้งกับเครื่องแมคอินทอช (Mactintsoh) และไมโครซอฟท์ได้เลียนแบบโดยนำมาใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows Operating System) ดังแสดงในภาพที่ 2 เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้าง GUI ของโปรแกรม SCILAB

ภาพที่ 2 เครื่องมือที่ใช้สร้าง GUI ของ SCILAB

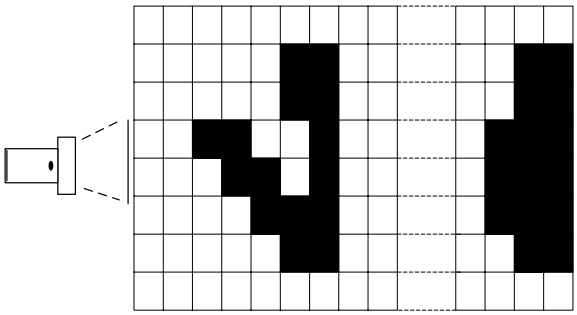
2.3 การแปลงทางเรขาคณิตของภาพ

การแปลงทางเรขาคณิตของภาพคือ เป็นเทคนิคสำหรับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ลักษณะ รูปร่าง หรือขนาดของภาพใด ๆ ในขอบเขตที่กำหนด ซึ่งเป็นเทคนิคเบื้องต้น และมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการประมวลผลภาพดิจิตอลที่ใช้ทำการแปลงวัตถุจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่งเนื่องจากเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ภาพ ซึ่งรูปแบบต่างๆในการแปลงภาพนั้นมีด้วยกันหลายรูปแบบ ดังหัวข้อต่อไปนี้

- การย่อภาพหรือขยายภาพ (Scaling)
- การสะท้อนของภาพ (Reflection)
- การหมุนภาพ (Rotation)
- การเฉือนภาพ (Shearing)

2.4 การฉายภาพ

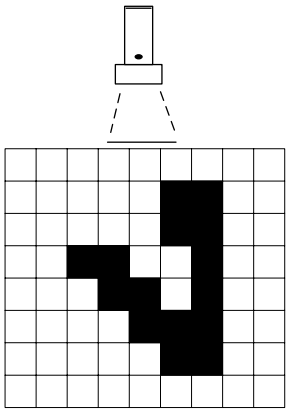
เป็นวิธีการเสมือนใช้ไฟฉายส่องไปที่วัตถุต้องการแล้วดูส่วนที่เป็นเงาตกกระทบ หรือใช้ในการเปลี่ยนรูป 3 มิติ ให้อยู่ในรูปของ 2 มิติได้ เช่น มีทรงกระบอกทำการฉายเงาให้เกิดเงาตกกระทบ เงาที่ได้จะเกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการประมวลผลภาพได้ โดยการฉายเงาของภาพที่ต้องการแล้วอาศัยการพิจารณาจากเงาที่ตกกระทบ ดังแสดงในภาพที่ 3 เป็นการฉายแสงแนวนอนไปยังตัวอักษร ง จะเห็นว่าจะมองเห็นภาพฉายตามแนวนอนดังแสดงในภาพที่ 3 ข



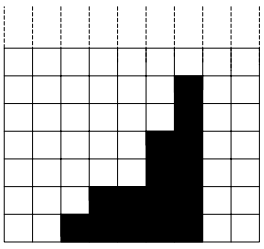
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพฉาย

ภาพที่ 3 การฉายภาพแบบแนวนอน

เมื่อทำการฉายแสงแนวตั้งไปยังตัวอักษร ง จะเห็นว่าจะมองเห็นภาพฉายตามแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4 ข



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) ภาพที่เกิดจากการฉายภาพ

ภาพที่ 4 การฉายภาพแบบแนวตั้ง

2.5 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพคือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใดโดยวัดการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ หรือรู้จำ ชนิดของวัตถุนั้นได้อย่างไรก็ตามการหาขอบภาพที่ถูกต้องไม่ใช่เป็นเรื่องง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ และมีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้าหากความต่างนี้มีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน การหาขอบของภาพเป็นโอเปอเรชั่น (Operation) ที่มีความสำคัญมากในการประมวลผลภาพที่มีขนาดใหญ่ เช่น การทำเซกเมนเตชั่น (Segmentation) กับภาพ การจดจำตัวอักษร และการวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหว การค้นหาขอบภาพเป็นการดึงส่วนประกอบของภาพที่มีจุดเด่น ออกจากพื้นหลัง มีวิธีการแยกได้เป็นสองลักษณะคือการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method) และการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

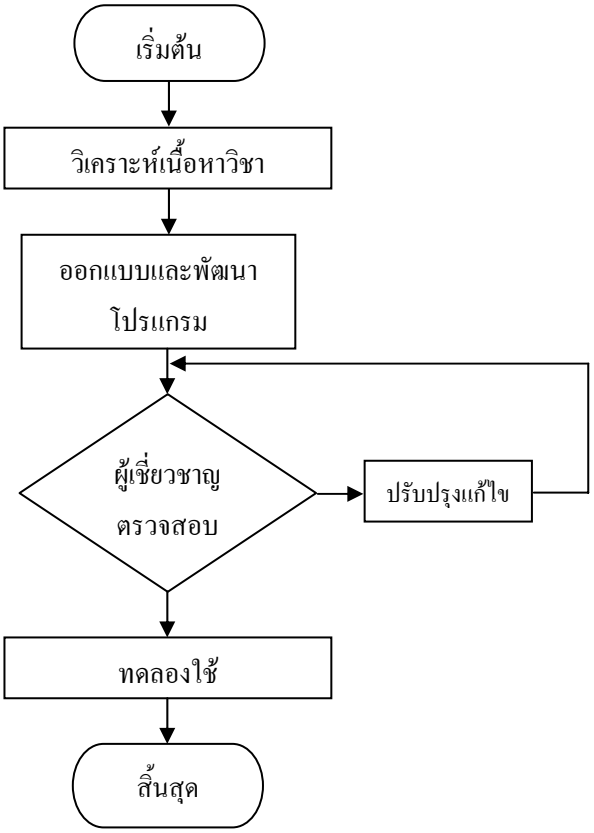
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวัตร หาญมุ่งธรรม ได้ทำการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของโปรแกรม MATLAB® สำหรับด้านวิศวกรรมไฟฟ้าซึ่งเป็นงานเกี่ยวกับระบบควบคุมเชิงเส้น อันเนื่องจากการทางด้านการวิเคราะห์ทางระบบควบคุมเชิงเส้นมีความยุ่งยาก จึงเลือกใช้ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของโปรแกรม MATLAB® ในการช่วยวิเคราะห์ โดยครอบคลุมเนื้อหา 5 เรื่อง คือ การวิเคราะห์ผลตอบสนองเชิงเวลา การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลตอบสนอง การวิเคราะห์ในเรื่องทางเดินราก การวิเคราะห์ผลตอบสนองเชิงความถี่ โดยโปรแกรมจะเริ่มทำการวิเคราะห์ เมื่อผู้ใช้โปรแกรมกรอกข้อมูลที่สาคัญของผลตอบสนอง เช่นฟังก์ชันถ่ายโอน หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ และแสดงผลออกมาในหน้าต่าง

ของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการอ่านค่า และการนำไปใช้งาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีวิธีดำเนินงานตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อกำหนดหัวข้อในการพัฒนาโปรแกรมประกอบไปด้วย เนื้อหา 4 ส่วนดังต่อไปนี้

- แบบจำลองทางเรขาคณิตสำหรับภาพ 2 มิติ
- แบบจำลองทางเรขาคณิตสำหรับภาพ 3 มิติ
- การฉายภาพ
- การหาขอบภาพ

3.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมส่วนของการรับค่าข้อมูลอินพุต และเอาท์พุต โดยใช้ SCILAB และในส่วนการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึ่มโดยใช้โปรแกรม SCILAB เช่นเดียวกัน

3.3 การประเมินคุณภาพของโปรแกรม

นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนสามท่าน ประเมินด้านเนื้อหา และการออกแบบสื่อแล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อไว้สำหรับการนำไปใช้ประกอบการสอน

3.4 ทดลองใช้

ดำเนินการทดลองใช้โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และทำการทดลองกับกลุ่มเล็กกับนักศึกษาจำนวน 3 คน ใช้วิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์เพื่อที่จะนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อที่จะเตรียมไว้สำหรับใช้งานจริงต่อไป

4. ผลของการวิจัย

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญนั้นปรากฏว่าด้านของการออกแบบสื่อ มีการใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีการจัดวางองค์ประกอบของวัตถุเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย=4) ด้านเนื้อหา สื่อที่ออกแบบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคลอบ คลุมเนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย = 4.33)

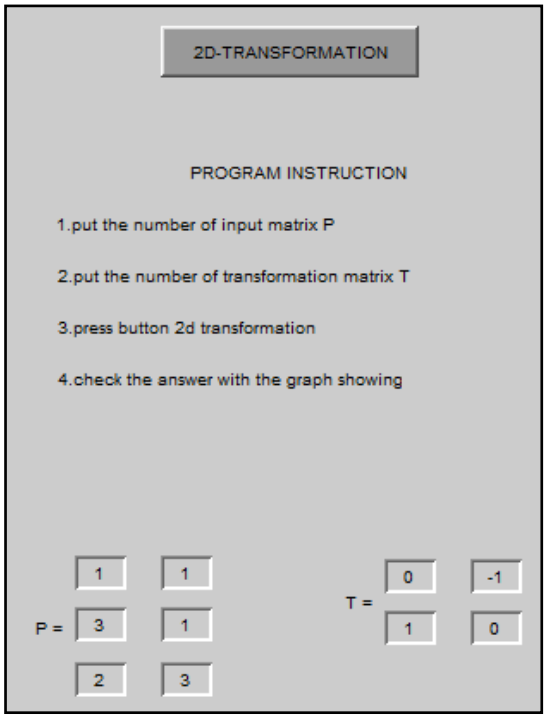
จากการดำเนินงานวิจัยได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ประกอบการสอนรายวิชาประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ดังแสดงในตัวอย่างดังภาพที่ 6, 7, 8

ผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมการ เรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการคำนวณเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นี้ ผู้เรียนสามารถตรวจปรับได้ด้วยตนเองทำให้ผู้สอนใช้เวลาในการตรวจปรับผู้เรียนน้อยลง อีกทั้งตัวของโปรแกรมยังมีความยืดหยุ่นสูงที่จะให้ผู้เรียนสามารถเลือกกำหนดเมตริกซ์ของรูปที่ต้องการ และมีรูปแบบการจัดการกับภาพได้ทั้ง การปรับขนาดภาพ การสะท้อนภาพ และการเฉือนภาพ และการหมุนภาพดังภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างการคำนวณการหมุนภาพสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (1,1) (3,1) และ (2,3)

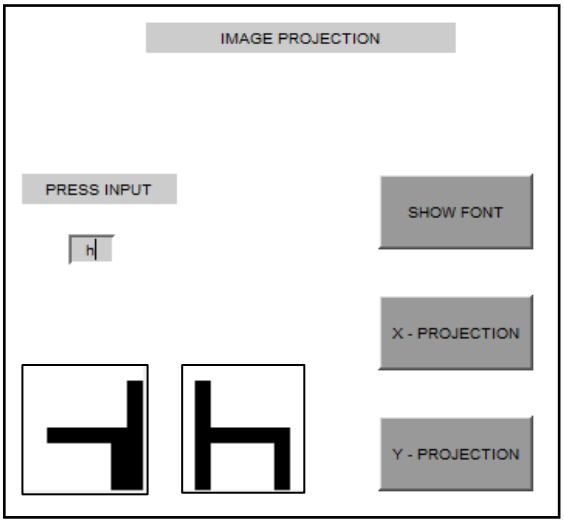
หมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม 90 องศา โดยใช้เมตริกซ์โยกย้าย (transformation matrix) T = [0 -1; 1 0]

ดังภาพที่ 7 เป็นตัวอย่างการฉายภาพ ซึ่งผู้เรียนเองสามารถกำหนดตัวอักษรตามที่ต้องการ เพื่อประกอบการหาภาพฉายได้ทั้ง ภาพฉายตามแกน X และภาพฉายตามแกน Y เพื่อตรวจปรับและประกอบการสอนเป็นกิจกรรมหรือการบ้านที่ใช้ตรวจปรับความเข้าใจในเนื้อหาส่วนนี้ของตัวผู้เรียนเอง

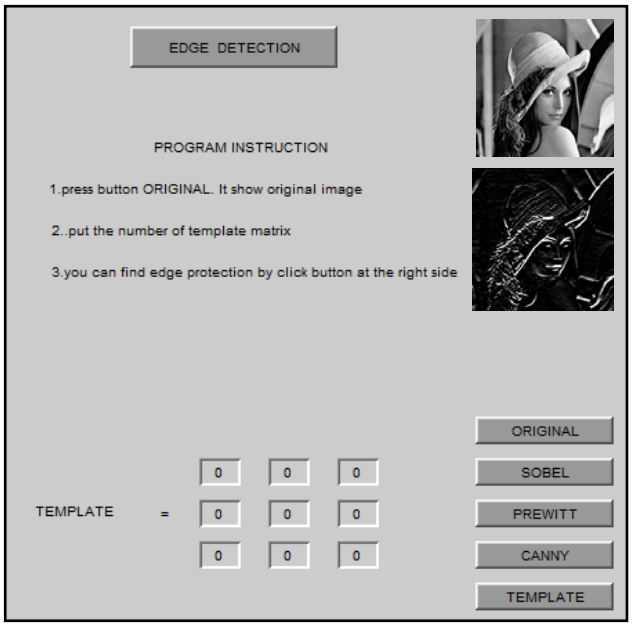
ดังภาพที่ 8 เป็นตัวอย่างการหาขอบภาพที่ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกกำหนด Template ซึ่งสร้างขึ้นมาจากกล่องรับค่า เพื่อรับค่ามาทำการคำนวณและทดลองหาขอบภาพตามต้องการ หรืออาจหาจากทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วก็ได้



ภาพที่ 6 แบบจำลองทางเรขาคณิตสำหรับภาพ 2 มิติ



ภาพที่ 7 การฉายภาพ



ภาพที่ 8 การหาขอบภาพ

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลของนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อใช้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอน เพื่อตรวจปรับความเข้าใจให้แก่นักศึกษาในการเสริมสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นอย่างทั่วถึง โดยมีจุดมุ่งหมาย และคาดหวังไว้ว่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลนี้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงเป็นสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดไปสู่การสร้าง GUI ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการประมวลผลภาพชั้นสูง ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งวงการศึกษาวงการแพทย์ และงานอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคตอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] เยาวเรศ ศิริสถิตกุล “การประยุกต์ ใช้การประมวลผลภาพกับภาพจากกล้องจุลทรรศ” *KKU Science Journal.* Volume 40

[2] กฤษฎา กัลยาสิริวัฒน์ และ ฐิติ กันตถาวร “โครงการระบบรู้จำป้ายทะเบียนรถ” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

[3] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, “หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง 2550) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพ

การตัดตัวอักษรลายมือเขียนจากเอกสารภาพของท่านพุทธทาส อินทปัญโญ
Handwritten Character Segmentation on Buddhadasa Indapanno Documents

วันวิสาข์ ชีวกุลมงคล (Wanwisa Chiwakulmongkhon)[1] และธนัสนี เพียรตระกูล(Tanasanee Phientrakul)[2]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[1]tism.wanwisa@gmail.com, [2]tanasanee.phi@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

*กระบวนการตัดตัวอักษร เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการเพิ่มความถูกต้องให้กับระบบรู้จำตัวอักษร งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตัดตัวอักษรลายมือของท่านพุทธทาอินทปัญโญ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อขององค์ประกอบ (Connected Component Labeling) และ วิธีการโปรเจคชั่น(Projection Profile) โดยผลลัพธ์จากการตัดตัวอักษรด้วยเทคนิคที่นำเสนอนี้มีความถูกต้องเฉลี่ย*89.16%*และเทคนิคที่นำเสนอนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับภาพตัวอักษรลายมืออื่นๆต่อไปได้*

คำสำคัญ: การกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อองค์ประกอบ การโปรเจคชั่น การตัดตัวอักษรลายมือ

Abstract

The character segmentation processes is a most necessary and important step for character recognition process. The correctness of character segmentation is affected to the accuracy of recognition. This paper proposes an algorithm for Buddhadasa Indapanno's handwritten character segmentation. This algorithm is based on the connected component labeling and projection profile. The correctness of this algorithm is 89.16%. Moreover, this algorithm may be applied to other character images

Keyword: Connected Component Labeling, Projection Profile, Handwritten Character Segmentation

1. บทนำ

กระบวนการตัดตัวอักษรเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญและมีผลต่อความถูกต้องในกระบวนการรู้จำตัวอักษร ซึ่งในปัจจุบันงานวิจัยจำนวนมาก ได้นำเสนอเทคนิคการตัดตัวอักษร เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวอักษรลายมือ อาทิ เช่น การติดกันของตัวอักษรในแนวนอน แนวตั้ง หรือการติดติดกันของตัวอักษร ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง และ รวมถึงการลาดอียงของบรรทัดข้อความ ซึ่งเทคนิคการตัดตัวอักษรต่างๆที่จะถูกเลือกนำมาใช้ให้เหมาะสมกับเอกสารลายมือนั้น ก็ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเขียนของผู้เขียนแต่ละคน

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอกสารภาพลายมือของท่านพุทธทาส อินทปัญโญ มาใช้ในการศึกษาเทคนิคการตัดแยกตัวอักษรลายมือแบบออฟไลน์ โดยการประยุกต์ใช้วิธี การกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อขององค์ประกอบ (Connected component labeling) และ วิธีการโปรเจคชั่น (projection profile) เนื่องจาก หลักธรรม คำสอนของท่านพุทธทาส ล้วนแต่เป็นผลงานที่ทรงคุณค่า สามารถนำมาปรับ และประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับคนทุกยุค ทุกสมัย และทุกเหตุการณ์ อีกทั้งยังได้รับการยกย่องจาก องค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ UNESCO ให้เป็นบุคคลสำคัญของโลก ในด้านส่งเสริมขันติธรรม สันติธรรม วัฒนธรรม ความสัมพันธ์ของโลก และความเข้าใจอันดีของมวลมนุษย์ โดยเอกสารภาพลายมือ ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลมาจาก หอจดหมายเหตุพุทธทาส อินทปัญโญ ซึ่งในเบื้องต้นได้เลือกภาพลายมือ ที่อยู่ในหมวด "*จตุกฺกนิปาต องฺคุตฺตรนิกาย*" ในการเริ่มต้นศึกษา

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปการตัดแยกตัวอักษรจะประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้น และ กระบวนการตัดแยกตัวอักษร ซึ่งกระบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้นนั้นมีมามายหลายวิธี อาทิเช่น การปรับปรุงคอนทราส (Enhance contrast) การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) และ การแปลงงภาพให้เป็นภาพไบนารี่ (Binarization) เป็นต้น ซึ่งวิธีการปรับปรุงภาพที่ถูกเลือกใช้ในแต่ละงานวิจัยนั้นโดยส่วนมากจะถูกเลือกใช้เพื่อให้เหมาะสมกับภาพแต่ละประเภท ส่วนกระบวนการตัดแยกตัวอักษร โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ การตัดแยกภาพออกเป็นบรรทัดข้อความ (Line Segmentation) และ การตัดแยกตัวอักษรออกเป็นตัวอักษรเดี่ยว(Character Segmentation) [1], [2] และ [3]

Surinta และ Chamchong [1] ได้นำเสนอการตัดตัวอักษรลายมือจากเอกสารใบลาน โดยการใช้ เทคนิคตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filter) ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นกับภาพหลังจากแปลงภาพสีไปเป็นภาพระดับเทา และ ใช้วิธี Otsu's algorithm ในการหาค่า เธรดโชลด์ (Threshold) ที่เหมาะสม เพื่อแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี่ โดยการแยกพื้นหลังออกจากตัวอักษร (background) และใช้วิธีโปรเจคชั่น (projection profile) ในการตัดแยกภาพออกเป็นบรรทัดข้อความ ก่อนตัดแยกบรรทัดข้อความอกเป็นตัวอักษรด้วยวิธีการทำ โปรเจคชั่น

Ntogas Nikolaos และ Ventzas Dimitrios [4] ได้นำเสนอ วิธีการแปลงภาพให้เป็นภาพไบนารี่ (binarization algorithm) สำหรับเอกสารลายมือทางประวัติศาสตร์ ด้วยการแยกข้อความออกจากพื้นหลัง โดยใช้พื้นฐานของ การทำเธรสโชลด์ และ ตัวกรอง (Filtering) ในการประมวลผลภาพ ซึ่งวิธีการทำเธรสโชลด์ ด้วยวิธี Otsu's นั้น ให้ผลลัพธ์ของภาพไบนารี่ ดีที่สุดกับภาพในกลุ่มที่มีลักษณะของเส้นตัวอักษรที่บาง (thin strokes) ซึ่งจากงานวิจัยที่ [1] และ [4] แล้ว ยังมี งานวิจัยที่ [5] นำเสนอโดย J. Pradeep E. Srinivasan และ S.Himavathi ได้ใช้วิธีการแยกตัวอักษรออกจากพื้นหลังโดยใช้วิธีการทำเธรสโชลด์ ด้วยวิธี Otsu's เช่นกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าวิธีแยกตัวอักษรออกจากพื้นหลัง โดยการทำเธรสโชลด์ ด้วยวิธี Otsu's เป็นวิธีที่ได้รับความนิยม ส่วนในการตัดแยกตัวอักษรด้วยวิธีโปรเจคชั่นนั้นพบว่ายังมีข้อเสียอยู่บ้างเนื่องจากวิธีการนี้ไม่เหมาะสมกับภาพตัวอักษรลายมือที่ไม่มีช่องว่างระบรรทัด หรือตัวอักษร[6] แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการทำโปรเจคชั่น มาใช้ร่วมกับการทำตัวอักษรให้บาง (thin image) จึงทำให้จุดในการตัดแยกตัวอักษรได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. การตัดแยกตัวอักษรลายมือเขียน

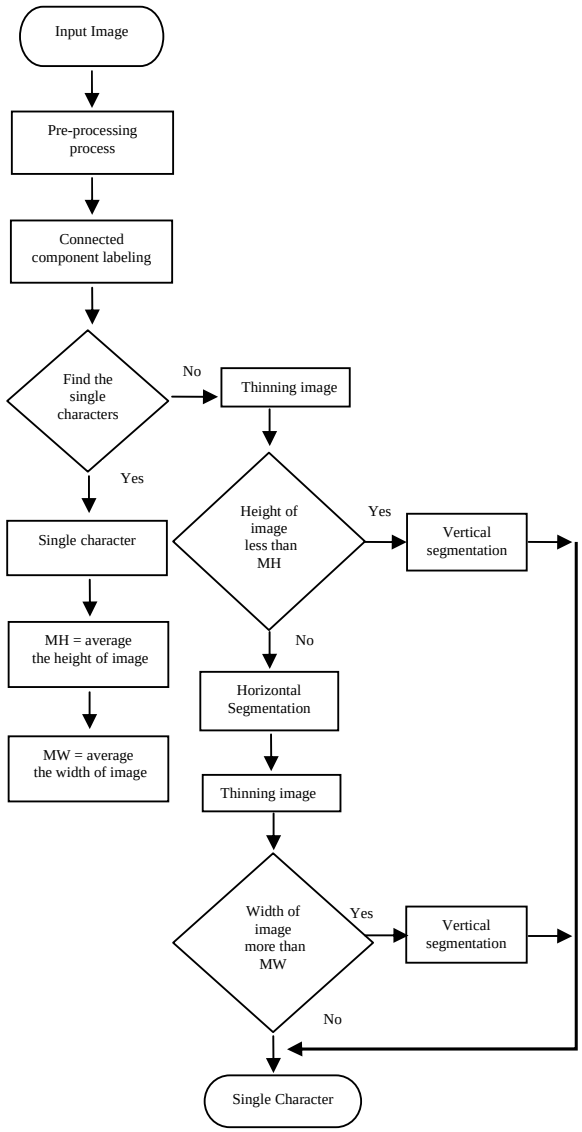
กระบวนการตัดตัวอักษรลายมือออกจากเอกสารภาพลายมือ ของท่านพุทธทาส อินทปัญโญนั้น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ ขั้นตอนการประมวลผลภาพ และกระบวนการตัดแยกตัวอักษร แสดงดังภาพที่ 1

3.1 กระบวนการประมวลผลภาพ (Pre-processing process)

เนื่องจากภาพลายมือที่นำมาใช้ในการทำวิจัยนี้ เป็นภาพสี โดยแต่ละภาพนั้นมีความมืด และความสว่างของภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนปรับปรุงภาพแต่ละภาพให้มีความเหมาะสม และช่วยเพิ่มความถูกต้องให้กับกระบวนการตัดแยกตัวอักษร ซึ่งในขั้นตอนนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1.1 กระบวนการตัดกรอบรูปภาพ (Crop Image)

ภาพลายมือจะถูกตัดขอบภาพให้เหลือเฉพาะบริเวณที่เป็นตัวอักษรเท่านั้น หลังจากนั้นภาพจะถูกนำมาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยของพิกเซล (pixel) ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จะถูกนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการจัดกลุ่มภาพ โดยภาพที่มีลักษณะคล้ายๆกันจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มคือ



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบการตัดตัวอักษรลายมือ ออกจากเอกสารภาพลายมือของท่านพุทธทาสอินทปัญโญ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของภาพที่มีรอยเปื้อนกระจายอยู่ทั่วบริเวณภาพ อีกทั้งยังเป็นภาพที่มีความสว่างของภาพน้อยที่สุด

กลุ่มที่ 2 โดยภาพในกลุ่มนี้จะมีขนาดของตัวอักษรที่เล็กและหนา แต่มีความสว่างของภาพที่สม่ำเสมอ

กลุ่มที่ 3 ตัวอักษรของภาพในกลุ่มนี้ มีลักษณะที่อ่านง่าย เนื่องจากตัวอักษรมีขนาและความหนาที่เหมาะสม

กลุ่มที่ 4 ลักษณะของภาพในกลุ่มนี้เป็นภาพที่ประกอบด้วยตัวอักษรที่มีทั้งตัวหนา และบาง ปะปนกันภายในภาพ

กลุ่มที่ 5 ลักษณะของภาพในกลุ่มนี้เป็นภาพที่ประกอบด้วยตัวอักษรที่มีลายเส้นที่บาง ไม่ชัดเจน

3.1.2 กระบวนการปรับปรุงคอนทราส (Adjustment Contrast)

ภาพหลังจากถูกตัดให้เหลือเฉพาะบริเวณข้อความตัวอักษรแล้ว จะถูกนำมาปรับปรุงคอนทราสของภาพตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้ เนื่องจากภาพในแต่ละกลุ่มมีลักษณะของความมืดและความสว่างของภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้ภาพแต่ละภาพยังคงรายละเอียดของตัวอักษรในภาพให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกทำการปรับปรุงคอนทราสของภาพตามกลุ่มภาพ ก่อนที่จะแปลงภาพให้เป็นภาพในระดับเทา (Grey image) ด้วยวิธีการยืดคอนทราส (Contrast Stretching) [7] โดยการกำหนดค่าให้เหมาะสมกับภาพในต่ละกลุ่ม

3.1.3 กระบวนการแปลงภาพไบนารี่ (Binarization)

ภาพในระดับเทาที่ได้หลังจากกระบวนการปรับปรุงคอนทราส จะถูกแปลงไปเป็นภาพไบนารี่ (Binary Image) ด้วยสมการที่ 1

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 ; f(x,y) \neq 0 \\ 0 ; f(x,y) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

เมื่อ $g(x,y)$ คือ ค่าพิกเซลในแต่ละตำแหน่ง (x,y) ของภาพใหม่ และ $f(x,y)$ คือ ค่าพิกเซลในแต่ละตำแหน่ง (x,y) ของภาพเดิม โดยค่าพิกเซล เท่ากับ 1 แทนพื้นหลัง(สีขาว) และ ค่าพิกเซล เท่ากับ 0 แทน ตัวอักษร (สีดำ)

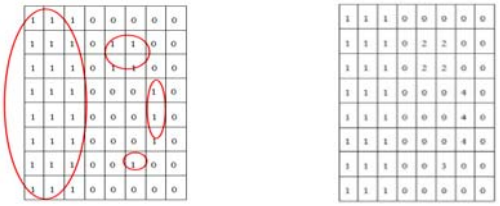
3.1.4 กระบวนการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction)

เมื่อภาพถูกแปลงจากภาพระดับเทาไปเป็นภาพไบนารี่ จะมีสัญญาณรบกวน (Noise) เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นบนภาพไบนารี่ ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ ตัวกรองแบบมัธยฐาน **(**Median Filter**)** โดยใช้หน้าต่างขนาด 3×3

3.2 กระบวนการกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อขององค์ประกอบ (Connected Component Labeling)

วิธีการกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อขององค์ประกอบ เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ให้กับตัวอักษรที่มีองค์ประกอบต่อเนื่องกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดการเชื่อมต่อขององค์ประกอบแบบ 4-connected แสดงดังภาพที่ 2 โดย ภาพที่ 2

(ก) แสดงภาพไบนารี่ที่มีการเชื่อมต่อขององค์ประกอบ แบบ 4 – connected ส่วนภาพที่ 2 (ข) แสดงการกำหนดสัญลักษณ์ ที่สอดคล้องกับภาพ 2 (ก) [7]



(ก) ภาพไบนารี่ ที่มีการเชื่อมต่อขององค์ประกอบแบบ 4 - connected

(ข) การกำหนดสัญลักษณ์แบบ 4 - connected

ภาพที่ 2: แสดงภาพไบนารี่ แบบ 4-components [7]

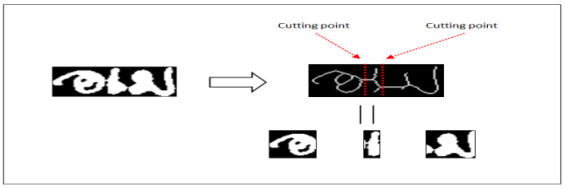
ซึ่งในขั้นตอนนี้ ภาพตัวอักษรลายมือจะถูกตัดแบ่งออกเป็นตัวอักษรเดี่ยว ตัวอักษรที่ติดกัน และชิ้นส่วนที่ไม่ใช่ตัวอักษร (อาทิเช่น เส้นขอบ หรือ สัญญาณรบกวนที่ยังคงเหลืออยู่ในภาพ) ปะปนกันอยู่ โดยในการแยกตัวอักษรเดี่ยว ออกจากตัวอักษรที่ติดกัน และชิ้นส่วนที่ไม่ใช่ตัวอักษรนั้น จะใช้ค่าความสูง และ ความกว้างของภาพตัวอักษร รวมถึง สัดส่วนของพิกเซลสีขาว และพิกเซลสีดำ (proportion of black and white pixel) มาเป็นเงื่อนไขในการแบ่งแยก โดยภาพตัวอักษรเดี่ยวที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปหาค่าเฉลี่ยความสูง และความกว้างของตัวอักษร ตัวอักษรที่ติดกันจะถูกนำไปตัดแยกตัวอักษรเพื่อให้เหลือเฉพาะตัวอักษรเดี่ยวในกระบวนการ โปรเจคชั่น และชิ้นส่วนที่ไม่ใช่ตัวอักษร จะถูกกำจัดทิ้ง

3.2.1 กระบวนการโปรเจคชั่น (Projection profile)

ภาพตัวอักษรที่ติดกันจะถูกตัดแยกให้เป็นตัวอักษรเดี่ยวในขั้นตอนนี้ ซึ่งก่อนที่ภาพตัวอักษรที่ติดกันจะถูกตัดแยกตัวอักษรให้เป็นตัวอักษรเดี่ยวนั้น ภาพตัวอักษรที่ติดกันจะถูกทำให้บาง (Thinning image)ก่อน จากนั้นนำมาหาผลรวมของพิกเซลในแต่ละแถว เพื่อใช้ในการพิจารณาหาจุดตัดที่เหมาะสม

โดยในเบื้อต้น ภาพตัวอักษรที่ติดกันจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ๆ คือ

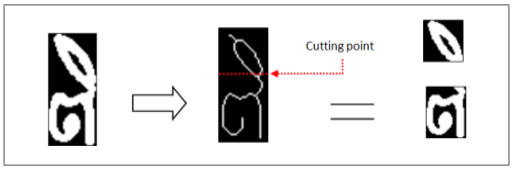
- กลุ่มของภาพที่มีความสูง น้อยกว่าความสูงเฉลี่ยของตัวอักษรเดี่ยว ซึ่งภาพในกลุ่มนี้โดยส่วนใหญ่จะเป็นภาพที่ติดกันในแนวนอน เพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำการตัดแยกตัวอักษรแค่ในทิศทางแนวตั้ง (Vertical Projection) เพียงทิศทางเดียว ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการตัดภาพตัวอักษรที่ติดกันในแนวตั้ง

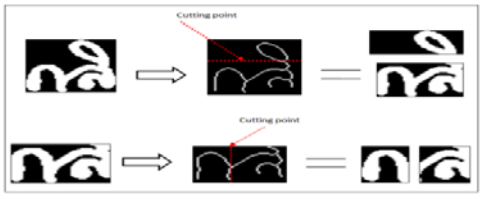
- กลุ่มของภาพที่มีความสูง มากกว่าความสูงเฉลี่ยของตัวอักษรเดี่ยว โดยภาพที่อยู่ในกลุ่มนี้จะมีทั้งตัวอักษรที่ติดกันทั้งในแนวตั้ง เพียงอย่างเดียว หรือ ติดกันทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ซึ่งภาพในกลุ่มนี้จะถูกตัดแยกตัวอักษรในแนวตั้งก่อน (Horizontal Projection) แล้วหลังจากนั้น ภาพที่ถูกตัดแล้วจะถูกนำมาพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างความกว้างของตัวอักษร กับค่าเฉลี่ยความกว้างของตัวอักษรเดี่ยวอีกครั้ง โดย

- ภาพตัวอักษรที่มี ความกว้างของตัวอักษร น้อยกว่าความกว้างเฉลี่ยของตัวอักษรเดี่ยว ซึ่งโดยส่วนมากภาพที่อยู่ในเงื่อนไขนี้ จะเป็นตัวอักษรเดี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ตัวอย่างการตัดภาพตัวอักษรที่ติดกันในแนวนอน

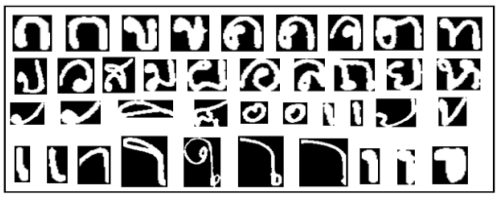
- ภาพตัวอักษรที่มีความกว้างของตัวอักษร มากกว่าความกว้างเฉลี่ยของตัวอักษรเดี่ยว จะถูกนำมาตัดแยกตัวอักษรในแนวตั้งอีกครั้ง (Vertical Projection) ดังภาพที่ 5



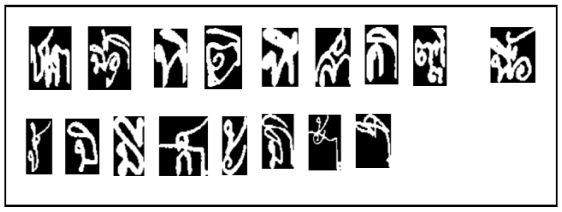
ภาพที่ 5: ตัวอย่างการตัดภาพตัวอักษรที่ติดกัน ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง

4. ผลการทดลอง

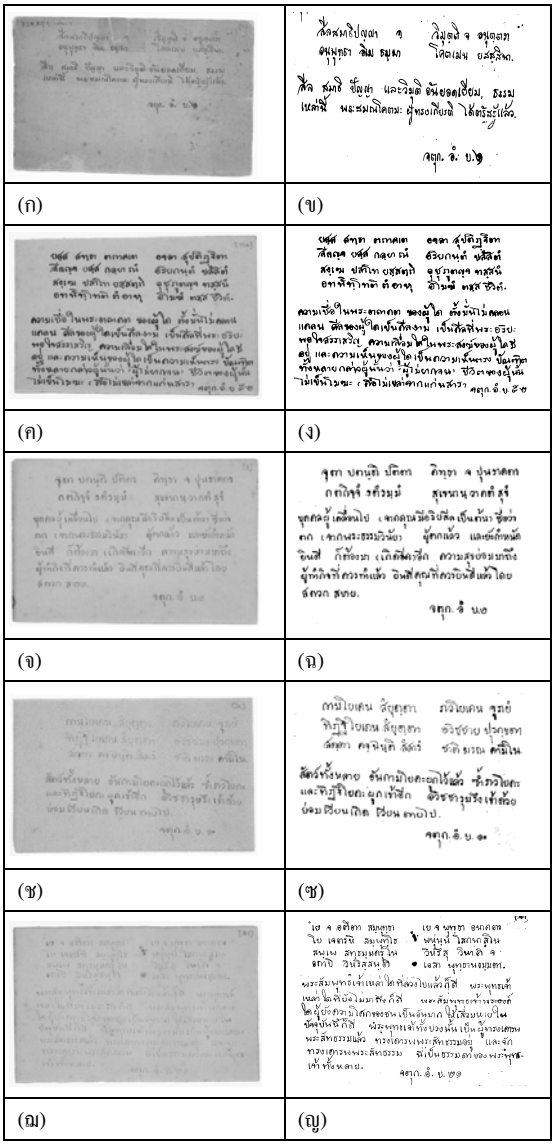
การตัดตัวอักษรลายมือออกจากเอกสารภาพลายมือของท่านพุทธทาส อินทปัญโญ ได้ใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชั่น R2010a ในการดำเนินการ โดยจำนวนภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีทั้งสิ้น 148 ภาพ ซึ่งเป็นภาพสี ที่ถูกสแกนเก็บด้วยความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว และบันทึกเก็บเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .TIFF โดยสามารถตัดแยกเป็นตัวอักษรได้ 34,020 ตัวอักษรโดยมีเปอร์เซนต์ความถูกต้องเฉลี่ย ของการตัดแยกตัวอักษร เท่ากับ 89.16 % โดยตัวอย่างผลลัพธ์ของภาพที่ระบบสามารถตัดได้ถูกต้องแสดงดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7 แสดงภาพตัวอย่างที่ระบบตัดผิดพลาด ส่วน ผลลัพธ์ของภาพไบนารี่ ที่ได้จากกระบวนการประมวลผลภาพ (Pre-processing process) ซึ่งจำแนกตามกลุ่มภาพ ได้แสดงดังภาพที่ 8 โดยภาพที่ 8 (ก), 8 (ค) , 8 (จ), 8 (ช) และ 8 (ฌ) คือ ตัวอย่างภาพต้นฉบับของภาพในกลุ่มที่ 1,2 ,3 ,4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนภาพ ที่ 8 (ข), 8 (ง), 8 (ฉ), 8 (ซ) และ 8 (ญ) คือตัวอย่างของภาพไบนารี่ของภาพต้นฉบับในกลุ่มที่ 1,2 ,3 ,4 และ 5 ตามลำดับตัว



ภาพที่ 6: ตัวอย่างภาพตัวอักษรที่สามารถตัดได้ถูกต้อง



ภาพที่ 7: ตัวอย่างภาพตัวอักษรที่ระบบไม่สามารถตัดได้



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ) (ช) (ซ) (ฌ) (ญ)

ภาพที่ 8: แสดงผลลัพธ์ของภาพไบนารี่ โดยจำแนกตามกลุ่มภาพ

ตารางที่ 1: แสดงจำนวนตัวอักษรที่ตัดได้ในแต่ละกลุ่มภาพ

กลุ่มภาพ	จำนวนเอกสารภาพ	จำนวนตัวอักษรที่ตัดได้
1	1	158
2	19	5,395
3	74	17,262
4	47	9,686
5	7	1,519
ผลรวม	148	34,020

ตารางที่ 2: เปอร์เซนต์ความถูกต้องของการตัดแยกตัวอักษร

กลุ่มภาพ	ความถูกต้องของการตัดแยกตัวอักษร		เปอร์เซนต์ความถูกต้อง
	ถูกต้อง	ผิดพลาด	
1	147	11	**93.04%**
2	4,782	623	86.23%
3	15,073	2,189	87.14%
4	8,807	879	88.84%
5	1,351	168	90.57%
ค่าเฉลี่ย			89.16%

จากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ได้แสดงจำนวนตัวอักษรที่ตัดได้ทั้งหมด และ ผลความถูกต้องที่ได้จากการตัดแยกตัวอักษรในแต่ละกลุ่มภาพ ตามลำดับ

5. สรุปผล

จากการตัดตัวอักษรลายมือออกจากเอกสารภาพลายมือของท่านพุทธทาส อินทปัญโญ นั้นพบว่า ภาพไบนารี่ที่ได้จากในกระบวนการประมวลผลภาพนั้น ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยระบบสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับภาพลายมือได้ทุกภาพ อีกทั้งยังคงรายละเอียดของตัวอักษรได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากไม่เกิดแตกหักของตัวอักษร หลังการแปลงภาพระดับเทา ไปเป็นภาพไบนารี่ ส่วนกระบวนการตัดแยกตัวอักษรนั้นได้ประยุกต์ใช้ วิธีการกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมต่อขององค์ประกอบ (Connected Component Labeling) และวิธีการโปรเจคชั่น (Projection Profile) โดยมีความถูกต้องในการตัดแยกตัวอักษรเฉลี่ย เท่ากับ 89.16 % ซึ่งภาพตัวอักษรลายมือในกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มภาพที่มีรอยเปื้อน บริเวณพื้นหลัง และ มีความสว่างของภาพน้อยที่สุดนั้น มีความถูกต้องในการตัดแยกตัวอักษรมากที่สุด คือ 93.04% รองลงมาคือภาพในกลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มภาพที่มีลักษณะตัวอักษรที่บาง โดยมีความถูกต้องอยู่ที่ 90.57%

เอกสารอ้างอิง

[1] Surinta, O. and Chamchong, R., “Image Segmentation of Historical Handwriting from Palm Leaf Manuscripts,” *IFIP International Federation for Information Processing*, Vol. 288, pp. 182-189, 2008.

[2] Rejean Plamondon, and Sargur N. Srihari, “On – Line and Off – Line Handwriting Recognition: A Comprehensive Survey,” *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, No. 1, January 2000,

[3] Berrin Yanikoglu, and Peter A. Sandon, “Segmentation of Off – Line Cursive Handwriting Using Linear Programming,” *Pattern Recognition*, Vol. 31, No. 12, pp. 1825 – 1833, 1998.

[4] Ntogas Nikolaos and Ventzas Dimitrios, “A Binarization Algorithm for Historical Manuscripts,” *The 12 th WSEAS International Conference on Communications*, Heraklion, Greece, July 23 – 25, 2008.

[5] J. Pradeep, E. Srinivasan, and S.Himavathi, “Diagonal based Feature Extraction for Handwritten Alphabets Recognition System Using Neural Network,” *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 3, No 1, Feb 2011.

[6] Zaidi Razak, Khansa Zulkiflee, Mohd Yamani Idna Idris, Emran Mohd Tamil, Mohd Noorzaily Mohamed Noor, Rosli Salleh, Mohd Yaakob @ Zulkifli Mohd Yusof, and Mashkuri Yaacob, “Off – line Handwriting Text Line Segmentation : Review,” *IJCSNS Internatioonal Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 8, No. 7, July 2008.

[7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins, “*Digital Image Processing using Matlab*” Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, New Jersey, 2004.

ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า
Face Recognition User Control

วศิษฐ์ จันสด(Wasit Jansod)[1] ศรายุทธ รัตนตรัย(Sarayut Ratanataiand) [2]
และพรเทพ โรจนวสุ(Pornthep Rojanavasu)[3]
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
[1]zerodragonjack@hotmail.com, [2]golf_perfume@hotmail.com, [3]pornthep.ro@up.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมได้นำไปใช้งานในการพัฒนารักษาความปลอดภัยของโปรแกรมได้ โดยตัวควบคุมนี้ใช้งานมีฟังก์ชั่นในการตรวจจับใบหน้า (Face detection) ด้วยเทคนิค Haar-like feature และมีฟังก์ชั่นในแสดงผลการรู้จำใบหน้า (Face recognition) โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA การทำงานของตัวควบคุมนี้ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือส่วนของการเรียนรู้ (Training phase) และส่วนของการนำไปใช้งาน (Working phase) ซึ่งผลการทดลองด้านประสิทธิภาพการรู้จำมีค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยเท่ากับ 86% ด้านการทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมและการทดสอบความพึงพอใจของนักพัฒนาโปรแกรมอยู่ในระดับดีและสามารถนำตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าไปใช้งานในสถานณ์จริงได้

คำสำคัญ: การรู้จำใบหน้า การตรวจจับใบหน้า ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า ไมโครซอฟต์วิชวลสตูดิโอ

Abstract

The objective of the research is to develop face recognition user control for developers who need to apply face recognition system on the program. The controller has face detection functions using Haar-like feature and face recognition functions using principle component analysis. The controller consists of two main parts: training phase and working phase. The average of recognition rate for face recognition user control was around 86% and well satisfied by user and developer. From the above result, we can conclude that our face recognition user control can be used in a real world scenario successfully.

Keyword: Face recognition, Face detection, Face recognition user control, Visual studio user control

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานคอมพิวเตอร์มีบทบาทในชีวิตประจำวันในทุกๆ ด้าน เช่น การติดต่อสื่อสารกัน การเก็บข้อมูล และการใช้งานโปรแกรม ประยุกต์ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการใช้งานดังกล่าวบางครั้งจำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยเพื่อป้องกันการใช้งานจากบุคคลที่ไม่พึงประสงค์ [1] จึงมีการนำเสนอวิธีการรักษาความปลอดภัยขึ้นมาในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ระบบกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน (User name and password) ระบบรู้จำลายนิ้วมือ (Finger print system) ระบบรู้จำเสียงพูด (Voice recognition system) และระบบรู้จำใบหน้า (Face recognition system) ซึ่งระบบแต่ละระบบมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป

ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อวัตถุประสงค์โดยเฉพาะต่างๆ เช่น โปรแกรมบริหารงานบุคคล โปรแกรมบัญชี โปรแกรมฐานข้อมูลเฉพาะด้าน นักพัฒนาจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลรั่วไหล งานวิจัยนี้นำเสนอตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า (Face Recognition User control) เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานไมโครซอฟต์วิชวลสตูดิโอในการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดวส์สามารถใช้งานระบบรู้จำใบหน้าได้ง่าย โดยตัวควบคุมมีฟังก์ชั่นในการตรวจจับใบหน้า (Face

detection) ด้วยเทคนิค Haar-like feature และมีฟังก์ชั่นในแสดงผลการรู้จำใบหน้า (Face recognition) โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA (Principle component analysis) ซึ่งตัวควบคุมจะทำการตรวจสอบใบหน้าผู้ใช้งานในช่วงเวลาที่กำหนด และมีฟังก์ชั่นในการล็อกหน้าจอในกรณีไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้หรือกรณีบุคคลอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาติเข้ามาใช้งานโปรแกรม ผู้วิจัยได้ออกแบบให้การติดตั้งและการใช้งานตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าสามารถทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน

เนื้อหาในบทความนี้ประกอบไปด้วย หัวข้อที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงระบบรู้จำใบหน้า Haar-like feature และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA หัวข้อที่ 3 วิธีการกล่าวถึงกระบวนการทำงานของตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นรวมทั้งเมธทอดต่างๆ หัวข้อที่ 4 ผลและการอภิปราย กล่าวถึงประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลบุคลากรที่พัฒนาใช้ตัวควมคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าในการรักษาความปลอดภัย และความพึงพอใจของนักพัฒนาโปรแกรมที่ได้ทดลองใช้งานตัวควบคุมดังกล่าวในการพัฒนาโปรแกรม

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไประบบรู้จำใบหน้าจะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลัก [3,6] คือ การตรวจจับใบหน้า (Face detection) และการรู้จำใบหน้า (Face recognition)

สำหรับกระบวนการตรวจจับใบหน้าคือ กระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลจากภาพหรือวิดีโอ หลังจากนั้นก็จะทำการประมวลผลภาพใบหน้าที่ได้เพื่อให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้ง่ายต่อการจำแนก อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าในปัจจุบันก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี อาทิเช่น Skin color [5] การใช้จุดเด่นของ Color space แม่สี 3 ชนิดได้แก่ RGB YCbCr และ HSI แล้วผ่านการนอมัลไลเซชั่น ผลลัพธ์คือจะได้ภาพที่รายละเอียดบนวัตถุแตกต่างกัน โดยการกำหนดให้ผลลัพธ์ภาพจาก RGB เป็น A YCbCr เป็น B และ HIS เป็น C หลังจากรวมผลลัพธ์ทั้ง 3 ชนิดและกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ซึ่งมีขั้นตอนซับซ้อนและค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้การตรวจจับวัตถุค่อนข้างช้า ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้อัลกอริธึม Haar-like feature เป็นวิธีการตรวจจับวัตถุซึ่งเป็นวิธีการนี้สามารถทำงานได้ไวและแม่นยำ โดยมีรายละเอียดการทำงานอย่างย่อ ดังนี้

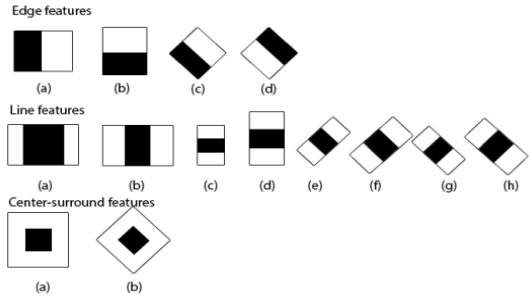
2.1 Haar-like feature

เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าที่มีความสามารถในการประมวลผลได้รวดเร็วและมีอัตราความถูกต้องในการตรวจหาสูง ซึ่งPaul Viola และ Michael J. Jones [4] ได้คิดค้นและตีพิมพ์ ในปี ค.ศ. 2001 ซึ่งอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอนั้นมีการนำเสนอวิธีการแทนรูปภาพที่ เรียกว่า"Integral Image" ซึ่งช่วยให้การคำนวณ feature ทำได้รวดเร็วขึ้น และได้มีการปรับปรุงอัลกอริทึมการเรียนรู้โดยมีพื้นฐานจาก AdaBoost ซึ่งเลือกเอาเฉพาะคุณลักษณะที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกประเภท (critical features) นอกจากนี้ยังได้อธิบายถึงการรวม classifiers แบบ cascade ซึ่งช่วยให้ส่วนพื้นหลังของภาพถูกปฏิเสธได้เร็วและเน้นการคำนวณไปที่บริเวณที่มีลักษณะคล้ายวัตถุที่สนใจมากขึ้น

หลักการพื้นฐานของอัลกอริทึมของ Haar-like feature คือการสแกน sub-window เพื่อตรวจหาใบหน้าจากรูปภาพอินพุต การประมวลผลภาพแบบทั่วไปจะใช้การปรับขนาดภาพขาเข้าแตกต่างกันหลายๆขนาด และใช้ตัวตรวจหา (Detector) ที่มีขนาดคงที่ค้นหาวัตถุ ซึ่งวิธีนี้กินเวลาในการคำนวณมากเนื่องมาจากการคำนวณบนรูปภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน Viola-Jones ได้เสนอวิธีใหม่โดยการปรับขนาดตัวตรวจหาแทนที่จะปรับขนาดภาพขาเข้า และใช้ตัวตรวจหาค้นหาวัตถุหลายๆรอบ (แต่ละรอบใช้ขนาดแตกต่างกัน) ซึ่งทั้ง สองวิธีน่าจะใช้เวลาในการคำนวณไม่ต่างกันมากนัก แต่ Viola-Jones ได้คิดค้นตัวตรวจหาที่ใช้จำนวนครั้งในการคำนวณคงที่แม้จะมีขนาดของภาพแตกต่างกัน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพ โดยใช้การสร้างรูปเหลี่ยม (Feature) โดยที่ภาพนี้แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่งรูปเหลี่ยมที่สร้างขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ใช้สำหรับการตรวจจับลักษณะบนภาพแบบต่าง เช่น เส้นตรง, วงกลม ดังภาพที่ 1 [4]

ในการทำ Haar-like feature นั้น จำเป็นต้องมีภาพตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งใช้ในการคัดเลือกลักษณะของภาพที่ต้องการตรวจจับและตีความหมาย ซึ่งมีสองลักษณะคือ Positive Image หรือภาพที่มีวัตถุนั้นๆประกอบอยู่ภายในภาพ และ Negative

Image หรือภาพใดๆที่ไม่มีวัตถุที่เราต้องการอยู่ภายในภาพ จากนั้นใช้ขั้นตอนวิธีของ AdaBoost (Adaptive Boost) ซึ่งเป็นกระบวนการหารูปเหลี่ยมที่มีลักษณะใกล้เคียง และแตกต่างกับภาพนำเข้า สำหรับการจัดประเภทของภาพ โดยการถ่วงน้ำหนักให้ส่วนต่างๆภายในภาพ บนภาพ Positive และภาพ Negative เพื่อใช้หาลักษณะของวัตถุที่ “ใช่” (Postive) และ “ไม่ใช่” (Nagative) ในลักษณะต่างๆ

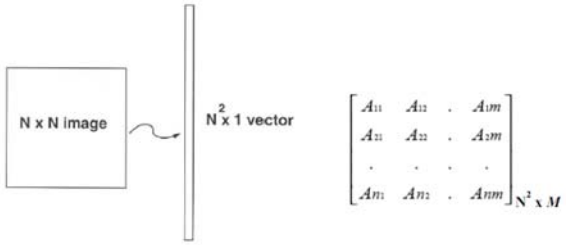


ภาพที่ 1 : รูปแบบของรูปเหลี่ยมสำหรับการตรวจจับ

การรู้จำใบหน้าคือกระบวนการที่ได้นำภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้และประมวลผลแล้วจากขั้นตอนการตรวจจับใบหน้ามาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าเพื่อระบุว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้ตรงกับบุคคลใด โดยวิธีการที่เป็นที่นิยมคือการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการได้หัวข้อถัดไป

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA [2] เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้สร้างเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) จากข้อมูลภาพ โดยจะถูกนำไปใช้ในการสร้างภาพใบหน้าไอเกน (Eigen faces) แสดงดังภาพที่ 2 โดยข้อมูลภาพใบหน้าขนาด NxN พิกเซล จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ 1 มิติ ขนาด N^2x1 และสร้างเป็นเมตริกซ์จนถึงเวกเตอร์ของชุดข้อมูลที่ m จะเป็นคอลัมน์ที่ m ของเมตริกซ์ ดังนั้นจะได้เมตริกซ์ A ที่มีมิติ n x m โดยที่ m หมายถึง ข้อมูลภาพที่ m และ n หมายถึงมิติของชุดข้อมูลนั้นๆ และสร้างเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) จากข้อมูลภาพ คำนวณหาค่าไอเกนเวคเตอร์ (v) และค่าไอเกน(μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมสร้างเป็นภาพใบหน้าไอเกนขึ้นมา



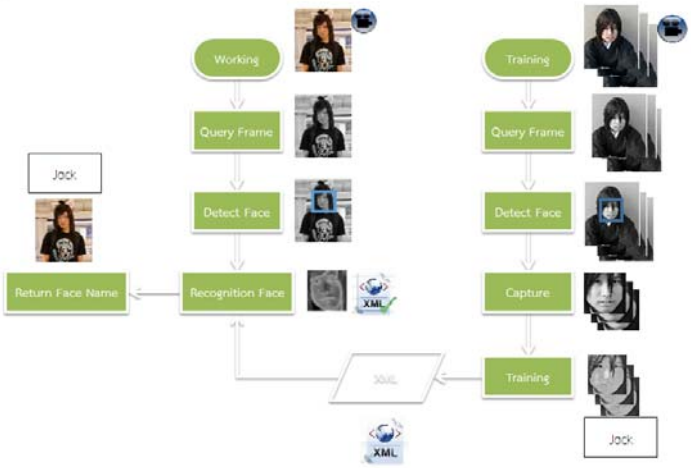
ภาพที่ 2 : การแปลงภาพในรูปภาพในรูปแบบเมตริกซ์ไปเป็นภาพในรูปแบบเวกเตอร์ภาพในรูปแบบเมตริกขนาด N^2xM

ในขั้นตอนการรู้จำ เป็นเพียงการคำนวนหาค่าระยะห่างแบบยูคลิด (Euclidean distance) ระหว่างภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบกับภาพใบหน้าไอเกน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ไมโครซอฟท์วิชวลสตูดิโอซีชาร์ป 2012 (Microsoft Visual Studio C# 2012) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาตัวควบคุม และโอเพนซีวี 2.4.4 (Open Source Computer Vision : OpenCV version 2.4.4) เป็นไลบรารีสาหรับการประมวลผลภาพดิจิตอล

การพัฒนาตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับระบบรู้จำใบหน้าที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือส่วนของการเรียนรู้ (Training phase) และส่วนของการนำไปใช้งาน (Working phase) ดังภาพที่ 3



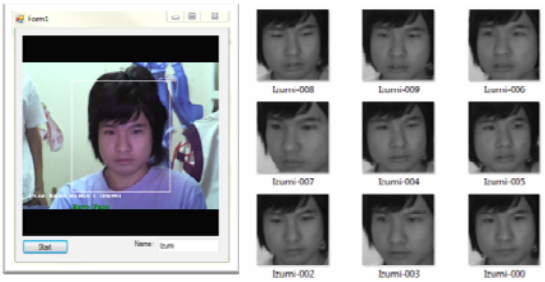
ภาพที่ 3 : ภาพรวมการทำงานตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับระบบรู้จำใบหน้า

ส่วนของการเรียนรู้

ข้อมูลที่นำเข้าในขั้นตอนนี้ คือ ชุดของข้อมูลภาพใบหน้าบุคคลที่ต้องการให้ระบบรู้จำซึ่งแต่ละภาพเราจะต้องเก็บข้อมูลของบุคคลนั้นๆ (เช่น ชื่อ) ไว้คู่ด้วยกัน และเพื่อให้ระบบเสถียรต่อความหลากหลายของภาพใบหน้าบุคคลนั้น จึงจำเป็นต้องมี

ภาพเรียนรู้มากกว่า 1 ภาพสำหรับบุคคลหนึ่งๆ ส่วนเอาท์พุทของขั้นตอนนี้ คือ รูปแบบการแทนของชุดข้อมูลภาพใบหน้าดังกล่าวอยู่ในรูปแบบของ XML ไฟล์ ซึ่งสามารถใช้ในการเปรียบเทียบภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวโดยเฉพาะเราจะคำนวณหาซับสเปซที่แทนข้อมูลภาพเรียนรู้ทั้งหมด

การทำงานในส่วนนี้เริ่มต้นโดยอัลกอริทึมสาหรับค้นหาใบหน้า จากนั้นจะทำการระบุตำแหน่งของใบหน้าในภาพ และระบบจะทำการนอมัลไลเซชั่นข้อมูลภาพใบหน้า ซึ่งทำได้โดยการดึงภาพเฉพาะบริเวณใบหน้าออกมาแล้วแปลงให้เป็นภาพขนาดที่เท่ากัน (100x100 พิกเซล) แล้วปรับสภาพแสงให้คงที่ จากนั้นข้อมูลภาพที่ได้มาจะถูกนำไปผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งจะได้ภาพใบหน้าเฉลี่ยและชุดของใบหน้าไอเกน ซึ่งแปลงมาจากไอเกนเวคเตอร์ที่คำนวณได้ หลังจากนั้นภาพใบหน้าเรียนรู้หนึ่งๆจะผ่านขั้นตอนวางตำแหน่งลงบนซับสเปซ (Subspace projection) ซึ่งจะทำการแปลงภาพให้เป็นจุดในซับสเปซโดยการหาสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมในการแทนใบหน้าไอเกน พร้อมทั้งทำการคำนวณหาภาพสร้างกลับ (Reconstructed image)



ก. ขณะการใช้งานและภาพที่จับได้

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    this.captureFace1.RunControl();
    this.captureFace1.SelectCamera(0);
    this.captureFace1._enableDisplayTextOnframe = true;
    this.captureFace1._enableClickToCapture = true;
}
```

```
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.captureFace1.QueryFrameStart();
}
```

ข. คำสั่งที่ใช้ควบคุมการเรียนรู้

ภาพที่ 4 ตัวควบคุมผู้ใช้ส่วนของการเรียนรู้

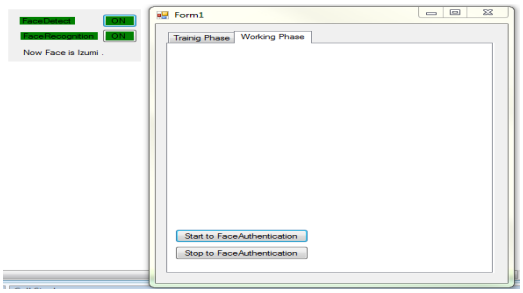
ตัวควบคุมผู้ใช้ส่วนของการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยคลาส 1 คลาสชื่อ Capture Face เป็นตัวควบคุมผู้ใช้มีส่วนประกอบเป็นกรอบรูปภาพเพียงอย่างเดียวดังแสดงในภาพที่ 4 ก โดยสามารถยืดขยายกรอบภาพได้ตามความต้องการของผู้นำไปใช้ มีฟังก์ชั่นการทำงานหลักดังนี้

- สามารถแสดงภาพวีดีโอจากกล้อง Webcam
- สามารถตรวจจับใบหน้าโดยใช้วิธีการ Haar-like feature และแสดงข้อความในภาพเมื่อพบใบหน้าหรือไม่พบใบหน้า
- สามารถบันทึกภาพวิดีโอขณะที่ระบบตรวจสอบว่าพบใบหน้า เพื่อนำไปสร้างเป็นฐานข้อมูลใบหน้า

ภาพที่ 4 ข แสดง คำสั่งที่ใช้เบื้องต้นเพียง 5 คำสั่ง เพื่อให้ระบบสามารถสร้างชุดข้อมูลภาพใบหน้าให้อยู่ในรูปแบบของ XML ไฟล์

ส่วนของการนำไปใช้

ระบบจะทำการจับภาพใบหน้าทดสอบ (Test image) จากกล้อง โดยระบบจะทำการระบุตำแหน่งของใบหน้าในภาพ หลังจากนั้นจะทำการนอมัลไลเซชั่นเช่นเดียวกับขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ภาพขนาดเดียวกับภาพเรียนรู้ หลังจากนั้นเราจะทำการแปลงภาพนี้ให้เป็นจุดหนึ่งๆบน ซับสเปซและอัลกอริธึมหาจุดที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor matching) จะทำการค้นหาจุดที่แทนภาพเรียนรู้ที่ใกล้ที่สุดกับจุดที่แทนภาพทดสอบ ผลลัพธ์ของการรู้จำก็คือข้อมูลชื่อบุคคลที่เก็บไว้คู่กับภาพใบหน้าเรียนรู้ดังกล่าว นอกจากนี้เราจะคำนวณหาค่า Normalized Cross Correlation (NCC) ระหว่างภาพใบหน้าทดสอบกับภาพสร้างกลับของภาพเรียนรู้ดังกล่าว และค่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นค่าความน่าเชื่อถือของการรู้จำ โดยถ้าค่าดังกล่าวยิ่งมากจะแสดงว่าการรู้จำนั้นยิ่งน่าเชื่อถือ โดยทั่วไปเราจะยอมรับว่าระบบสามารถรู้จำได้ เมื่อค่า NCC นี้มีค่ามากกว่า 0.8 มิฉะนั้นแล้วเราจะถือว่าระบบไม่สามารถรู้จำภาพใบหน้าทดสอบดังกล่าวได



ก. การนำตัวควบคุมผู้ใช้ส่วนของการนำไปใช้

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //working
    this.faceRecognition1.RunComponent();
    this.faceRecognition1.SelectCamera(0);
    this.faceRecognition1.ShowStatus();
    this.faceRecognition1._useEvent = false;
}
```

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.faceRecognition1.AutoRecognitionStart();
}
```

```
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.faceRecognition1.AutoRecognitionStop();
}
```

ข. คำสั่งที่ใช้ควบคุมการนำไปใช้งาน

ภาพที่ 5 : ตัวควบคุมผู้ใช้ส่วนการนำไปใช้งาน

ตัวควบคุมในส่วนของการนำไปใช้ประกอบไปด้วยคลาส 1 คลาสชื่อ Face Recognition เป็นคอนโทรลแบบ Component สำหรับตรวจสอบใบหน้าดังแสดงในภาพที่ 5 ก มีฟังก์ชั่นการทำงานหลักดังนี้

- สามารถตรวจจับใบหน้าโดยใช้วิธีการ Haar-like feature
- สามารถเปรียบเทียบใบหน้ากับฐานข้อมูลใบหน้าและส่งค่ากลับเป็นชื่อบุคคล
- สามารถล็อคโปรแกรมและแสดงช่องกรอกรหัสผ่าน เมื่อไม่พบผู้ใช้งานหรือไม่รู้จักผู้ใช้งาน

ภาพที่ 5 ข แสดง คำสั่งที่ใช้เบื้องต้นเพียง 6 คำสั่ง เพื่อให้ระบบสามารถรู้จำใบหน้าจากฐานข้อมูล XML ไฟล์ในขั้นตอนของการเรียนรู้

แอตทริบิวส์และเมธทอดที่สำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้และการใช้งานแสดงอยู่ด้านท้ายบทความ

4. ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการทดสอบตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าแบ่งเป็น 3 การทดสอบคือ การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้า การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมที่นำตัวควบคุมไปใช้งาน และการทดสอบความพึงพอใจของนักพัฒนาโปรแกรมในการนำไปใช้งาน

การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้า

ผู้วิจัยได้จัดทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพความแม่นยำขั้นตอนการรู้จำใบหน้า ซึ่งมีการทดสอบด้วยการเก็บข้อมูลใบหน้าบุคคลด้วยตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการเรียนรู้จำนวน 10 คนเพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าจำนวน 9 ชุด ประกอบไปด้วยชุดใบหน้า 3 คนๆละ 10 20 และ 30 ใบหน้า ชุดใบหน้า 5 คนๆละ 10 20 และ 30 และชุดใบหน้า 10 คนๆละ 10 20 และ 30 ใบหน้า ใบหน้าแต่ละภาพจะอยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG สีขาวดำที่มีขนาดของภาพ 100x100 พิกเซล ผลการวัดประสิทธิภาพแสดงดังตารางที่ 1 โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความแม่นยำ} = \frac{\text{จำนวนภาพที่สามารถระบุชื่อใบหน้าได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนภาพที่พบใบหน้าในภาพ}}$$

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการเก็บภาพข้อมูลใบหน้าสำหรับแต่ละคนหากเก็บภาพน้อยไป (10 ภาพ) จะทำให้ประสิทธิประสิทธิไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากในการใช้งานจริงมีการเคลื่อนไหวใบหน้าหลากหลายมุม ซึ่งหากเก็บภาพใบหน้าไว้น้อยไปจะทำให้มีโอกาสผิดพลาดสูง ประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากการใช้งานอยู่ที่ราว ๆ 86% ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ M. Turk and A. Pentland [3]

ตารางที่ 1 : ตารางประสิทธิภาพของตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า

จำนวนผู้ใช้	จำนวนใบหน้าต่อหนึ่งคน		
	คนละ 10 ใบหน้า	คนละ 20 ใบหน้า	คนละ 30 ใบหน้า
3 คน	81%	87%	89%
5 คน	71%	92%	88%
10 คน	85%	92%	92%

การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรม RegisterCPE สำหรับเก็บฐานข้อมูลศิษย์เก่าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งใช้งานระบบรู้จำใบหน้าที่พัฒนาขึ้นเป็นตัวตรวจสอบผู้มีสิทธิใช้งานโปรแกรม โดยเก็บข้อมูลใบหน้าของผู้ทำการทดสอบจำนวน 30 ใบหน้าต่อหนึ่งคนด้วยท่าทางสำหรับพิมพ์งานเอกสารบนเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นให้ผู้ใช้งานโปรแกรมจำนวน 10 คน ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบการรู้จำใบหน้า โดยผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ตารางประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมซึ่งใช้ระบบรู้จำใบหน้าที่พัฒนาขึ้น

หัวข้อประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (ค่า SD)
ท่านเห็นว่าโปรแกรมที่ใช้ระบบทำงานได้ราบรื่นมากน้อยเพียงใด	3.80 (0.6325)
ท่านเห็นว่าระบบมีความปลอดภัยในการใช้งานมากน้อยเพียงใด	4.20 (0.7888)
การทำงานของระบบมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด	3.60 (0.5164)
ท่านเห็นว่าการใช้งานโปรแกรมที่ใช้ระบบมีความสะดวกมากน้อยเพียงใด	4.20 (0.6325)
ท่านคิดว่าสามารถนำไปใช้งานแทนระบบ Login แบบ Username และ Password ได้มากน้อยเพียงใด	4.20 (0.4216)

จากตารางที่ 2 สรุปผลได้ว่าโปรแกรม RegisterCPE ที่ใช้ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าสามารถทำงานราบรื่นและมี

ความแม่นยำในระดับดี (ดีมาก 4.51-5.00 ดี 3.51-4.50 พอใช้ 2.51-3.50 ต้องปรับปรุง 1.51-2.50 ต้องปรับปรุงเร่งด่วน 0.00-1.50) และผู้ใช้งานส่วนมากมีความคิดเห็นว่าการใช้งานระบบสามารถเพิ่มความปลอดภัยให้กับการใช้งานโปรแกรม พร้อมทั้งเกิดความสะดวกกว่าการใช้งานระบบยืนยันตัวแบบกรอกรหัสผ่าน

การทดสอบความพึงพอใจของผู้พัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้นำตัวควบคุมการรู้จำใบหน้าให้ผู้พัฒนาโปรแกรมโดยเป็นนิสิตปริญญาตรี ปริญญาโท และอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ทั้งหมดรวม 10 คน ทดสอบตัวควบคุมในการนำชุดคอนโทรลไปพัฒนาโปรแกรม การทดสอบนี้จะให้ผู้ทำการทดสอบที่มีความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมด้วย MS Visual Studio C# ทำการทดลองใช้งาน โดยผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ตารางประเมินผลความพึงพอใจนักพัฒนาโปรแกรมต่อการติดตั้งและใช้งานตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า

หัวข้อประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (ค่า SD)
ท่านเห็นว่าตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าติดตั้งง่ายมากหรือน้อยเพียงใด	3.80 (0.7527)
ท่านเห็นว่าตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้ามีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากหรือน้อยเพียงใด	3.80 (0.4082)
ท่านเห็นว่าโปรแกรมที่ใช้ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าทำงานได้ราบรื่นมากหรือน้อยเพียงใด	3.50 (0.5477)
ท่านเห็นว่าการทำงานของตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้ามีความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด	3.80 (0.7527)
ท่านเห็นว่าการทำงานของตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าใช้งานทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด	3.50 (0.5477)
สมมติว่าถ้าท่านคิดจะพัฒนาระบบเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าท่านจะใช้ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้านี้มากหรือน้อยเพียงใด	4.60 (0.5163)

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่านักพัฒนาโปรแกรมให้ข้อสังเกตุการทำงานของตัวควบคุมมีความราบรื่นอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากไม่ได้ปรับแต่งค่าระยะเวลาในการตรวจสอบใบหน้าซึ่งค่าปกติอยู่ที่ 0.1 วินาทีซึ่งอาจจะบ่อยครั้งจนเกินไป นักพัฒนาส่วนใหญ่อยากนำตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าไปประยุกต์ใช้งานในระบบเนื่องจากมีการติดตั้งที่ง่ายและความถูกต้องในการรู้จำใบหน้ามีอยู่ระดับที่ดี

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถประยุกต์ใช้งานระบบรู้จำใบหน้าได้ง่ายและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

จากผลการทดสอบตัวควบคุมสามารถสรุปได้ว่า ในด้านประสิทธิภาพนั้นมีความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้าได้ในระดับที่ดี โดยมีความถูกต้องประมาณ 86% มีความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้ใช้โปรแกรม สะดวกต่อการติดตั้งใช้งานสำหรับผู้พัฒนาโปรแกรม ด้านการนำไปใช้งานเหมาะสำหรับการนำไปใช้งานกับระบบที่ต้องการใช้งานกับผู้ใช้งานไม่มาก ใช้งานกับระบบที่มีอุปกรณ์บันทึกภาพและผู้ใช้งานไม่เคลื่อนย้ายที่บ่อย และมีสภาพแสงในห้องคงที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในส่วนของความแม่นยำในการรู้จำใบหน้านั้นจะขึ้นอยู่หลายปัจจัยเช่น ความครอบคลุมของท่าทางใบหน้าที่ใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้ใบหน้า และความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกภาพ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ทำให้ระบบมีความแม่นยำที่ต่ำและส่งผลต่อความราบรื่นในการทำงานของโปรแกรมด้วย ผู้วิจัยออกแบบสำหรับปรับแต่งชุดคอนโทรลเพื่อชดเชยความแม่นยำที่ต่ำลง เช่น การกำหนดจำนวนครั้งที่ระบบจะมองข้ามความผิดพลาดจากการรู้จำใบหน้า การกำหนดค่าความหยาบสำหรับการเรียนรู้ใบหน้า และการกำหนดช่วงเวลาในการตรวจสอบใบหน้าได้ ซึ่งส่วนปรับแต่งเหล่านี้แม้จะทำให้ระบบที่ใช้งานตัวควบคุมทำงานได้ราบรื่นขึ้น แต่อาจจะทำให้ความปลอดภัยในการใช้งานลดลงส่วนหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] อรนันท์ เชาว์พานิช “การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ใบหน้าและโครงข่ายประสาทเทียม”วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2553

[2] M. Turk and A. Pentland , “Eigenfaces for recognition” Journal of Cognitive Neuroscience 3 (1), 71–86, 1991

[3] Rabia Jafri and Hamid R. Arabnia . “A Survey of Face Recognition Techniques”, Journal of Information Processing Systems, Vol.5, No.2, June, 2009.

[4] Viola and Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features”, Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.

[5] Yao-Jiunn Chen, Yen-Chun Lin, “Simple Face-detection Algorithm Based on Minimum Facial Features”, IEEE Industrial Electronics Society (IECON), Nov. 5-8, 2007.

[6] Yongzhong Lu, Jingli Zhou, Shengsheng Yu, “A survey of face detection, extraction and recognition” Computing and Informatics, Vol. 22, 2003.

ฟังก์ชั่นอื่นเพิ่มเติมในการใช้งานตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า

Output	Method	Control
void	RunControl() คำสั่งรัน Control ครั้งแรกสุด ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเรียกใช้งานก่อนทุกครั้งที่จะสั่งให้คอนโทรลทำงาน	Training Control
void	QueryFrameStart() คำสั่งเริ่มการรับภาพวีดีโอ จากกล้อง webcam	Training Control
void	QueryFrameStop() คำสั่งหยุดการรับภาพวีดีโอจากกล้อง webcam	Training Control
void	CaptureJPG() คำสั่ง ถ่ายภาพใบหน้าปัจจุบัน จัดเก็บตามที่อยู่ใน _path มีชื่อไฟล์ ตาม _faceName และตามด้วย หมายเลข หรือวันที่ รูปแบบไฟล์ JPG	Training Control
void	Training(string faceName,string path) string faceName: ชื่อใบหน้าที่ต้องการเรียนรู้ใหม่ string path: ตำแหน่งของไฟล์รูปภาพใบหน้าในรูปแบบ JPG คำสั่ง ให้ทำการเรียนรู้ไฟล์ JPG เฉพาะที่มีชื่อใบหน้าตาม faceName ในที่อยู่ path และ สร้างไฟล์ XML โดยใช้ค่าน้ำหนักมาตรฐาน	Training Control
void	Training(string path,long termCritValue) string path: ตำแหน่งของไฟล์รูปภาพใบหน้าในรูปแบบ JPG long temCriValue: ค่าความละเอียดหรือความหยาบของของการรู้จำใบหน้า(ค่ายิ่งน้อย จะรู้จำได้ละเอียด , ค่ายิ่งมาก จะรู้จำได้หยาบ)	Training Control
void	TrainingAll(string path) string path: ตำแหน่งของไฟล์รูปภาพใบหน้าในรูปแบบ JPG คำสั่ง ให้ทำการเรียนรู้ไฟล์ JPG ทั้งหมดในที่อยู่ path และ สร้างไฟล์ XML โดยใช้ค่าน้ำหนักมาตรฐาน	Training Control
void	DeleteJPG(string deleteName, bool trainingAfterDelete)) string deleteName: ชื่อของรูปภาพใบหน้าที่ต้องการลบ bool trainingAfterDelete: ตั้งค่าให้มีการเรียนรู้ใหม่หลังจากการลบหรือไม่ คำสั่งลบ JPG ที่มีชื่อใบหน้าตาม deleteName ทั้งหมด	Training Control
void	DeleteALL(bool trainingAfterDelete) bool trainingAfterDelete: ตั้งค่าให้มีการเรียนรู้ใหม่หลังจากการลบหรือไม่ คำสั่งลบ JPG ทั้งหมดในฐานข้อมูลใบหน้า	Training Control
void	BackScreen() คำสั่งให้คอนโทรลสำหรับการเรียนรู้เปลี่ยนภาพหน้าจอเป็นสีดำ	Training Control
void	RenameFaceName(string oldName,string newName) string oldName: ชื่อของใบหน้าที่ต้องการเปลี่ยน string newName: ชื่อของใบหน้าใหม่ คำสั่งเปลี่ยนชื่อใบหน้าหน้าในฐานข้อมูล	Training Control
void	SelectCamera(int index) int index: ลำดับของอุปกรณ์กล้องที่ต่อกับเครื่อง	Training Control Working Control
	คอมพิวเตอร์ คำสั่งเลือกกล้องที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในกรณีที่มีกล้องมากกว่าหนึ่งตัว ซึ่งค่าปกติจะเป็น 0 หรือกล้องตัวแรกที่ต่อกับเครื่อง	
void	RunComponent() คำสั่งรัน Control ครั้งแรกสุด ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเรียกใช้งานก่อนทุกครั้งที่จะสั่งให้คอนโทรลทำงาน	Working Control
Bitmap	CaptureCamera() คำสั่ง ถ่ายภาพ แบบต้องการผลลัพธ์เป็น Bitmap	Working Control
void	CaptureCamera(string path) string path: ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ผลลัพธ์ในรูปแบบ JPG คำสั่งถ่ายภาพแบบต้องการผลลัพธ์เป็น ไฟล์ภาพ JPG ตามที่อยู่ใน path	Working Control
void	HaarDetect(Bitmap bitmap) Bitmap bitmap: ภาพใบหน้าในรูปแบบ bitmap คำสั่งตรวจสอบภาพ Bitmap โดยใช้ Haar-Like-Feature ค้นหาใบหน้าให้ผลลัพธ์ว่ามีหรือไม่มีใบหน้า	Working Control
void	HaarDetect(string path) string path: ตำแหน่งของไฟล์ภาพใบหน้าในรูปแบบ JPG คำสั่งตรวจสอบภาพ JPG จากที่อยู่ใน Path โดยใช้ Haar-Like-Feature ค้นหาใบหน้า ให้ผลลัพธ์ว่ามี / ไม่มีใบหน้า	Working Control
Bitmap	CropHaarDetect(Bitmap bitmap) Bitmap bitmap: ภาพใบหน้าในรูปแบบ bitmap คำสั่งครอปภาพใบหน้าจาก Bitmap ส่งผลลัพธ์เป็นภาพ Bitmap	Working Control
void	CropHaarDetect(string pathFrame,string pathSaveJPG) string pathFrame: ตำแหน่งภาพใบหน้าที่อยู่ใน pathFrame string pathSaveJPG: ตำแหน่งใบหน้าที่ผ่านการทำ CropHaarDetect เรียบร้อยแล้ว คำสั่งครอปภาพใบหน้าจาก JPG ตามที่อยู่ใน pathFrame แล้วเซฟเป็นไฟล์ JPG ตามที่อยู่ใน pathSaveJPG	Working Control
Rectangle	GetRectangleFace(Bitmap bitmap) Bitmap bitmap: ภาพใบหน้าในรูปแบบ bitmap คำสั่งรับค่าสี่เหลี่ยมตำแหน่งใบหน้า บนภาพ bitmap	Working Control
Rectangle	GetRectangleFace(string path) string path: ตำแหน่งของไฟล์ภาพใบหน้าในรูปแบบ JPG คำสั่งรับค่าสี่เหลี่ยมตำแหน่งใบหน้าบนภาพ JPG ตามที่อยู่ใน path	Working Control
string	Recognition(Bitmap bitmapFace,bool FullName) Bitmap bitmapFace: ภาพใบหน้าที่ผ่านการครอบให้เหลือให้อยู่ในรูปแบบ bitmap bool FullName: เป็น ชื่อเต็ม เช่น user-001.jpg, user-255509261351316290.jpg หรือ ชื่อย่อ เช่น user ถ้าเป็นใบหน้าที่ไม่รู้จักจะให้ผลลัพธ์เป็น “unknown”	Working Control
string	Recognition(string pathBitmapFace, bool FullName) string pathBitmapFace: รับค่าชื่อของใบหน้าจากภาพ JPG จากที่อยู่ใน pathBitmapFace bool FullName: เป็น ชื่อเต็ม เช่น user-001.jpg, user-255509261351316290.jpg หรือ ชื่อย่อ เช่น user ถ้าเป็นใบหน้าที่ไม่รู้จักจะให้ผลลัพธ์เป็น “unknown”	Working Control
bool	LoadXML() คำสั่ง ให้ทำการโหลด ไฟล์ XML สำหรับการรู้จำใหม่	Working Control
void	SetPassword(string path, string newPassword) string path: ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ Password string newPassword: ชื่อของ Password ใหม่ คำสั่งตั้งค่ารหัสผ่านโดยจะจัดเก็บในรูปแบบ txt file เข้ารหัส base64 ตามที่อยู่ใน path	Working Control
void	GetPassword(string path) string path: ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ Password คำสั่ง รับค่ารหัสผ่านจากไฟล์ txt file ตามที่อยู่ใน path	Working Control
string	GetPassword() คำสั่งรับค่ารหัสผ่านจากไฟล์ txt file ตามที่อยู่ใน _path	Working Control
void	DisableForm() คำสั่งล็อคฟอร์มที่คอนโทรลตัวนี้ใช้งานอยู่	Working Control

Output	Method	Control
void	EnableForm() คำสั่งปลดล็อคฟอร์มที่คอนโทรนตัวนี้เกาะอยู่	Working Control
void	ShowPasswordDialog() คำสั่งแสดงหน้าต่างกรอกรหัสผ่าน	Working Control
void	HidePasswordDialog() คำสั่งซ่อนหน้าต่างกรอกรหัสผ่าน	Working Control
void	AutoRecognitionStart() คำสั่งเริ่มอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
void	AutoRecognitionStop() คำสั่งหยุดอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
void	SetInterval(int Interval) int Interval: ค่าความเร็วต่อรอบในการตรวจสอบใบหน้ามีหน่วยเป็นมิลลิวินาที คำสั่งปรับค่าความเร็วต่อรอบในการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน หน่วย มิลลิวินาที	Working Control
string[]	GetListFaceName() คำสั่งรับค่ารายชื่อใบหน้าในฐานข้อมูล	Working Control Training Control

แอตทริบิวส์ภายในชุดคอนโทรล

Type	Attributes	Control
bool	_enableClickToCapture ตัวแปรกำหนดเปิดปิดการคลิกเพื่อจัดเก็บภาพใบหน้า	Training Control
bool	_enableDisplayRectOnframe ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดกรอบสี่เหลี่ยมกลางรูป	Training Control
bool	_enableDisplayTextOnframe ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการแสดงตัวหนังสือบนรูป ซึ่งประกอบไปด้วย สถานการณ์ตรวจจับใบหน้า และชื่อใบหน้าที่ตรวจจับได้	Training Control
bool	_enableLimitAreaDetect ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการจำกัดขอบเขตการตรวจจับใบหน้าเฉพาะบริเวณกลางภาพ	Training Control
bool	_enableQueryFrame ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการรับภาพจากกล้อง	Training Control
string	_faceName ตัวแปรกำหนดชื่อของผู้ใช้งานที่ต้องการจะถูกใช้จัดเก็บพร้อมกับใบหน้าในปัจจุบัน โดยจะมีค่าเริ่มต้นเป็น “user”	Training Control
bool	_followdate ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการตั้งชื่อไฟล์ JPG ที่ได้จากการถ่ายภาพให้ต่อท้ายด้วยวันที่ หรือต่อท้ายด้วยลำดับเลขที่	Training Control
long	_termCritValueFace ตัวแปรกำหนดความหยาบในขั้นตอนการเรียนรู้ของคำสั่ง Training() โดยมีค่าเริ่มต้นที่ 2000 ซึ่งถ้าค่านี้มากขึ้นจะทำให้การเรียนรู้หยาบลง ในขณะเดียวกันถ้าค่านี้น้อยลงจะทำให้การเรียนรู้ละเอียดขึ้น	Training Control
long	_termCritValueFaces ตัวแปรกำหนดความหยาบในขั้นตอนการเรียนรู้ของคำสั่ง TrainingAll()โดยมีค่าเริ่มต้นที่ 2000 ซึ่งถ้าค่านี้มากขึ้นจะทำให้การเรียนรู้หยาบลง ในขณะเดียวกันถ้าค่านี้น้อยลงจะทำให้การเรียนรู้ละเอียดขึ้น	Training Control
bool	_enableFaceDetect ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดขั้นตอนตรวจจับใบหน้า สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน ซึ่งถ้าขั้นตอนนี้ถูกปิดจะทำให้ขั้นตอนรู้จำใบหน้าไม่สามารถใช้งานได้	Working Control
bool	_enableFaceRecognition ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดขั้นตอนรู้จำใบหน้า สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน ซึ่งถ้าขั้นตอนนี้จำเป็นต้องเปิดใช้งานขั้นตอนตรวจจับใบหน้าก่อน	Working Control
bool	_enableHideForm ตัวแปรกำหนดให้มีการซ่อนหรือไม่ซ่อนฟอร์มหลักขณะมีการล็อคฟอร์ม สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
bool	_enablelockScreen ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการล็อคทั้งหน้าจอ เมื่อมีการแสดงกล่องกรอกรหัสผ่าน สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
bool	_useEvent ตัวแปรกำหนดการเปิดปิดการใช้งาน EventHandle สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน โดยจะสามาระใช้งาน	Working Control

Type	Attributes	Control
	เหตุการณ์ QueryFrameEvent HaveFaceEvent KnowFaceEvent NoFaceEvent และUnknownFaceEvent	
int	setCountRecognitionFail ตัวแปร ให้โอกาสความผิดพลาดจากการรู้จำใบหน้า (จำนวนครั้งที่สามารถตรวจสอบผิดได้) สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
int	setCountRecognitionNoFace ตัวแปร ให้โอกาสความผิดพลาดจากการค้นหาใบหน้า (จำนวนครั้งที่สามารถค้นหาใบหน้าไม่เจอ) สำหรับการใช้งานอัลกอริทึมการตรวจสอบใบหน้าพื้นฐาน	Working Control
string	_path ตัวแปร กำหนดที่อยู่ปัจจุบันของ ตัวโปรแกรมที่ใช้งานคอนโทรลอยู่	Working Control Training Control

การวัดการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลม โดยวิธีการประมวลผลภาพ
Evaluation of Size Distribution of Spherical Nanoparticles based on Image Processing

นงลักษณ์ พรมทอง (NonglukPromthong)[1] เมธา ศิริกูล (MethaSirigool)[2]
พยุง มีสัจ (PhayungMeesad)[3] และ มาลีรัตน์ โสดานิล (MaleeratSodanil)[4]
[1,2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[3,4]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]nongluk@mail.rmutt.ac.th, [2]metha@mail.rmutt.ac.th, [3]pym@kmutnb.ac.th, [4]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวัดการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ซึ่งทำงานได้โดยอัตโนมัติและรวดเร็ว มีประโยชน์ในการวิเคราะห์การกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมที่สังเคราะห์ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ นำภาพอนุภาคนาโนทรงกลมจากกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งเป็นภาพโทนสีเทา ทำการกำจัดสิ่งรบกวนออก จากนั้นแปลงให้เป็นภาพไบนารี หาเส้นขอบของอนุภาคนาโนทรงกลมเพื่อใช้สำหรับในการนับจำนวนอนุภาค และหาขนาดของแต่ละอนุภาคจากเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคนาโนทรงกลมโดยการหาค่าเฉลี่ยของค่าสูงสุดและต่ำสุดของแกน X และแกน Y ของแต่ละอนุภาค และนับจำนวนของอนุภาคนาโนทรงกลมแต่ละช่วงของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง นำข้อมูลมาวาดกราฟเพื่อแสดงการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลม จากผลการทดลองการวัดการกระจายของอนุภาคนาโนทรงกลมจำนวน 403 อนุภาค จากข้อมูล 3 กลุ่ม พบว่าการนับจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลม มีความถูกต้องร้อยละ 98 ส่วนการหาการกระจายของขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลม มีถูกต้องและมีความเสถียรมากกว่า เมื่อเทียบกับการวัดด้วยเครื่องมือ ImageJ

คำสำคัญ: การกระจายขนาด อนุภาคนาโนทรงกลม การประมวลผลภาพ

Abstract

This paper presents the measurement of the size distribution of spherical nanoparticle by image processing method. This approach can work automatically and quickly. It is useful in the analysis of the size distribution of spherical nanoparticles synthesized by different methods. The image analyzing processes begin with obtaining the grey image of spherical nanoparticles from the scanning electron microscope. The grey image will be de-noised and converted into binary image. The pre-processed spherical nanoparticles image will be scanned for the particles' individual boundary in order to initiate the calculation. Each spherical particle's diameter can be obtained by the averaging of the maximum and minimum values of X and Y axis of each particle. , Consequently, the number of nanoparticle, classified by range of size of diameter, will be calculated and plotted in order to demonstrate the distribution profile. From the experiment, the distribution of 403 spherical nanoparticles based on the measurement of three spherical nanoparticle images, the number of spherical nanoparticles is accurately calculated with 98% in accuracy. The determination of size distribution of spherical nanoparticles is also more accurate and stable than do the ImageJ.

Keyword: Size distribution, Spherical Nanoparticles, Image processing

1. บทนำ

ปัจจุบันอนุภาคและนาโนได้ถูกนำมาใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การทหาร การแพทย์ อิเล็กทรอนิกส์ และ พลังงาน [1-3] เนื่องจากคุณสมบัติของอนุภาคนาโนจะแตกต่างกับคุณสมบัติของอนุภาคที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าขนาดนาโน [4] โดยคำจำกัดความของอนุภาคนาโนคือ อนุภาคที่มีขนาดน้อยกว่า 100 นาโนเมตร [5]

การวัดขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ทำได้โดยนำรูปภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งเป็น ภาพโทนสีเทา (gray scale image) นำมานับโดยโปรแกรม ImageJ [11-12] ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีดาวน์โหลด โดยทำการกำหนดขนาดพิกเซลอ้างอิงจากสเกลบาร์ในรูปที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อเทียบกับขนาดของอนุภาคนาโนแต่ละตัว โดยการวัดขนาดอนุภาคนาโนทั้งหมดทำโดยใช้เม้าส์ลากตามเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคแต่ละตัว ค่าที่ได้จากการวัดจะถูกเก็บไว้ในตารางของโปรแกรม ImageJ หลังจากนั้นจะคัดลอกค่าในตารางจากโปรแกรม ImageJ วางในโปรแกรมเอกเซล และใช้โปรแกรมเอกเซล ทำการวาดกราฟเพื่อดูการกระจายของขนาดอนุภาคนาโนทรงกลม ซึ่งการวัดด้วยการลากเมาส์ผ่านเส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละอนุภาคนาโนทรงกลม อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดขนาดอนุภาคได้เนื่องจากการลากเมาส์เป็นการวัดระยะด้วยสายตาซึ่งมือที่ลากเม้าท์ต้องมีความเม่นยำ ผู้ทำต้องมีสมาธิมุ่งมั่นในการทำ และถ้ามีอนุภาคขนาดเล็กและจำนวนมากต้องใช้เวลามากด้วย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อทำงานบน Matlab ในการนับและวัดขนาดของแต่ละอนุภาคนาโนทรงกลม โดยกระบวนการทั้งหมดสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ แทนการวัดขนาดแต่ละอนุภาคด้วยโปรแกรม ImageJ สามารถช่วยลดเวลาในการนับและวัดขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมของนักวิจัยที่ทำการสังเคราะห์อนุภาคนาโน และยังสามารถสร้างกราฟเปรียบเทียบการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนซึ่งสามารถใช้หาคุณภาพในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนในแต่ละวิธีได้ อีกทั้งยังสามารถลดความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคนาโนทรงกลมด้วยการลากเส้นผ่าศูนย์กลางด้วยมือ

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสังเคราะห์อนุภาคนาโน

วิธีการสังเคราะห์อนุภาคนาโนทำได้หลายวิธีเช่น วิธีทางกล วิธีทางเคมี วิธีการอาร์คด้วยกระแสไฟฟ้า และ วิธีทำให้ระเหยโดยใช้เลเซอร์ [6-9] โดยแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสียต่างกัน และ มีเงื่อนไขหรือตัวแปรในการสังเคราะห์ที่แตกต่างกันจึงทำให้การสังเคราะห์ด้วยวิธีต่าง ๆ ให้คุณภาพของอนุภาคนาโนในการสังเคราะห์ที่ต่างกัน โดยคุณภาพของการสังเคราะห์ด้วยวิธีต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยการวัดขนาดของอนุภาคนาโนทั้งหมดหลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ย และ วิเคราะห์กราฟการกระจายตัวของขนาด (size distribution) อนุภาคนาโนทั้งหมด การสังเคราะห์ที่มีคุณภาพดีจะมีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคนาโนน้อย แต่ถ้าการสังเคราะห์ที่มีคุณภาพไม่ดีจะมีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคนาโนมาก ปกติการสังเคราะห์ที่ดีควรมีขนาดของอนุภาคนาโนเล็กที่สุด และการกระจายตัวของอนุภาคน้อยที่สุดด้วย ซึ่งรูปร่างของอนุภาคนาโนมีหลายรูปร่างขึ้นอยู่กับวิธีและเงื่อนไขการสังเคราะห์แต่โดยปกติแล้วรูปร่างของอนุภาคนาโนจะมีลักษณะเป็นทรงกลม [10-12]

2. 2 การกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ

การนำภาพจากแหล่งต่าง ๆ (source image) มาทำการประมวลผลภาพ (image processing) ซึ่งส่วนใหญ่ได้ภาพจากแหล่งกำเนิด เป็นภาพสี จะต้องทำการแปลงให้เป็นภาพโทนสีเทา (gray scale image) [13], [14 -17] เพื่อความเหมาะสมในการประมวลผลภาพ แต่เนื่องจากภาพอนุภาคนาโนทรงกลม ที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด เป็นภาพโทนสีเทา จึงไม่ต้องทำการแปลงภาพอีก แต่ต้องทำการกำจัดสิ่งรบกวน ต่าง ๆ ออกไป (de-noise) เพื่อให้ภาพมีคุณภาพดีขึ้น การกำจัดสิ่งรบกวน ต่าง ๆ ในภาพมีหลายวิธี เช่นวิธีการวงจรกรองค่าเฉลี่ย (average filter) เป็นการกำจัดสัญญาณรบกวนพื้นฐานที่มีความเรียบง่าย [18] และวิธีการวงจรกรองมัธยฐาน (median filter) [11-13],[16] ซึ่งเป็นวิธีการกรองที่ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนประเภทเกลือและพริกไทได้ดี

2.3 การประมวลผลภาพไบนารี

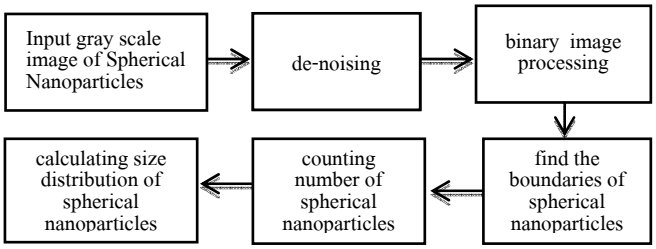
ภาพไบนารีเป็นภาพที่มีเฉพาะสีขาวและสีดำ ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลังของภาพ อาจถือว่า

วัตถุและพื้นหลังแตกต่างกันที่ระดับค่าเทรสโฮลด์ สิ่งสำคัญคือการเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ดีที่สุด มีวิธีการหาค่าเทรสโฮลด์ได้หลายวิธี แต่วิธีของ otsu [19-20] เป็นวิธีที่หาค่าเทรสโฮลด์ ที่ดีและเหมาะสมที่สุด และมีความซับซ้อนในการคำนวณน้อย [14] ถ้าระดับความเข้มของสีพิกเซลมีค่ามากกว่าค่าเทรสโฮลด์ เป็นสีของวัตถุที่ต้องการคือมีสีเป็นสีขาว และถ้าระดับความเข้มของสี มีค่าน้อยกว่าค่าเทรสโฮลด์จะเป็นสีของพื้นหลังและมีสีเป็นสีดำ [11]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 องค์ประกอบของระบบ

องค์ประกอบของระบบทั้งหมดประกอบด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope : SEM) และเครื่องคอมพิวเตอร์ กล้องSEM ใช้สำหรับบันทึกภาพอนุภาคนาโนทรงกลมซึ่งเป็นภาพโทนสีเทา และเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการประมวลผลภาพและแสดงผลลัพธ์ มีขั้นตอนการทำงาน ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการวัดกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลม

3.2 การประมวลผลภาพ

นำภาพอนุภาคนาโนทรงกลมมาจากกล้องจุลทรรศน์ อีเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งเป็นภาพโทนสีเทา (gray scale image) มีการจัดเก็บข้อมูลแบบเมตริกของข้อมูลภาพซึ่งเป็นค่าระดับความเข้มของสีคือ ภาพมีความเข้มตั้งแต่สีดำ (0) สว่างขึ้นจนเป็นสีเทา และมีความเข้มสว่างที่สุดคือสีขาว(255) ทำการประมวลผลภาพตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ เนื่องจากในภาพจะมีสิ่งรบกวนต่าง ๆ (noise) ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของของภาพ เช่น สัญญาณรบกวนเกาส์ สัญญาณรบกวนเสปกเกิล และสัญญาณรบกวนเกลือพริกไทย จึงต้องทำการกำจัดสิ่งรบกวนในภาพเหล่านั้นออกไปเพื่อให้ภาพมีคุณภาพดีขึ้น วิธีการกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือวิธีการกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ แบบวิธีโดเมนเวลา และแบบโดเมนความถี่ สำหรับวิธีโดเมนเวลาเป็นการทำให้เรียบแบบถ่วงน้ำหนัก (weighed smoothing) การกรองมัธยฐาน (median filtering) และ สัณฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์ (mathematic morphology) ส่วนวิธีโดเมนความถี่ เป็นการทำการกรองดิจิตอลคลาสสิค (classical digital filtering) โฮโมมอฟิค (homomorphic) และการวิเคราะห์เวฟเลต(wavelet analysis) [20]ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ โดยกรองแบบมัธยฐาน ซึ่งเป็นวิธวิธีการกำจัดสิ่งรบกวนประเภทเกลือพริกไทย ทำให้ภาพของอนุภาคนาโนทรงกลมชัดขึ้น

3.2.2 การทำให้เป็นภาพไบนารี ภาพอนุภาคนาโนทรงกลมที่ได้กำจัดสิ่งรบกวนแล้วนำมาทำการแปลงภาพโทนสีเทาให้เป็นภาพไบนารีซึ่งสีของภาพมี สองค่าคือ สีดำกับสีขาว 0 เป็นสีดำ และ 1 เป็นสีขาว เพื่อแยกให้เห็นสีของอนุภาคนาโนทรงกลมกับสีพื้นอย่างชัดเจน โดยหาค่าเทรสโฮลด์ใช้วิธีของ otsu และทำการเปรียบเทียบค่าสีพิกเซลของภาพโทนสีเทากับค่าเทรสโฮลด์ ภาพโทนสีเทาถูกจัดเก็บในรูปเมตริกซ์ ขนาด m x n ตำแหน่ง G[i, j] ซึ่งเป็นค่าความเข้มของโทนสีขาวจนถึงสีดำ แถวที่ i คอลัมภ์ที่ j และหาค่าภาพไบนารีตำแหน่ง B[i, j] ได้ดังนี้

ถ้า G[i, j] > เทรสโฮลด์

B[i, j] = 1 ให้พิกเซลเป็นสีขาว

ถ้าเป็นอย่างอื่น

B[i, j] = 0 ให้พิกเซลเป็นสีดำ

3.2.3 การหาขอบภาพและการนับจำนวนของอนุภาคนาโนทรงกลม เนื่องจากพิกเซลในภาพไบนารีมีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น ซึ่งค่า 0 แทนสีพื้นของภาพ และค่า 1 แทนสีภาพของอนุภาคนาโน พิกเซลของขอบอนุภาคนาโนจะต่อเนื่องและเชื่อมต่อกันเป็นกราฟวงกลม เราสามารถหาจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลมได้จากการนับเส้นขอบของแต่ละอนุภาค [18], [11]

3.2.4 การวัดกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลม ในการคำนวณหาเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคนาโนทรงกลมแต่ละอนุภาค คำนวณจากกราฟวงกลมที่ได้จากการหาขอบภาพของอนุภาคนาโนทรงกลม หาค่าได้จากสมการที่ (1)

$$\alpha = \frac{(X_{max} - X_{min}) + (Y_{max} - Y_{min})}{2} \qquad (1)$$

โดยที่ α คือค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคนาโนทรงกลม

X_{max} คือค่าสูงสุดของตำแหน่งขอบอนุภาคบนแกน X

X_{min} คือค่าต่ำสุดของตำแหน่งขอบอนุภาคบนแกน X

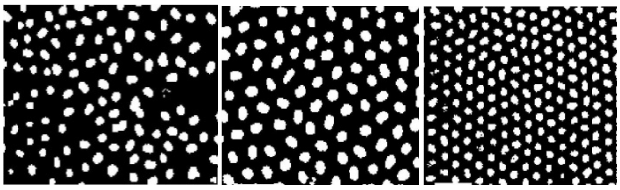
Y_{max} คือค่าสูงสุดของตำแหน่งขอบอนุภาคบนแกน Y

Y_{min} คือค่าต่ำสุดของตำแหน่งขอบอนุภาคบนแกน Y

นับจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลม แต่ละขนาดจากค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางทุก ๆ อนุภาค และวาดกราฟเพื่อวัดการกระจายของขนาดอนุภาคนาโนทรงกลม

4. ผลการดำเนินงาน

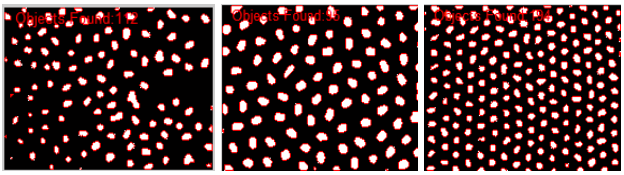
4.1 จากการประมวลผลภาพ ภาพอนุภาคนาโนทรงกลมจากกล้องกล้องจุลทัศน์อีเล็กตรอนแบบส่องกราด จำนวน 403 อนุภาค จาก 3 ภาพ หลังจากทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว ทำการหาค่า เทรสโฮลด์ได้ 29, 49 และ 41 ตามลำดับ ทำการแปลงให้เป็นภาพไบนารี ดังภาพที่ 2



(1) เทรสโฮลด์ 29 (2) เทรสโฮลด์ 49 (3) Threshold 41

ภาพที่ 2: ภาพที่แปลงจากภาพโทนสีเทาเป็นภาพไบนารี

4.2 หาขอบภาพ และ นับจำนวน โดยหาเส้นผ่าศูนย์กลางจากค่าเฉลี่ย สูงสุดต่ำสุดของแกน x และแกน y ของแต่ละอนุภาคแสดงดังตามภาพที่ 3 ซึ่งแสดงเส้นขอบของแต่ละอนุภาค นับและแสดงจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลม



(1) 112 อนุภาค (2) 95 อนุภาค (3) 196 อนุภาค

ภาพที่ 3: แสดงเส้นขอบและจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลม

4.3 เปรียบเทียบการจำนวนและการหาขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมจากการทำด้วยมือบน ImageJ กับวิธีการประมวลผลภาพนาโนทรงกลม โดยแบ่งขขาดของอนุภาคนาโนทรงกลมเป็นช่วงๆ ละ 5 นาโนเมตร ได้ผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : เปรียบเทียบ จำนวนและขนาดของอนุภาคนาโน ทรงกลมตามวิธีการประมวลผล

กลุ่มตัวอย่าง	ใช้วิธีประมวลผลด้วยมือ บน imageJ					ใช้วิธีการประมวลผลภาพ				
	จำนวน	0-5 nm	6-10 nm	11-15 nm	16-20 nm	จำนวน	0-5 nm	6-10 nm	11-15 nm	16-20 nm
1	115	2	112	1	0	112	9	60	42	1
2	97	2	77	18	0	95	4	9	79	3
3	193	25	168	0	0	194	6	139	49	0

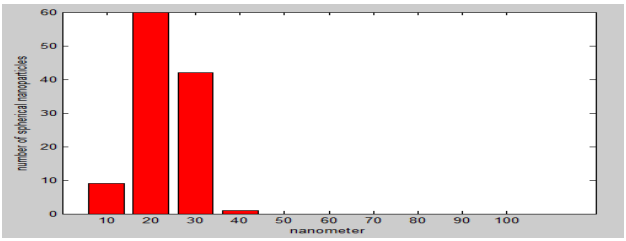
จากตารางที่ 1 พบว่าการหาขนาด อนุภาคนาโนทรงกลม โดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยมือบน ImageJ มีขนาด 3 กลุ่ม ตั้งแต่ 0 ถึง 15 นาโนเมตร ส่วนใหญ่มีขนาด 6-10 นาโนเมตร ส่วนวิธีการประมวลผลภาพ มีขนาด 4 กลุ่ม ตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาโนเมตร ส่วนใหญ่มีขนาด 6-10 และ 11-15 นาโนเมตร ซึ่งแสดงถึงการหาขนาดของอนุภาคนาโนได้ดีกว่า สำหรับการหาความผิดพลาดในการนับจำนวนและการหาขนาดอนุภาคนาโนทรงกลม จากการประมวลผลด้วยมือจาก ImageJ และการประมวลผลภาพ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ความแตกต่างของจำนวนและขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมตามวิธีการประมวลผล

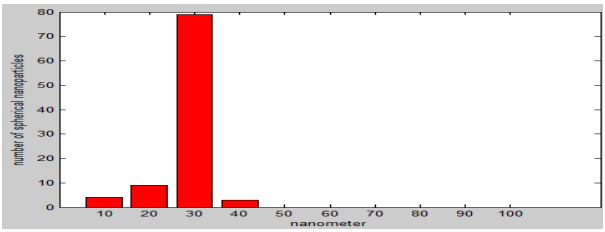
กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน		ความแตกต่างของขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมตามวิธีการประมวลผล							
	จำนวน	ร้อยละ	0-5 nm	ร้อยละ	6-10 nm	ร้อยละ	11-15 nm	ร้อยละ	16-20 nm	ร้อยละ
1	3	2.6	7	6.09	52	45.2	41	35.7	1	0.9
2	2	2.1	2	2.06	68	70.1	61	62.9	3	3.1
3	1	0.5	19	9.84	29	15.0	49	25.4	0	0.0

จากตารางที่ 2 พบว่าการนับจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลม ทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันน้อยมากประมาณร้อยละ 2 แต่การนับจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลมตามขนาดทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันสูงมาก โดยที่ ขนาด 6-10 นาโนเมตร ต่างกันสูงสุด ร้อยละ70 และขนาด 11-15 นาโนเมตร ต่างกันสูงสุดร้อยละ 63 ซึ่งความผิดพลาดเกิดจากการใช้มือลากเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคนาโนบนแกน x หรือ แกน y เพียงแกนเดียว โดยไม่ผ่านจุดศูนย์กลางทุกอนุภาค ทำให้ได้ขนาดอนุภาคที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด

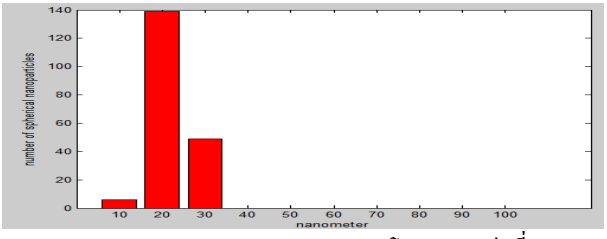
4.4 ข้อมูลจากการประมวลผลภาพ สร้างกราฟแสดงการกระจายของอนุภาคนาโนขนาด 5 ถึง 45 นาโนเมตร โดยสมมุติอัตราส่วน 1 พิกเซลต่อ 10 นาโนเมตร ดังแสดงใน ภาพที่ 4 กราฟแสดงการกระจายอนุภาคนาโนทรงกลมขนาด ต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่ม



(1) แสดงการกระจายของอนุภาคนาโทรงกลมกลุ่มที่ 1



(2) แสดงการกระจายของอนุภาคนาโทรงกลมกลุ่มที่ 2



(3) แสดงการกระจายของอนุภาคนาโทรงกลมกลุ่มที่ 3

ภาพที่ 4 : กราฟแสดงการกระจายอนุภาคนาโนทรงกลมขนาดต่าง ๆ

จากภาพที่ 4 (1) การกระจายขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมกลุ่มที่ 1 จำนวน 112 อนุภาค ส่วนใหญ่มีขนาดระหว่าง 15-35 นาโนเมตร ภาพที่ 4 (2) การกระจายขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมกลุ่มที่ 2 จำนวน 95 อนุภาค ส่วนใหญ่มีขนาดระหว่าง 25-35 นาโนเมตร ภาพที่ 4 (3) การกระจายขนาดอนุภาค นาโนทรงกลมกลุ่มที่ 3 จำนวน 194 อนุภาค ส่วนใหญ่มีขนาดระหว่าง 15-35 นาโนเมตร พบว่า กราฟในภาพที่ 4 (2) แสดงการวัดการกระจายของขนาดอนุภาคนาโนทรงกลมได้ดีที่สุด เพราะมีการกระจาย ขนาดของอนุภาคน้อยที่สุด ขนาด 25-35 มีจำนวนมากถึง 79 อนุภาค ส่วนขนาดอื่น ๆ มีน้อยกว่า 10 อนุภาค

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การวัดการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมโดยวิธีการประมวลผลภาพ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องในการนับจำนวนอนุภาคนาโนทรงกลมแต่ละขนาดและหาการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนได้ตามต้องการ ซึ่งสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ มีความรวดเร็วมีความถูกต้องร้อยละ 98 และลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยสายตาเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ทำด้วยมือบน image J และสามารถนำไปเป็นแนวทางการหาวิธีที่ดีที่สุดในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ใช้ได้กับภาพอนุภาคนาโนทรงกลมที่กระจายไม่ทับซ้อนกัน ในอนาคตควรพัฒนางานวิจัยที่สามารถนับจำนวนและหาการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนทรงกลมจากภาพอนุภาคนาโนทรงกลมที่ทับซ้อนกันได้และแบ่งชั้นของอนุภาคนาโนทรงกลมที่วางซ้อนกันได้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. G. Kulkarni, X.-L. Gao, S. E. Horner, J. Q. Zheng, N. V. David, “Ballistic Helmets - Their Design, Materials, and Performance against Traumatic Brain Injury”, *Composite Structures*, 2013.

[2] David P. Cormode, Peter A. Jarzyna, Willem J. M. Mulder, Zahi A. Fayad, “Modified natural nanoparticles as contrast agents for medical imaging”, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 2010.

[3] J. H. Kim, E. K. Kim, C. H. Lee, M. S. Song, Y.-H. Kim, J. Kim, “Electrical properties of metal-oxide semiconductor nano-particle device”, *Physicam*, Ed. 26 (2005) 432–435.

[4] Jennifer E. Gagner , Xi Qian, Maria M. Lopez, Jonathan S. Dordick, RichardW. Siegel, “Effect of gold nanoparticle structure on the conformation and function of adsorbed proteins ”, *Biomaterials*, 2012.

[5] Sylvia Leydecker, “Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design,” *Birkhauser Basel Boston Berlin*,2012.

[6] Caroline B. Reid, Jennifer S. Forreste, Heather J. Goodshaw, Erich H. Kisi, and Gregg J. Suaning, “A study in the mechanical milling of alumina powder”, *Ceramics International*, vol. 34, pp. 1551–1556, 2008.

[7] F. Mirjalili, M. Hasmaliza, and L. Chuah Abdullah," Size-controlled synthesis of nano a-alumina particles through the sol–gel method", *Ceramics International*, vol. 36, pp. 1253–1257, 2010.

[9] Kiyoshi Yatsui, Takanori Yukawa, Constantin Grigoriu, Makoto Hirai and Weihua Jiang, "Synthesis of ultrafine - Al2O3 powders by pulsed laser ablation", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 2, pp. 75–83, 2000.

[10] Karen Dawson, Marine Baudequin, Nicolas Sassiat, Aidan J. Quinn, Alan O'Riordan, "Electroanalysis at discrete arrays of gold nanowire electrodes", *Electrochimica Acta*, 2012.

[11] S. Z. Khan, Z. Liu, and L. Li," Characteristics of γ - Al2O3 nanoparticles generated by continuous-wave laser ablation in liquid", *Appl Phys A,* vol. 101, pp. 781–787, 2010.

[12] I. L. Liu, P. Shen, and S. Y. Chen , "H+- and Al2+-Codoped Al2O3 Nanoparticles with Spinel-Type Related Structures by Pulsed Laser Ablation in Water", *J. Phys. Chem*. vol. 114, pp. 7751–7757, C 2010.

[13] Hong Men, Yujie Wu, Xiaoying Li, Zhen Koua and Shanrang Yang, "Counting Method of Heterotrophic Bacteria Based on Image Processing", *Cybernetics and Intelligent Systems*,v2008 IEEE Conference.

[14] Xu Pengyun and Li Jigang, "Computer assistance image processing spores counting," *International Asia Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*.

[15] Zhao Ping and Li Yongkui, "Grain Counting Method Based on Image Processing", *International Conference on Information Engineering and Computer Science (ICIECS)*, 2009.

[16] Wang Shu-Guang, Zeng Xiang-Yang and Wang Qiang, "Application of SVM in the Food Bacteria Image Recognition and Count", *3rd International Congress on Image and Signal Processing,* 2010.

[17] Shen Wei-zheng, Wu Ya-chun, Zhao lie and Zheng Hui, "Experimental Study for Automatic Colony Counting System Based on Image Processing", *International Conference Computer Application and System Modeling*, 2010.

[18] P. Rajashekar Reddy, V. Amarnadh, Mekala Bhaskar, "Evaluation of Stopping Criterion in Contour Tracing Algorithms", *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 3, no. 3, 2012.

[19] Nobuyuki Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics*, vol. 6, no. 3, pp. 62-66, 1979.

[20] Dong Han, Jianfu Teng, Zhaoxuan Yang, Yanwei Pang, Meng Wang, "2D Barcode Image Binarization Based on Wavelet Analysis and Otsu's Method", *International Conference on Computer Application and System Modeling*, 2010.

การตรวจสอบรอยขีดข่วนบนแผ่นคั่นดิสก์โดยใช้เทคนิคประมวลผลภาพ

Detection of Disk Separator Plate Scratch by Using Digital Image Processing Technique

พิรัญญา มธุรเวช (Pirunya Maturawach)[1] และกอบชัย เดชหาญ (Kobchai Dejhan)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[1]pra_pirunya@hotmail.com, [2]kobchai@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเทคนิคการตรวจจับรอยขีดข่วนบนแผ่นคั่นดิสก์ (Disk Separator Plate) โดยใช้การประมวลผลภาพ การออกแบบเริ่มต้นจากการใช้กล้องเวปแคมจับภาพชิ้นงานที่ฉายด้วยแสง Backlight เพื่อเพิ่มความเด่นชัดของรอยขีดข่วน เนื่องจากตัวชิ้นงานเองมีรอยที่เกิดจากเครื่องกัดซีเอ็นซี (Milling CNC) อยู่แล้วซึ่งทำให้ผู้มองเกิดการสับสนได้ การนำแสง Blacklight เข้าไปช่วยทำให้ภาพเหลือเพียงแต่รอยขีดข่วนลึก รอยกด และรอยคว้านที่เราไม่ต้องการ ตัวสัญญาณภาพที่ได้จะถูกส่งเข้าไปยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB และใช้โปรแกรม Matlab ทำการประมวลผลข้อมูลภาพโดยแปลงให้เป็นภาพระดับสีเทาและตัวกรองความถี่สูง ผลการทดลองพบส่วนที่เป็นรอยขีดข่วนบนผิวชิ้นงานแผ่นคั่นดิสก์มีความเด่นชัดมาก ทำให้สามารถจำแนกชิ้นงานที่เสียได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

คำสำคัญ: แผ่นคั่นดิสก์ ภาพระดับสีเทา

Abstract

This paper is present the detection of Disk Separator Plate scratch by using digital image processing. The concept using the webcam camera captures disk separator plate image, apply the backlight help the scratch outstanding. This one we can separate slightly scratches from CNC machine easily and pull out only the deep scratch. The image was transferred to computer by via USB port and converted to be grayscale image by Matlab, and pass to high-pass filter. The result we found that the scratch on Disk Separator Plate clearly, we can sort the defective accurately.

Keyword: Disk Separator Plate, Gray Scale

1. บทนำ

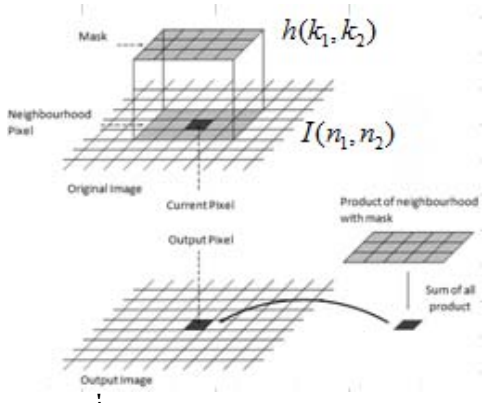
แผ่นคั่นดิสก์เป็นอุปกรณ์ส่วนที่กั้นอยู่ระหว่างตัว ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูล (Media Platter) ซึ่งจะช่วยลดการกระเพื่อมของอากาศและเสียงในฮาร์ดดิสก์ แผ่นคั่นดิสก์นี้จะทำด้วยอลูมิเนียมหรือพลาสติก แบบอลูมิเนียมจะทำให้อากาศที่หมุนเวียนภายในเย็นดีกว่าแบบพลาสติก แต่สำหรับแผ่นคั่นดิสก์แบบอลูมิเนียมมักจะเกิดรอยขีดข่วนขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต แม้จะเป็นเพียงรอยเล็กน้อยก็ตามอาจเกิดปัญหาต่อการทำงานของฮาร์ดดิสก์ได้ ซึ่งวิธีการตรวจสอบรอยขีดของแผ่นคั่นดิสก์โดยทั่วไปจะใช้กล้องจุลทรรศน์และใช้คนเป็นผู้สังเกตรอยขีดข่วน แต่การใช้กล้องจุลทรรศน์และคนเป็นผู้ตรวจสอบมักจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นเนื่องจาก ประสบการณ์ของคน ความอ่อนล้าที่เกิดจากการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการนำเสนอเทคนิคการตรวจสอบรอยขีดข่วนบนแผ่นคั่นดิสก์โดยใช้หลักการประมวลผลภาพ โดยหลักการที่นำเสนอนี้จะนำชิ้นงานแผ่นคั่นดิสก์ฉายด้วยแสง Backlight ซึ่งการฉายแสงนี้จะช่วยให้รอยขีดข่วนมีความเด่นชัดมากขึ้น ต่อจากนั้นจะใช้กล้องเวปแคมต่อเข้ากับ USB พอร์ตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รับภาพชิ้นงาน และใช้โปรแกรม Matlab ทำการแปลงข้อมูลภาพที่รับจาก USB พอร์ตให้เป็นภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) ขนาด 8 บิต และผ่าน

กระบวนการกรองความถี่สูงเพื่อจะแสดงรอยขีดข่วนให้ชัดเจนเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีรอยขีดข่วน

2. ทฤษฎี

2.1 การประเมินผลภาพโดยใช้จุดข้างเคียง

การประมวลผลภาพโดยใช้จุดข้างเคียงแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การประมวลผลภาพโดยใช้จุดข้างเคียง

จากภาพที่ 1 ข้อมูลภาพต้นแบบจะถูกครอบด้วยหน้ากาก (Mask) [1], [2] และคำนวณได้ผลลัพธ์เป็นจุดภาพ 1 จุดด้วยสมการที่ 1

$$y=(n_1,n_2)\sum_{k1=-1}^{1}\sum_{k2=-1}^{1}h(k_1,k_2)I(n_1+k_1,n_2+k_2) \quad (1)$$

เมื่อ $h(k_1,k_2)$ เป็น ข้อมูลภายในเทมเพลท (Template)

$I(n_1,n_2)$ เป็นข้อมูลภาพ

$y(n_1,n_2)$ เป็นข้อมูลภาพหลังการประมวลผล

2.2 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

ภาพที่ได้จากกล้องเวปแคมจะเป็นภาพสีชนิด RGB (True Color) และจะถูกแปลงให้เป็นภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) [3] โดยสมการที่ 2 ดังนี้

$$Gray=0.30R+0.59G+0.11B \quad (2)$$

โดย $Gray$ คือระดับภาพขาวเทา, R คือ องค์ประกอบสีแดง G คือองค์ประกอบสีเขียว และ B คือองค์ประกอบสีน้ำเงิน

2.3 ตัวกรองความถี่สูง

แสดงได้เป็นเทมเพลทดังภาพที่ 2 และใช้สมการ ที่ 1 ในการประมวลผล โดยใช้ตัวกรองความถี่สูงแบบลาปาส (Laplacian filter) [4], [5], [6] ดังสมการที่ 3

$$\nabla^2 f(x,y)=\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2} \quad (3)$$

เมื่อ $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}=f(x+1,y)+f(x-1,y)-2f(x,y)$

$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}=f(x,y+1)+f(x,y-1)-2f(x,y)$

จะได้

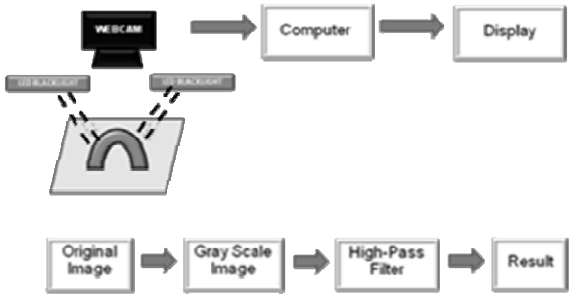
$$\nabla^2 f=[f(x+1,y)+f(x-1),y)+f(x,y+1)+f(x,y-1)]-4f(x,y)$$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

ภาพที่ 2: แสดงเทมเพลทของตัวกรองความถี่สูง

3. การทดลอง

การทดลองการตรวจจับรอยขีดข่วนบนแผ่นดิ่นดิสก์ แสดงไดอะแกรมได้ดังภาพที่ 3 และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังภาพที่ 4 โดยกล้องที่ใช้ในการทดลองมีความละเอียด 12 ล้านพิกเซล



ภาพที่ 3: ไดอะแกรมการตรวจจับรอยขีดข่วนแผ่นดิ่นดิสก์

(a) **(b)** **(c)**

ภาพที่ 4: อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รูป (a) กล้องเวปแคม รูป (b) หลอด LED Backlight และ รูป (c) แผ่นดิ่นดิสก์

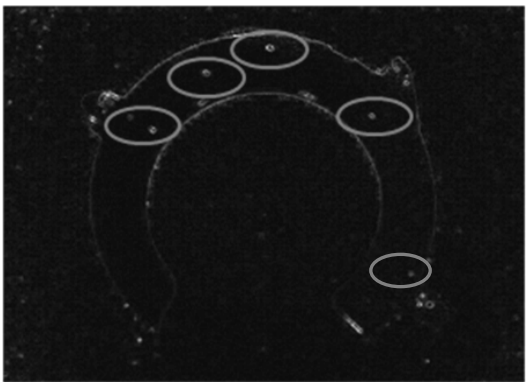
4. ผลการทดลอง

ในการทดลองได้นำแผ่นดั่นดิสก์ที่มีรอยกดลึก, รอยคว้านจากเครื่องกัดซีเอ็นซีและรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นจากสาเหตุอื่นๆ ในกระบวนการผลิต

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากชิ้นงานที่มีลักษณะรอยกดลึก

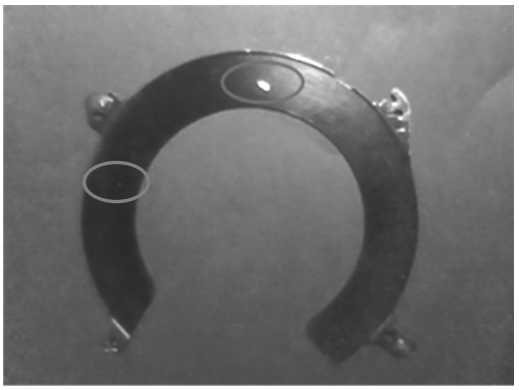
ภาพที่ 5: ภาพที่ได้จากการถ่ายใต้ LED Backlight

ภาพที่ 6: ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale image)

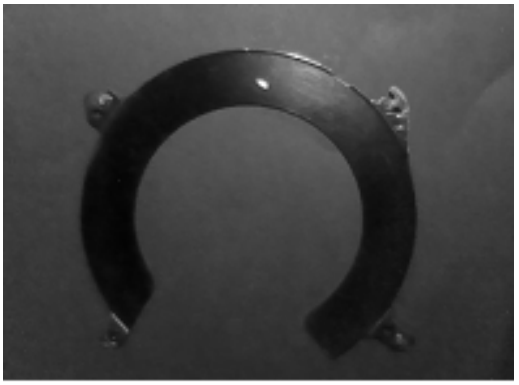


ภาพที่ 7: ภาพที่ผ่านตัวกรองความถี่สูง (High-Pass filter)

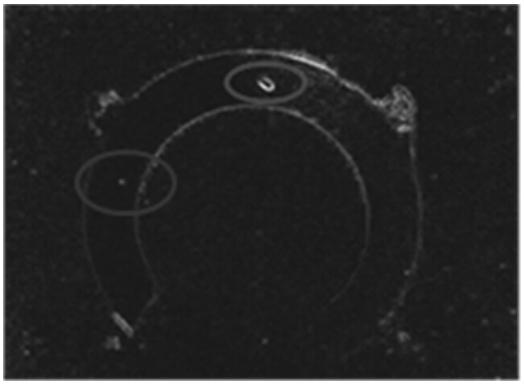
4.2 ผลการทดลองที่ได้จากชิ้นงานที่มีลักษณะรอยคว้าน



ภาพที่ 8: ภาพที่ได้จากการถ่ายใต้ LED Backlight



ภาพที่ 9: ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale image)

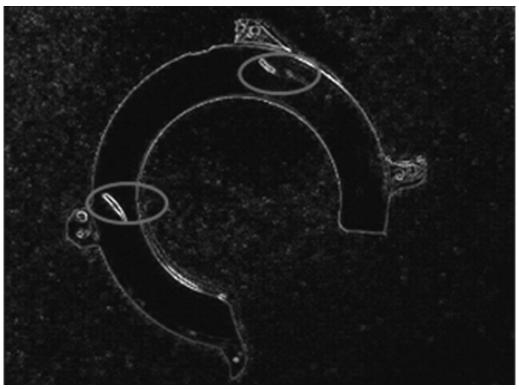


ภาพที่ 10: ภาพที่ผ่านตัวกรองความถี่สูง (High-Pass filter)

4.3 ผลการทดลองที่ได้จากชิ้นงานที่มีลักษณะรอยขีดข่วน

ภาพที่ 11 ภาพที่ได้จากการถ่ายใต้ LED Backlight

ภาพที่ 12 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale image)



ภาพที่ 13 ภาพที่ผ่านตัวกรองความถี่สูง (High-Pass filter)

5. สรุป

จากการทดลองพบว่ารอยขีดข่วน รอยกดลึก และรอยคว้านที่พบบนแผ่นคั่นดิสก์ที่ผ่านเทคนิคที่นำเสนอสามารถแสดงให้เห็นถึงรอยขีดข่วนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยสังเกตได้จากผลการทดลองในส่วนที่ถูกวงกลม เช่น การทดลองที่ 4.1 ภาพที่ 5 เป็นภาพที่ได้จากการถ่ายใต้ LED Backlight โดยจะมีรอยกดลึกอยู่ 4 รอย ซึ่งเห็นได้จากการสังเกตได้อย่างชัดเจน ส่วนอีก 1 รอยจะอยู่ทางด้านล่างขวาแต่สังเกตได้ยากถึงแม้จะอยู่ใต้แสง Backlight ก็ตาม แต่เมื่อใช้เทคนิคที่นำเสนอจะเห็นว่ารอยที่ทางด้านล่างขวาจะเด่นชัดทำให้สังเกตได้ง่ายขึ้นดังภาพที่ 7 และจากผลการทดลองภาพที่ 8 และภาพที่ 11 จะเห็นว่าภาพที่ได้จากการถ่ายใต้ Blacklight สังเกตรอยได้ยากแต่หลังจากที่ผ่านวิธีการที่นำเสนอจะเห็นรอยชัดเจนยิ่งขึ้นดังภาพที่ 10 และภาพที่ 13 อย่างไรก็ตาม ถ้าชิ้นงานมีรอยขีดข่วนที่มีขนาดเล็กจะต้องใช้กล้องที่มีความละเอียดสูงขึ้นจึงจะสามารถตรวจสอบรอยขีดข่วนนี้ได้ สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อก็คืออาจจะทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปไม่ต้องใช้โปรแกรม Matlab เพื่อความสะดวกในการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Gonzalez, and R. E.Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 2nd ed., 2002.

[2] A. Mc Andrew, *Introduction to digital Image Processing with MATLAB*, Thomson: Australia, 2004.

[3] B. Raja, and R. Eschbach, "Spatial color-to grayscale transform preserving chrominance edge information," *signal*, vol. 100, no. 4, 2004.

[4] M. Charbit, *Digital Signal and Image Processing using MATLAB®*, ISTE Ltd.: London, 2006.

[5] J. F. Canny, “A computational approach to edge detection,” *IEEE Transections on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 8, no. 6, pp.679-698, 1986.

[6] M. D. Heath, S. Sarkar, T. Sanocki, and K. W. Bowyer, “A robust visual method for assessing the relative performance of edge-detection algorithms,” *IEEE Transections on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no. 2, pp. 1338-1359, 1997

การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

Application of QR Code to Activity Registration for graduate with import data via the online storage

นฤเทพ สุวรรณธาดา (Naruetep SuwanThada)[1] สมคิด แซ่หลี(Somkid Saelee)[2] และ
สรเดช ครุฑจ้อน (Soradech Kudjon)[3]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมมัลติมีเดียและระบบอินเทอร์เน็ต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
[2,3]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]naruetep.s@bu.ac.th, [2]ssl@kmutnb.ac.th, [3]soradech@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ 2) เพื่อศึกษาวิธีการลดและแก้ไขปัญหาในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันใช้วิธีการจดในสมุดจดบันทึก ทำให้ยากต่อการตรวจสอบอีกทั้งใช้เวลานาน นอกจากนี้เครื่องอ่านบัตรนักศึกษาต้องขอยืมจากหน่วยงานภายใน โดยมีข้อจำกัดเรื่องจำนวนเครื่องและระยะเวลาในการยืมคืน ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาลงในคิวอาร์โค้ด แล้วให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมผ่านบริการซิงก์และฝากข้อมูลของ "Dropbox" ในรูปแบบออนไลน์ จากนั้นจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้สู่ระบบ "Electronic Diamond Book" โดยสำนักทะเบียนเป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา ถ้าไม่ครบตามข้อตกลงนักศึกษาจะไม่สามารถแจ้งสำเร็จการศึกษาได้

จากผลการวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง และช่วยให้การบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษามีความถูกต้องชัดเจน และสามารถตรวจสอบได้ เมื่อสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา พบว่าอยู่ในระดับดี อีกทั้งมีข้อเสนอแนะว่าควรนำคิวอาร์โค้ดไปผนวกกับบัตรประจำตัวนักศึกษา

คำสำคัญ: คิวอาร์โค้ด ระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

Abstract

The objectives of this research are 1) to apply QR code helping record information for student activity by importing data via online, 2) to learn how to reduce and fix the student activity record attendance for graduation, and 3) to find out the Board of Students' satisfaction with the application of QR code.

Nowadays, recording data in notebook is took time to check. Also, student's identification card readers have to be borrowed from the responsible authority. These are limits on the number and duration of circulation.

In this research, we will record information of each student inside the QR code. Then let the participants check it via online by using "Dropbox". After that, it will be linked to the "Electronic Diamond Book" and the Registrar's office will monitor it. At last if students did not participate they require activity, and then they cannot complete their studies.

The results showed that to apply QR code helping record information for student activity by importing data via online can solve the problem and this were precise, concise, and clear. The result of evaluation by asking the Board of Students' satisfaction with the QR code applying

through the situation, there is at a good level. There is also a suggestion that should apply the QR code to integrate with the student Identification card, in order to facilitate students overall in efficiency.

Keyword: Online QR code information storage system

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ จัดให้มีการทำกิจกรรมนอกหลักสูตร โดยมีการกำหนดเป็นหัวข้อกิจกรรม ซึ่งนักศึกษาจะต้องบันทึกกิจกรรมต่างๆ ที่ทำลงในสมุดบันทึกกิจกรรมในรูปแบบออนไลน์ (Electronic Diamond Book) ซึ่งถือเป็นหลักฐานในการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ของคณะฯ และมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่นักศึกษาจะต้องปฏิบัติตามเพื่อให้สามารถแจ้งสำเร็จการศึกษาได้ตามปกติ[1] ส่งผลให้นักศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมกิจกรรมของทางคณะจำเป็นต้องหาวิธีการในการจัดการข้อมูลข้างต้น ในอดีตใช้วิธีการจดบันทึกลงในสมุด หรือต้องยืมเครื่องบันทึกข้อมูลในรูปแบบแถบแม่เหล็กจากหน่วยงานภายในของมหาวิทยาลัย ซึ่งมีอยู่จำกัด และทุกคณะก็มีความจำเป็นต้องใช้ ทำให้เกิดปัญหาความไม่เพียงพอต่อความต้องการ

เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งในหลายหน่วยงานมีการนำมาประยุกต์ใช้ทำให้เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก เช่น การโฆษณา การระบุข้อมูลหรือรายละเอียดที่จำเป็นและเป็นช่องทางในการสืบค้นข้อมูลเชิงลึก นอกจากนี้โทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อนำคิวอาร์โค้ดมาทำงานร่วมกับโทรศัพท์มือถือที่มีกล้องและมีระบบที่รองรับ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ที่จะนำเอาเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด มาประยุกต์ใช้กับการจัดการทางด้านข้อมูลต่างๆ[2] และปัจจุบันการให้บริการด้านคลาวด์เซอร์วิสที่เน้นการแชร์ใช้ทรัพยากรด้านโครงสร้างพื้นฐานของไอทีให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยผู้ใช้ไม่ต้องกังวลเรื่องระบบที่ช้าเมื่อมีข้อมูลเก็บมากขึ้นเพราะระบบจะขยายความสามารถในการบริการตามความต้องการของผู้ใช้โดยอัตโนมัติ และผู้ใช้สามารถจ่ายค่าใช้ทรัพยากรด้านโครงสร้างพื้นฐานของไอที คือใช้มากจ่ายมาก ใช้น้อยจ่ายน้อย และจากการคาดการณ์ของบริษัทการ์ทเนอร์ระบุว่า ตลาดคลาวด์เซอร์วิส ทั่วโลกจะขยายใหญ่ขึ้น และจะมีมูลค่าประมาณ 150 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2013 [3]

ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าหากสามารถประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา จะช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการด้านการบันทึกข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น โดยข้อมูลของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม จะบันทึกลงในระบบเก็บข้อมูลออนไลน์โดยเลือกใช้ “Dropbox” ซึ่งหากเกิดปัญหาการสูญหายของข้อมูล สามารถย้อนค้นหาข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในรูปแบบออนไลน์ได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

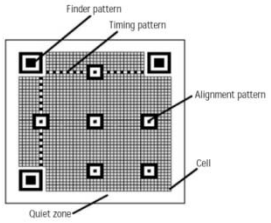
1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการลดและแก้ไขปัญหาในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคิวอาร์โค้ด

คิวอาร์โค้ด (QR Code : Quick Response Code) เป็นสัญลักษณ์สองมิติแบบบิตแม็พ ประดิษฐ์ขึ้นในปี 1994 โดยบริษัท เดนโซ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท โตโยต้า และผ่านการตรวจสอบจากมาตรฐานสากล ISO (ISO/IEC18004) และต่อมามีการกำหนดมาตรฐานของสัญลักษณ์คิวอาร์โค้ดขึ้นโดย AIM International Standard (AIM-ITS 97/01) เป็นมาตรฐานในการระบุข้อมูลอัตโนมัติในอุตสาหกรรม โดยถูกเสนอเป็นมาตรฐาน ISO/IEC JTC 1SC 31 เนื่องจากคิวอาร์โค้ดสามารถปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโครงสร้าง คิวอาร์โค้ด เป็นสัญลักษณ์เมทริกซ์ชนิด มีโครงสร้างเซลล์จัดเรียงในช่องสี่เหลี่ยม ประกอบด้วยรูปแบบการทำงานสำหรับการทำให้อ่านง่ายและพื้นที่ข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูล ซึ่งคิวอาร์โค้ด จะมี Finder pattern, Alignment pattern, Timing pattern และ quite (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 : โครงสร้างของคิวอาร์โค้ด

ลักษณะการทำงานของคิวอาร์โค้ด เป็นรหัสแบบเมทริกซ์ เป็นการบันทึกข้อมูลขนาดใหญ่ 7,089 อักขระ มีความหนาแน่นในการบันทึกข้อมูลประมาณ 100 ครั้งของสัญลักษณ์เชิงเส้น และสามารถอ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงในทุกทิศทางโดยการใช้เซ็นเซอร์ CCD อ่านข้อมูลจากการสแกนภาพแล้วจัด เก็บไว้ในหน่วยความจำ ทำให้สามารถอ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงในทุกทิศทาง 360 องศา

อีกสิ่งหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญคือการป้องกันความเสียหายของข้อมูล แบ่งเป็น 4 ระดับคือ 7%, 15%, 25% และ 30% ต่อพื้นที่สัญลักษณ์ การแก้ไขข้อผิดพลาดจะมีฟังก์ชันการทำงานจะถูกนำมาใช้ตาม จุดข้อบกพร่องหรือพื้นที่ความเสียหายทันที โดยจะใช้รหัสรีดโซโลมอนเพื่อป้องกันการความผิดพลาดนั้น โดยรหัสรีดโซโลมอนจะจัดเรียงในพื้นที่ข้อมูลคิวอาร์โค้ดใหม่ โดยการแก้ไขข้อผิดพลาด ณ จุดนั้นๆ ซึ่งฟังก์ชันการทำงานทำให้รหัสยังคงสามารถอ่านได้อย่างถูกต้องแม้ว่าจะมี จุดหรือรอยเปื้อนหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นจนกว่ามีการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นเสร็จสิ้น ระดับการแก้ไขข้อผิดพลาดสามารถถูกกำหนดค่าโดยผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ได้สร้างสัญลักษณ์ขึ้น ถ้าหากรหัสมีความละเอียดมากโอกาสที่จะได้รับความเสียหายขึ้นจากการใช้งานไม่ควรมีข้อผิดพลาดเกิน 30% [4]

ภาพที่ 2 : การป้องกันความเสียหายของข้อมูล

2.2 การนับจำนวนกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา

สำนักกีฬาและกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยมีการวางแผนกลยุทธในการพัฒนาบัณฑิตพึงประสงค์ให้เป็นผู้ที่มีความพร้อม มีคุณภาพ มีความรู้ ความดี และสามารถดำรงชีวิตอย่างมีความสุขได้ โดยจัดให้มีการทำกิจกรรมนอกหลักสูตร กำหนดเป็นหัวข้อกิจกรรมต่างๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ กิจกรรมเชิงบังคับ และกิจกรรมที่สามารถเลือกทำได้ ซึ่งนักศึกษาจะต้องบันทึกกิจกรรมต่างๆ ที่ทำลงในระบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์ (Electronic Diamond Book) นับเป็นหลักฐานสำคัญว่านักศึกษาได้เรียนรู้กิจกรรมนอกหลักสูตร และได้รับการรับรองจากมหาวิทยาลัยว่าตนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ อันมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนานักศึกษาให้เป็นบัณฑิตที่สมบูรณ์เปี่ยมด้วยความรู้คู่ความดี ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของโลก และดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขสำหรับกิจกรรมที่นักศึกษาต้องทำเป็น 3 หัวข้อใหญ่ คือ ดีมีคุณธรรม มีหัวข้อย่อยได้แก่ มีคุณธรรม รับผิดชอบต่อสังคมหรือภาคภูมิใจในสถาบัน คณะ มีความรอบรู้และเปิดโลกทัศน์เชิงวิชาการ วิชาชีพ มีหัวข้อย่อยได้แก่ เปิดโลกทัศน์สู่โลกภายนอกและพัฒนาตนเองในเชิงวิชาชีพ มีชีวิตที่เป็นสุข มีหัวข้อย่อยได้แก่ ความเข้าใจต่อการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย สุขภาพกายและจิตดี รู้จักและชื่นชมงานศิลปะ คนตรีและวรรณกรรม นักศึกษาทุกหลักสูตรปริญญาตรีต้องทำกิจกรรมให้ครบทั้งหมด โดย 4 ปีภาคปกติจะต้องมีจำนวนกิจกรรมที่กำหนดไม่น้อยกว่า 30 กิจกรรม ต่อเนื่องภาคปกติไม่น้อยกว่า 20 กิจกรรม ภาคพิเศษไม่น้อยกว่า 10 กิจกรรม จึงจะถือว่าทำกิจกรรมนอกหลักสูตรและได้รับประสบการณ์เพื่อพัฒนาตนเองสมคุณค่าแห่งการเป็นบัณฑิต [1]

2.3 ระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

ปัจจุบันการให้บริการจัดเก็บข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต หรือกลุ่มของโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกบริหารจัดการและขยายตัวได้อย่างมาก ซึ่งมีขีดความสามารถในการรองรับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ของผู้ใช้ และเก็บค่าบริการตามการใช้งาน ผู้ใช้สามารถฝากไฟล์และดึงไฟล์มาใช้งานได้อย่างสะดวก โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง และมีปัจจัยสนับสนุนคือ การเติบโตของโทรศัพท์มือถือทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลอัพเดต และแชร์ข้อมูลได้รวมถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ปัจจุบันมีผู้ให้บริการจัดเก็บข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต เช่น iCloud จาก Apple และ Dropbox จาก Dropbox, Inc. เป็นต้น [5]

“Dropbox” เป็นเครื่องมือที่ทำให้สามารถเรียกใช้ ไฟล์งานต่างๆ ของผู้ใช้ และสามารถแชร์ไฟล์ต่างๆ ที่ต้องการได้ทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งรองรับการทำงานที่หลากหลายอุปกรณ์ โดยผู้ใช้

สามารถเพิ่ม ลด แก้ไข ไฟล์ใดๆ ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Dropbox ที่สามารถทำข้อมูลตรงกันอัตโนมัติ (Synchronize) รองรับระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น Windows, Mac, Linux, และโทรศัพท์มือถือ ไม่ว่าข้อมูลจะถูกแก้ไขเพิ่มเติมเมื่อใด Dropbox จะอัพเดทให้กับเครื่องอื่นๆ อัตโนมัติ การแชร์โฟลเดอร์ต่างๆ ให้กับคนอื่นเพื่อให้ทำงานร่วมกันได้ ทั้งนี้ยังให้ผู้ใช้ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เช่นเดียวกัน รวมถึงมีระบบสำรองข้อมูล ทำให้ข้อมูลได้รับการสำรองอัตโนมัติผ่านเว็บไซต์ ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประเด็นการนำ Dropbox มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้รับผิดชอบในการบันทึกผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถบันทึกข้อมูลไปพร้อมๆ กันได้หลายคนในเวลาเดียวกัน โดยใช้โทรศัพท์มือถือที่ได้ทำการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายที่กำหนดทำให้มีความปลอดภัยสูง [6]

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการระบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์ (Electronic Diamond Book)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ คณะกรรมการนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ รวม 30 คน

3.3 รูปแบบการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participation Action Research) มุ่งเน้นการสร้างสรรค์วิธีการขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการจัดการเกี่ยวกับระบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 คิวอาร์โค้ดประจำตัวนักศึกษา

การสร้างคิวอาร์โค้ดเริ่มจากรวบรวมข้อมูลนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย ออกแบบบัตรคิวอาร์โค้ด และดำเนินสร้างคิวอาร์โค้ดผ่านเว็บไซต์ ของ RACO Industries เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และเพื่อให้ได้คิวอาร์โค้ดตามที่กำหนดคือมีค่าความคาดเคลื่อนที่ 25% และมีขนาด 2.5 นิ้ว [7]

3.4.1.1 ดำเนินการสร้างบัตรสำหรับบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา โดยนำคิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้นมาทดลองผลการใช้งาน

3.4.1.2 ทดลองและสรุปผลการใช้บัตรสำหรับบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา

3.4.2 สร้างระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

3.4.2.1 สมัครบัญชีผู้ใช้งานของ “Dropbox”

3.4.2.2 ติดตั้งแอพพลิเคชัน “QuickMark” บนโทรศัพท์มือถือเพื่อใช้ในการสแกนคิวอาร์โค้ดของนักศึกษา

3.4.2.3 เชื่อมต่อแอพพลิเคชัน “QuickMark” กับฐานข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานของ “Dropbox”

3.4.2.4 ทดลองและสรุปผลการใช้งานระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

3.5 ขั้นติดตามผล ตรวจสอบ ปรับปรุง

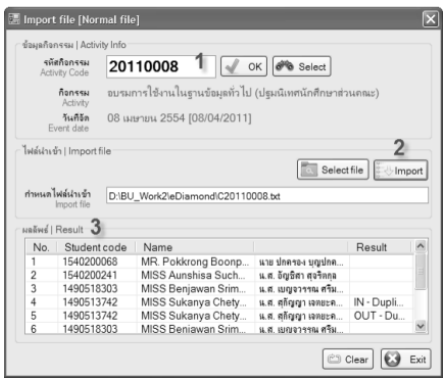
3.5.1 ขั้นตอนการติดตามผล

3.5.1.1 กำหนดรูปแบบและผู้รับผิดชอบในการจัดการการบันทึกข้อมูลนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม

3.5.1.2 แจกคิวอาร์โค้ดให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1

3.5.1.3 ดำเนินการบันทึกข้อมูลนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม โดยใช้คิวอาร์โค้ดและนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

3.5.1.4 นำข้อมูลในระบบเก็บข้อมูลออนไลน์เข้าสู่ระบบบันทึกกิจกรรมออนไลน์ อาจารย์ที่ปรึกษาคณะ เป็นผู้ดำเนินการ ในขั้นตอนนี้อาจารย์ที่ปรึกษาจะนำไฟล์ที่ได้จากการแสกนคิวอาร์โค้ด จากนักศึกษาที่จัดเก็บไว้ใน Dropbox โดยนำเข้าข้อมูลผ่านโปรแกรมจัดการระบบ e-Diamond 2011 (Faculty: Windows Application)



ภาพที่ 3 : โปรแกรมจัดการระบบ e-Diamond 2011

3.5.2 ขั้นตอนการตรวจสอบ

ขั้นตอนนี้กำหนดให้คณะกรรมการนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นผู้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบความถูกต้อง อาทิ คิวอาร์โค้ดที่นักศึกษาได้รับตรงกับข้อมูลของนักศึกษาหรือไม่ การบันทึกข้อมูลถูกต้องตามข้อกำหนดของกิจกรรมนั้นๆ หรือไม่ เป็นต้น

3.5.3 ขั้นตอนการปรับปรุง

ปรับปรุงข้อผิดพลาดจากขั้นตอนการตรวจสอบ

3.6 สรุปผลการวิจัย

3.6.1 วิเคราะห์ผลการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

3.6.2 สรุปผลการศึกษาวิธีการลดและแก้ไขปัญหาในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลที่ได้จากการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 คิวอาร์โค้ดประจำตัวนักศึกษา

4.1.1.1 ผลการรวบรวมข้อมูลนักศึกษากลุ่มตัวอย่างสรุปได้ว่ามีนักศึกษาชั้นปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 175 คน

4.1.1.2 ผลการออกแบบบัตรสำหรับบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา กำหนดให้ด้านหน้าประกอบด้วยชื่อนามสกุล รหัสนักศึกษา และคิวอาร์โค้ดสำหรับกิจกรรมสายรหัส และกำหนดให้ด้านหลังเป็นคิวอาร์โค้ดรหัสนักศึกษา ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

4.1.1.3 ผลการสร้างคิวอาร์โค้ดผ่านเว็บไซต์ และกำหนดให้ใช้ค่าความผิดพลาดที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 3

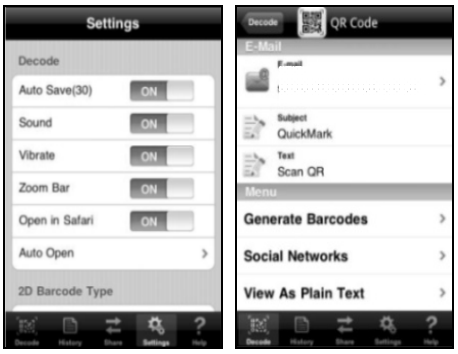
ภาพที่ 4 : การสร้างคิวอาร์โค้ดผ่านเว็บไซต์

4.1.1.4 ผลการประกอบรวมคิวอาร์โค้ดที่สร้างผ่านเว็บไซต์กับบัตรสำหรับบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา ได้ผลดังภาพที่ 4

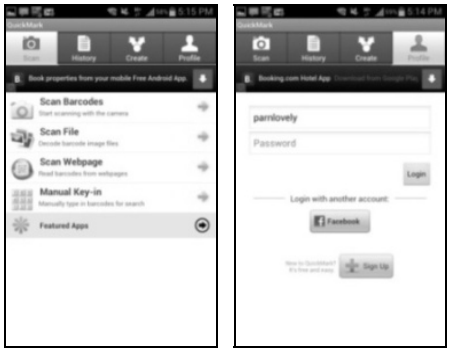
ภาพที่ 5 : คิวอาร์โค้ดประจำตัวนักศึกษาด้านหน้าและหลัง

4.1.2 ระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

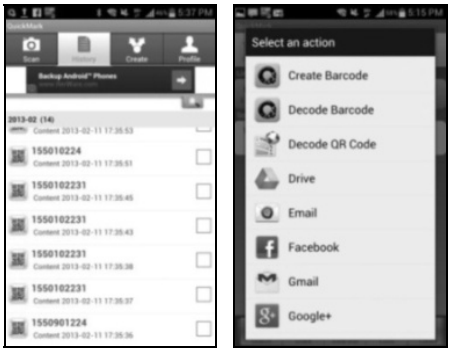
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสมัครบัญชีผู้ใช้งานของ “Dropbox” และทำการติดตั้งแอพพลิเคชัน “QuickMark” ใช้ในการสแกนคิวอาร์โค้ดของนักศึกษา จากนั้นทำการเชื่อมต่อแอพพลิเคชัน “QuickMark” กับฐานข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานของ “Dropbox” และทดสอบ สรุปผลการใช้งานระบบเก็บข้อมูลออนไลน์



ภาพที่ 6 : แอพพลิเคชัน “Quickmark” บนระบบปฏิบัติการ iOS



ภาพที่ 7 : แอพพลิเคชัน “Quickmark” บนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์



ภาพที่ 8 : การเลือกรูปแบบการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

4.2 ผลการติดตามผล ตรวจสอบ ปรับปรุง

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ คณะกรรมการนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ รวม 30 คน โดยผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลดังกล่าวออกมาในรูปแบบค่าเฉลี่ยตามประเด็นที่ต้องการศึกษาซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์

ประเด็นที่ศึกษา	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ประสิทธิภาพของการใช้คิวอาร์โค้ดฯ	4.48	0.561	ดี
2 .ความง่ายต่อการใช้คิวอาร์โค้ดฯ	4.35	0.532	ดี
3. ความรวดเร็วในการใช้คิวอาร์โค้ดฯ	4.45	0.642	ดี
4. การใช้คิวอาร์โค้ดร่วมกับการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบออนไลน์มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริง	4.62	0.512	ดีมาก
5. ความพึงพอใจในภายรวมของการใช้คิวอาร์โค้ดฯ	4.72	0.502	ดีมาก
ภาพรวม	**4.53**	**0.0503**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 1.1 พบว่าจากการศึกษาความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.53) เมื่อพิจารณาจากรายข้อแล้วนั้นปรากฏว่า คณะกรรมการนักศึกษา มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ความพึงพอใจในภายรวมของการใช้คิวอาร์โค้ดฯ ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.72) ความพึงพอใจอันดับที่ 2 คือ ความการใช้คิวอาร์โค้ดร่วมกับการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบออนไลน์มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริง ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.62) อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้คิวอาร์โค้ดฯ ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่า ผลการประเมินในประเด็นความง่ายต่อการใช้คิวอาร์โค้ดฯ มีความพึงพอใจน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.35)

สุดท้ายสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ ได้รับผลตอบรับจากผู้ใช้หรือกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างดี และสามารถลดและแก้ไขปัญหาในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา อีกทั้งผลการศึกษาความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์อยู่ในระดับดีมาก และสามารถนำไปใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุป

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้นถือเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ และผู้เกี่ยวข้องไม่ควรมองข้าม ตัวอย่างที่ทำให้เห็นได้ชัดเจนคือการการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ สามารถช่วยลดและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง โดยไม่จำเป็นต้องใช้งบประมาณจำนวนมากในการแก้ไข โดยใช้เพียงเทคโนโลยีที่มีอยู่รอบตัวเท่านั้น และอีกสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยพบคือ การใช้แอพพลิเคชัน Quickmark ร่วมกับโทรศัพท์มือถือในการบันทึกผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถทำได้โดยผู้บันทึกหลายๆ คนพร้อมๆ กัน สามารถลดปัญหาเรื่องระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลของนักศึกษาจำนวนมากได้ดี ซึ่งใช้เพียงโทรศัพท์มือถือ ซึ่งผู้รับผิดชอบส่วนใหญ่มีทุกคน เพียงแค่นี้ก็สามารถช่วยกันบันทึกข้อมูลไปสู่ระบบจัดการข้อมูลในรูปแบบออนไลน์ได้แบบเรียวทาม ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง และยังมีการบันทึกเวลาในการบันทึกข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูลและมีระบบป้องกันการสูญหายของข้อมูลได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถสรุปได้ถึงแนวคิดต่างๆ และข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่กลุ่มตัวอย่างได้ให้แนวคิดไว้ เช่น การนำคิวอาร์โค้ดไปใช้กับบัตรประจำตัวนักศึกษา รวมถึงการแบ่งลักษณะของกลุ่มผู้เรียนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง และอื่นๆ อีกมากมาย ถือเป็นการใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] ฝ่ายกิจการนักศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ, “คู่มือน้องใหม่คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ปี 2552.” สำนักกีฬาและกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

[2] ศูนย์ประสานงานการรักษาความมั่นคงระบบคอมพิวเตอร์ ประเทศไทย (ThaiCERT). (2549). แนะนาเทคโนโลยีบาร์โค้ด 2 มิติ. ค้นจาก http://www.thaicert.nectec.or.th/.com.

[3] Gartner says Worldwide Cloud Services Revenue Will Grow21.3 Percent in 2009 http://www.gartner.com/it/page.jsp?id =920712.

[4] Tan Jin Soon. (2008). QR Code. Retrieved form http://qrbcn.com/imatgesbloc/Three_QR_Code.pdf.

[5] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศท้องถิ่น(ศส.) “@Post” ฉบับที่ 5 พ.ศ.2555.

[6] ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิทยาบริการ reference: https://www.dropbox.com /features. 2555.

[7] RACO Industries, LLC. (n.d.). Retrieved 10 26, 2012, from QR Code Barcode Generator: http://www.racoindustries.com/ barcodegenerator/2d/qr-code.aspx.

การพัฒนาโมเดลการแพร่ของโรคระบาดบนระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิคเว็บเซอร์วิส

Development of Disease Dispersion Model on Geographic Information System via Dynamic Web Service

ไพศาล สิมาเลาเต่า (Paisam Simalotao)[1] และอุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา (Ubonrat Sirisukpoca)[2]
กลุ่มโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]paisan.smlt@gmail.com, [2]ubonrat76@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการแพร่ของโรคระบาดบนระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิคเว็บเซอร์วิส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการนำเข้าข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่และโรคไข้เลือดออก ผ่านส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย ส่วนที่สองเป็นการทดสอบการให้บริการข้อมูลด้วยไดนามิคเว็บเซอร์วิสโดยการเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลสำหรับให้บริการ และส่วนที่สามเป็นการทดสอบการนำเสนอโมเดลการแพร่ระบาดบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่นำเสนอสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น พื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด ลักษณะการแพร่ระบาด ปัจจัยในการแพร่ระบาด เป็นต้น โดยสามารถเลือกช่วงเวลาในการแพร่ระบาดทำให้ทราบถึงพื้นที่และขอบเขตของการแพร่ระบาด เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมการแพร่ระบาดต่อไป ผลการดำเนินการใช้การประเมินคุณภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 โมเดลดังกล่าวควรนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานกับโรคหลายชนิดมากขึ้น

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ไดนามิคเว็บเซอร์วิส แบบจำลอง การแพร่ระบาด โรคระบาด

Abstract

A disease dispersion model on the Geographic Information System (GIS) is developed in this research. Was divided into three parts. The first part is the data on patients with influenza and dengue fever. Through the user interface is designed to be easy to use. The second part of the test, providing a Dynamic Web Service by selecting only the data you want to build a data structure for service. And the third part is to test the proposed disease dispersion model on the spread of GIS. The information presented can vary according to the area, such as a pandemic. Characteristics of the epidemic. A factor in the spread so you can choose the time and space to know the area and the extent of the epidemic. Planning for the next pandemic. The implementation of an expert system to assess the quality of every aspect was good. The average standard deviation equal to 4.30 and 0.53 models should be further developed to be compatible with many more diseases.

Keyword: Geographic information systems, Dynamic Web Services, Model, Epidemic, Disease Dispersion

1. บทนำ

การพัฒนาโมเดลการแพร่ระบาดของโรค ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิคเว็บเซอร์วิส เป็นการวิจัย

เพื่อพัฒนาโมเดลสำหรับการนำเสนอการแพร่ระบาดเพื่อคาดการณ์ถึงความเป็นไปได้ถึงทิศทางการแพร่ระบาดของโรคในแต่ละพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานของโรคที่กำลังแพร่ระบาด เช่น สาเหตุการเกิดโรค อาการของโรค ปัจจัยในการแพร่ระบาดของโรค พาหะนำโรค สภาพภูมิศาสตร์ของท้องถิ่น และตำแหน่งที่อยู่อาศัยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา เป็นต้น โดยข้อมูลต่าง ๆ จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อมูลดิจิตอล โดยใช้เทคโนโลยีไดนามิคเว็บเซอร์วิสช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โมเดลที่พัฒนาขึ้นได้นำไปทดสอบกับการแพร่ระบาดของโรคระบาดอย่างน้อย 2 โรค เพื่อวิเคราะห์ถึงความถูกต้องและเหมาะสมในการนำเสนอผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในการทดลองได้เลือกโรคไข้หวัดใหญ่ และโรคไข้เลือดออกที่มีลักษณะของการแพร่ระบาดต่างกัน เพื่อให้ได้โมเดลที่สามารถรองรับการทำงานที่หลากหลาย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Web Service

เป็นการให้บริการโดยจะถูกเรียกใช้งานผ่าน Web Application หรือ Application ในรูปแบบ RPC (Remote Procedure Call) [4]Web Service มีการทำงานโดยใช้ Protocol ในการเรียกใช้งาน Web Service คือ SOAP (Simple Object Access Protocol) สามารถใช้งานได้หลาย Platform หรือข้ามภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม อธิบายรายละเอียดในการใช้งาน Web Services โดยใช้ WSDL (Web Services Description Language) และ UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) ซึ่งทำงานผ่าน HTTP Protocol และใช้ภาษา XML ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล [5] [6] [7] [8]

Dynamic Web Service คือ การรวบรวม Service ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกันมาไว้เป็น Service เดียวกันเพื่อลดจำนวนของ Service และมีการใช้งาน 2 Method คือ Class Method เป็นการเรียกใช้งาน Method ในคลาสมีโครงสร้างข้อมูลที่ครบถ้วน และ Dynamic Service Method เป็นการเรียกใช้งาน Method ที่มีโครงสร้างข้อมูลตามต้องการหรือเลือกใช้โครงสร้างข้อมูลเฉพาะที่ต้องการ ทำให้สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7] [8]

2.2 XML (Extensible Markup Language)

เป็นภาษามาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ต้องการให้บริการมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลตามที่ต้องการได้ ซึ่งนิยมใช้งานร่วมกับ Web Service โดยมีการกำหนดชื่อ tag และชื่อคุณสมบัติตามความต้องการของผู้ใช้งาน [9] การตรวจสอบ XML ที่มีรูปแบบถูกต้องมี 2 ระดับ

1. Well-Formed XML document อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน โดยจะต้องมี tag เปิดและปิด เช่น <name></name>
2. เอกสาร XML ที่ถูกต้องจะต้องใช้กับรูปแบบของเอกสารที่ได้รับการตกลงตามมาตรฐานในการใช้งาน

ความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลด้วย Web Service Security โดยการเข้ารหัสข้อมูลมี 2 ทางเลือก คือ SSL (Secure Sockets Layer) และ SOAP extension

1. SSL (Secure Sockets Layer) นิยมใช้ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีการเข้ารหัสข้อมูลและตรวจสอบ Server และ Client ว่ามีอยู่จริง
2. SOAP extension จะทำการเข้ารหัสที่ SOAP package ซึ่งสามารถเข้ารหัสเฉพาะข้อความที่ต้องการ เข้ารหัสเฉพาะส่วนหัวข้อของข้อความ เข้ารหัสเฉพาะเนื้อหาของข้อความ หรือเข้ารหัสทั้งข้อความก็ได้ [10] [11] [12]

2.3 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS : Geographic Information System)

ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ หมายถึงข้อมูลที่มีตำแหน่งภูมิศาสตร์จึงสามารถบอกตำแหน่งของข้อมูลได้ว่าอยู่ที่ใดในระบบพิกัดภูมิศาสตร์โดยมีการเก็บข้อมูลละติจูดและลองติจูด 2. ข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ข้อมูลที่อธิบายคุณลักษณะต่างๆของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ถนน บ้านเรือน แหล่งน้ำ เป็นต้น [13] [14]

2.4 Google Maps API

เป็นการพัฒนาแอฟพลิเคชั่นในลักษณะที่มีการใช้บริการแบบไคลเอนท์ (Client) และเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยทำการเรียกใช้เครื่องมือและทรัพยากรทางด้านแผนที่ทางภูมิศาสตร์ที่ทาง Google เปิดให้บริการ เน้นการนำเสนอข้อมูลบนแผนที่ในลักษณะของการปักหมุด (Place Marker) เป็นการทำสัญลักษณ์ลงในตำแหน่งละติจูดและลองติจูดที่ต้องการ โดยสามารถปรับ

ใช้สัญลักษณ์ได้ตามต้องการ เช่น แบบเส้น (Polyline) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground Overlay)

Google Maps Mashup เป็นการพัฒนา Application โดยใช้ Software tool และทรัพยากรที่ผู้ให้บริการจัดไว้ มีองค์ประกอบ คือ Application Program Interface (API) [15] การพัฒนางาน Google Maps Mashup ควรมี ดังนี้

1. HTML/ XHTML
2. JavaScript

การพัฒนาระบบงานระดับกลางควรมี ดังนี้

1. XML technology
2. AJAX (JavaScript + xml)
3. JSON (JavaScript Object Notation)

การพัฒนาระบบงานระดับใหญ่ควรมี ดังนี้

1. Server side scripting (PHP, etc)
2. Web database software (MySQL, etc)

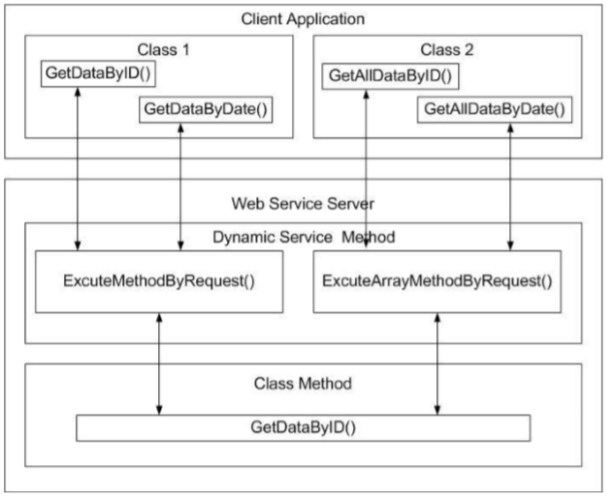
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาเบื้องต้น

1. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแพร่ของโรคระบาด เช่น ข้อมูลอาการของผู้ป่วย ข้อมูลอาการของโรคระบาด สถานะผู้ป่วย ตำแหน่งที่มีผู้ป่วย
2. ข้อมูลของสภาพทางภูมิศาสตร์ในเขตพื้นที่ที่ทำวิจัย เช่น ข้อมูลของตำบล อำเภอ จังหวัด แหล่งน้ำ พื้นที่ที่มีการประกอบอาชีพที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่ของโรคระบาด
3. ข้อมูลพื้นที่ที่มีการแจ้งเตือนว่าพบผู้ป่วยหรือแจ้งเตือนว่าพบพาหะนำโรค เช่น ยุงลาย เป็นต้น

3.2 การรวบรวมข้อมูลและการจัดการข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลพื้นฐานโดยบุคลากรของหน่วยงานทางด้านสาธารณะสุขในแต่ละพื้นที่เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบในพื้นที่ของตัวเอง ด้วยการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วย พาหะนำโรคในพื้นที่เข้าสู่ระบบพร้อมทั้งระบุตำแหน่งบนแผนที่ทางภูมิศาสตร์ วันเวลาที่พบผู้ป่วย หรือวันเวลาที่แสดงอาการป่วย ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลซึ่งใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อให้สะดวกในการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์ และนำเสนอเฉพาะข้อมูลที่สามารถเผยแพร่ได้ในรูปของ XML



ภาพที่ 1: โครงสร้างการทำงานของ Dynamic Web Service [12]

3.3 วิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

3.3.1 การวิเคราะห์เพื่อจำแนกข้อมูลสำหรับใช้สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการระบาดของโรค โดยแบ่งลักษณะของโรคที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

- โรคไข้หวัดใหญ่ มีการจัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วย ข้อมูลอาการป่วย ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในขณะที่ป่วย วันที่เริ่มป่วย และวันที่หายจากอาการป่วย
- โรคไข้เลือดออก มีการจัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วย ข้อมูลอาการป่วย ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในขณะที่ป่วย วันที่เริ่มป่วย และวันที่หายจากอาการป่วย ซึ่งมีการใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่อยู่ในภาวะเสี่ยงในการเป็นแหล่งแพร่ระบาดในการวิเคราะห์ร่วมด้วย เช่น ข้อมูลตำแหน่งแหล่งน้ำที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย ข้อมูลตำแหน่งแหล่งชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น

เมื่อมีการจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญในฐานข้อมูลแล้ว จะมีการสร้าง Method จากฐานข้อมูล โดยสร้าง Class Method ดังรูปที่ 2 เพื่อแสดงโครงสร้างข้อมูลทั้งหมด และสร้าง Dynamic Service Method ดังรูปที่ 3 เพื่อแสดงเฉพาะโครงสร้างข้อมูลที่ต้องการซึ่งสามารถเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขที่ต้องการได้

```
<Patient TemplateID='1'>
        <CID>3738800108356</CID>
        <Name>somchai</Name>
        <Lastname>sukdee</Lastname>
        <Gender>M</Gender>
        <lat>13.77436</lat>
        <long>100.53458</long>
        <diseasestatus>A</diseasestatus>
        <startDate>13/01/2013</startDate>
        <endDate>20/01/2013</endDate>
</Patient>
```

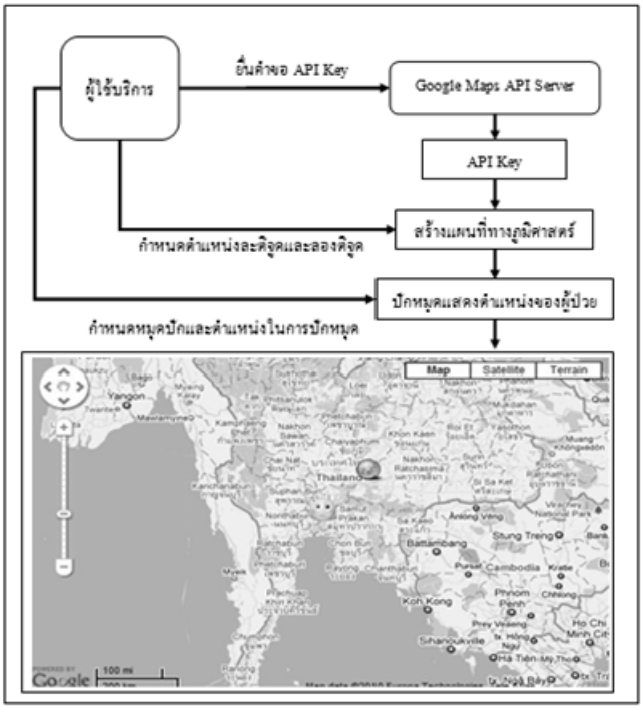
ภาพที่ 2: โครงสร้างข้อมูลในส่วนของ Class Method

```
<Patient TemplateID='2'>
        <Gender>M</Gender>
        <lat>13.77436</lat>
        <long>100.53458</long>
        <startDate>13/01/2013</startDate>
        <endDate>20/01/2013</endDate>
</Patient>
```

ภาพที่ 3: โครงสร้างข้อมูลในส่วนของ Dynamic Service Method

3.3.2 การวิเคราะห์แนวทางการประยุกต์สารสนเทศ ทางภูมิศาสตร์มาใช้สร้างแบบจำลองการแพร่ของโรคระบาด ได้เลือกใช้ Google Maps API ในการนำเสนอข้อมูลการแพร่ของโรคระบาดบนสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และใช้การทำเครื่องหมาย (Place Marker) ลงในตำแหน่งที่มีข้อมูลผู้ป่วยเป็นโรคระบาด

การปักหมุด (Marker) แสดงสถานะอาการของผู้ป่วยจะแทนด้วยสัญลักษณ์และสีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจถึงสถานะอาการของผู้ป่วยหรือผู้ต้องสงสัยว่ามีอาการป่วยเป็น 3 ระดับแทนค่าด้วยสีต่าง ๆ เช่น หากอยู่ในช่วงแพร่ระบาดจะปักหมุดสีแดง หากอยู่ในช่วงรักษาจะปักหมุดสีเหลือง และหากรักษาหายแล้วจะปักหมุดสีเขียว เป็นต้น โดยขั้นตอนการสร้างแผนที่ด้วย Google Maps API สำหรับการนำเสนอการแพร่ระบาดแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ขั้นตอนการเรียกใช้บริการ Google Maps API

ในการนำเสนอข้อมูลการแพร่ระบาดจะมีการนำเสนอข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น แหล่งน้ำ แหล่งชุมชน สถานประกอบการที่มีภาวะเสี่ยงในการช่วยเพิ่มอัตราการแพร่ระบาด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะมีการใช้สัญลักษณ์ที่สื่อความหมาย

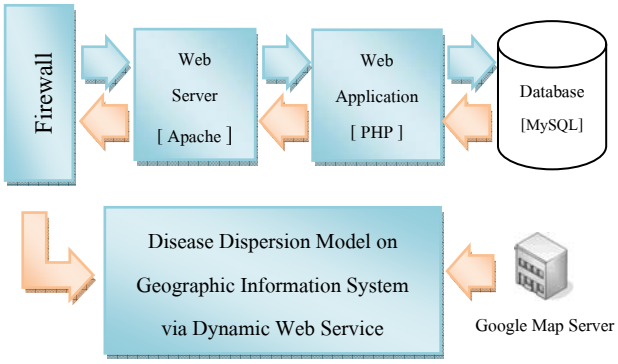
3.4 การพัฒนาระบบ

3.4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจะใช้ MySQL ซึ่งเหมาะสำหรับการทำงานบนระบบเครือข่าย โดยเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทำงานแยกเป็นส่วนสำคัญดังนี้

- ข้อมูลอาการของผู้ป่วย
- ข้อมูลอาการของโรคระบาด
- ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย
- ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ช่วงเวลาที่มีการแพร่ระบาด

3.4.2 การพัฒนาส่วนการทำงานหลัก ใช้ภาษา PHP Script และ JAVA Script เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดการฐานข้อมูลและการใช้งาน Dynamic Web Service

3.4.3 การพัฒนาในส่วนของการนำเสนอข้อมูลบนสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยการลงทะเบียนเพื่อขอรับ API Key จากผู้ให้บริการ และใช้ภาษา JAVA Script ในการเรียกใช้ Google Maps ด้วย API Key ทำการกำหนดสัญลักษณ์หมุด (Marker) ด้วยการกำหนดสัญลักษณ์ (Icon) ให้กับแผนที่ทางภูมิศาสตร์



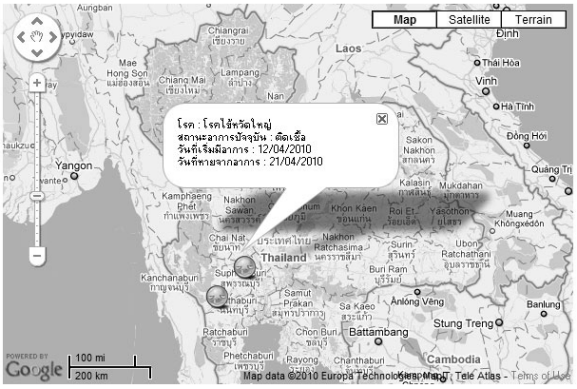
ภาพที่ 5: แผนผังการทำงานของระบบที่ได้พัฒนา

3.5 การทดสอบระบบ

ส่วนแรก เป็นการทดสอบการนำเข้าข้อมูลผ่านส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยออกแบบให้มีการป้อนข้อมูลด้วยการเลือกมากกว่าการพิมพ์ เพื่อให้สามารถนำเข้าข้อมูลได้อย่างสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และได้ข้อมูลครบตามต้องการ ดังตัวอย่างภาพที่ 6

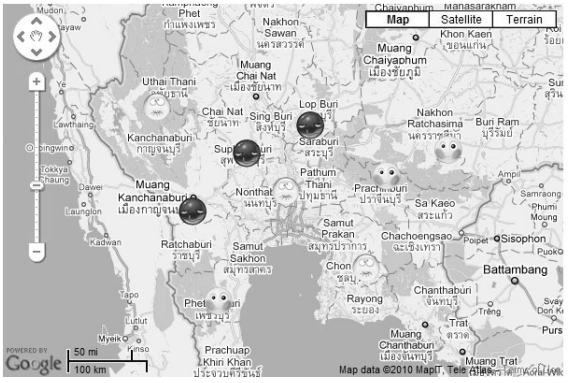
ภาพที่ 6: ตัวอย่างการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล

ส่วนที่สอง เป็นการทดสอบการให้บริการข้อมูลด้วย Dynamic Web Service โดยการนำข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ตามโครงสร้างดังตัวอย่างภาพที่ 2 และภาพที่ 3 มาแสดงผลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์

ส่วนที่สาม เป็นการทดสอบการนำเสนอโมเดลการแพร่ระบาดบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่นำเสนอสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น พื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด ลักษณะการแพร่ระบาด ปัจจัยในการแพร่ระบาด เป็นต้น โดยสามารถเลือกช่วงเวลาในการแพร่ระบาดทำให้ทราบถึงพื้นที่และขอบเขตของการแพร่ระบาด ดังภาพที่ 8 เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมการแพร่ระบาดต่อไป



ภาพที่ 8: ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์

4. ผลการดำเนินงาน

การประเมินผลการดำเนินการใช้การประเมินคุณภาพระบบโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 คะแนน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องทางด้านสาธารณะสุขรวม 10 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปการประเมินคุณภาพระบบในทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D.	เชิงคุณภาพ
1. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)	4.24	0.66	ดี
2. ด้านความสามารถตามหน้าที่ในการทำงานของระบบ (Function Test)	4.25	0.54	ดี
3. ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test)	4.47	0.51	ดี
4. ด้านความสามารถของระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirement Test)	4.27	0.51	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.30	0.53	ดี

5. บทสรุป

การพัฒนาโมเดลการแพร่ระบาดของโรค ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิคเว็บเซอร์วิส ได้ผลการประเมินคุณภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 โมเดลดังกล่าวควรนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานกับโรคหลายชนิดมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรศักดิ์ สุขสาย และดร.วนิดา แก่นอากาศ, “การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกเพื่อการวางแผนเฝ้าระวังและป้องกันโรคในจังหวัดอุบลราชธานี”, KKU Res, 2007

[2] สุระ พัฒนเกียรติ. หลักการเบื้องต้นของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, ม.ป.ป., 2546.

[3] สรวงสุดา คงมั่ง. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา. วารสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, น.76-89., 2553

[4] F. Alex, M.D. Matthew, Programming .Net Web Service, O’ Relly & Associates Inc., 2545

[5] Y. Jianjun, Z. Gang, ”Dynamic Web Service Invocation Based On UDDI”, E-Commerce Technology for Dynamic E-Business, IEEE International Conference on Volume 15, Issue 15, Sept. 2004 pp:154 - 157

[6] M. Ivan, V. Boris, S. Zoran, “Towards Dynamic Web Service Generation on Demand”, Software in Telecommunications and Computer Networks, Sep. 2006 pp: 276-280

[7] Q.M. Wang, Y. Tang, Z.B. Zhang, “Research in enterprise applications of dynamic web service composition methods and models”, Proceedings of the 2009 Second International Symposium on Electronic Commerce and Security, Volume 01, 2009 pp: 146- 150

[8] Z. Yafeng, D. Songyang, Z. Xiaoxiao, “Key Technology Research on Dynamic Web Service Composition Based on Semantic Web”, Knowledge Acquisition and Modeling Workshop, Dec 2008 pp: 1068-1071

[9] M. Anders, S. Michael, A Introduction to XML and Web Technologies, Pearson Education Limited, 2006

[10] B. Russ, C. Richard, G. Brady, K. Dan, L. Sitaraman, S. Enrico, S. Doug, S. Srinivasa, Professional ASP.NET Security, Wrox Press, 2002

[11] O. Mark, Web Service Security, McGraw- Hill/Osborne, 2003

[12] N. Sawettaphun, N. Waraporn, Dynamic Web Service สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างโรงพยาบาล, 2010

[13] “ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geographic Features)”, ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ 2551

[14] GIS. Available http://www.siamgis.com/features (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 25 ธันวาคม 2555)

[15] Google Maps API. http://www.mcs.most.go.th/map_api/index.php (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 25 ธันวาคม 2555)

ระบบการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาวิชาซิลสกรีนและวงจรพิมพ์

The Development of Tutoring system on the Smartphone Android Operating System Application Case Study: Silk Screen and Printed Circuit Board

ภชรดา เกริกภุญชัย (Pacharada Krerkpunchai)[1] และจีระศักดิ์ นำประดิษฐ์ (Jeerasak Numpradit)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]tarn.xxiii@gmail.com, [2]jeerasakn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาวิชาซิลสกรีนและวงจรพิมพ์ โดยจัดทำขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ บนสมาร์ทโฟน เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาซิลสกรีนและวงจรพิมพ์ พัฒนาระบบโดยใช้ภาษา Java โปรแกรม Android SDK และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ผลจากการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 ซึ่งอยู่ในระดับดี และผลประเมินความพึงพอใจโดยรวมของระบบ โดยผู้ใช้ระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 อยู่ในระดับดีมาก ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนปกติในชั้นเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้

คำสำคัญ: สื่อการเรียนการสอน ซิลสกรีนและวงจรพิมพ์ สมาร์ทโฟน แอนดรอยด์

Abstract

This article aims to develop a teaching and learning system on a smartphone operating system, Android. This case study on Silk Screen and Printed Circuit Board was conducted in the form of application on the Android platform to serve as an instructional medium in the subject: Silk Screen and Printed Circuit Board. This application was developed with the use of Java language, Android SDK and MySQL, a database management system. The evaluation results of the overall performance of the system from the experts carried the mean of 4.39 and the standard deviation of 0.63, which are in a satisfactory level. In addition, the overall satisfaction of the system from the system users showed the mean of 4.48 and the standard deviation of 0.62, which are in a very good level. The comparison results of the average scores of two sample groups of students which were the students studying in regular classes and the students studying in the smartphone based course demonstrated that the students who studied in the smartphone based course have posttest average scores higher than those students in regular classes with the statistical significance in the .05 level. Therefore, it can be concluded that the developed system is a powerful form of teaching and learning which can be applied to other subjects.

Keywords: instructional media, silk screen and printed circuit board, smartphone, Android

1. บทนำ

วิถีชีวิตของคนในปัจจุบันมักต้องเร่งรีบแข่งขัน มีความหลงใหลให้คุณค่ากับสิ่งเร้าภายนอกมากขึ้น ทำให้เวลาในการเรียนรู้ลดลง การพัฒนาเทคนิควิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทาง

การศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญ สื่อการสอนมีความสำคัญต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก ในวงการศึกษาได้พยายามพัฒนาสื่อการสอนให้ดีมีคุณภาพขึ้นเรื่อย ๆ ตามยุคสมัย ซึ่งสื่อการเรียนการสอนที่ดีต้องสะดวกในการนำไปใช้งาน เหมาะกับยุคสมัยและวัยของผู้ศึกษา และผู้ศึกษาสามารถใช้สื่อนี้ได้ด้วยตนเอง เพราะประโยชน์ของสื่อการสอนจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีผู้นำไปใช้ โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน เป็นปัจจัยหนึ่งเพื่อใช้ติดต่อสื่อสารในปัจจุบัน และนอกจากความสามารถพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังเพิ่มคุณสมบัติต่าง ๆ บนโทรศัพท์มือถือจนคล้ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้มีความแพร่หลายมากขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการศึกษาในปัจจุบันก็คือ นักศึกษาวัยรุ่นไม่สนใจใฝ่ศึกษา กลับให้ความสำคัญกับสิ่งบันเทิง มีเวลาสำหรับการศึกษาน้อยลง และในระบบการเรียนการสอนทั่วไปยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน เป็นสื่อการสอน เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น ด้วยความเล็กกะทัดรัด พกพาได้สะดวก และประหยัดพลังงาน ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา จึงเป็นสื่อการสอน เพื่อตอบสนองความต้องการของวัยรุ่นในยุคนี้ได้อย่างเหมาะสม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.1.1 ประเภทและรูปแบบของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งประเภทของบทเรียนให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งาน โดยยึดหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีการศึกษาได้ 5 ประเภท ได้แก่ [1], [2]

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่

2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน

3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน

5) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ

2.1.2 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) บทนำเรื่อง (Title)

2) คำชี้แจงบทเรียน (Instruction)

3) วัตถุประสงค์ (Objective)

4) รายการให้เลือก (Main Menu)

5) แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-Test)

6) เนื้อหาบทเรียน (Information)

7) แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-Test)

8) บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application)

2.2 วิธีการจัดการเรียนการสอน

2.2.1 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) การวิเคราะห์ (Analysis: A)

2) การออกแบบ (Design: D)

3) การพัฒนา (Development: D)

4) การทดลองใช้ (Implementation: I)

5) การประเมินผล (Evaluation: E)

2.2.2 การออกแบบโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บมีคุณลักษณะ 2 ประการ ดังนี้

1) คุณลักษณะหลัก (Key Features)

2) คุณลักษณะเพิ่มเติม (Additional Features)

2.3 การออกแบบหน้าจอภาพ

2.3.1 การจัดตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพ

1) จุดเริ่มต้นในการเสนอข้อมูลต่าง ๆ ควรอยู่ที่มุมบนด้านซ้าย อาจแตกต่างกันในแต่ละสังคม

2) ส่วนสำคัญของเนื้อหาในการเสนอให้ปรากฏอยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดไปไม่ควรเปลี่ยนตำแหน่ง

3) ส่วนที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

4) ความสมดุลซ้าย-ขวา และ บน-ล่าง ของจอภาพ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าวิวัฒนาการของการศึกษาเกิดขึ้นตลอดเวลาตามยุคสมัย การเรียนการสอนโดยวิธีเดิมที่สอนกันภายในชั้นเรียนนั้น ผู้เรียนยังไม่ได้รับความสะดวก จึงได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [3] เข้ามาช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับผู้เรียนและผู้สอน ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้มากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเวลาและสถานที่เองได้ นอกจากนั้นยังมีการสร้างบทเรียนให้ดูน่าสนใจด้วยโปรแกรม

Macromedia Flash [4] จากนั้นได้มีการพัฒนาระบบการเรียนการสอนอัจฉริยะด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [5] ขึ้นโดยมีการทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มีระบบการแยกผู้เรียนและแบ่งบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาการศึกษา ยังคงเพิ่มประสิทธิภาพให้การศึกษาเข้าถึงผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้นโดยการนำ ระบบการเรียนการสอนด้วยบทเรียน CICAI (Collaborative Intelligent Computer-Assisted Instruction) [6] เข้ามาใช้เพื่อการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันการพัฒนาด้านเทคโนโลยีส่งผลให้โทรศัพท์ มือถือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจนเกิดเป็นแท็บเล็ต แท็บเล็ตเป็นการผสมผสานความสามารถของคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือเข้าด้วยกันเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ มีการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแท็บเล็ตช่วยสอน [7] ขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้เรียน การพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนแท็บเล็ตยังมีการเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นโดยพัฒนาโปรแกรมการสอนพื้นฐานการวางวงจรไฟฟ้าอัจฉริยะ [8] แต่ด้วยขนาดที่ใหญ่กว่าโทรศัพท์มือถือ จึงทำให้ความแพร่หลายยังไม่มากเท่าโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ บนสมาร์ทโฟน จึงมีความน่าสนใจ และมีการนำมาประยุกต์ ใช้ในการฝึกภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน [9], [10] ในรูปแบบการฟัง การพูด ซึ่งยังไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนได้

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งใช้ภาษา Java ในการพัฒนาการ การประยุกต์เอาทฤษฎีผนวกกับความสามารถของโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่วยให้การศึกษาเข้าถึงผู้ใช้ได้ดีขึ้น และช่วยให้การเรียนการสอนหรือทำกิจกรรมทางการศึกษามีความสะดวกยิ่งขึ้น

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลจากแผนการสอนวิชาชิลสกรีนและวงจรพิมพ์ อ้างอิงหลักสูตรและเนื้อหาในรายวิชาชิลสกรีนและวงจรพิมพ์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยเฉพาะ แล้วศึกษาเทคโนโลยีและเครื่องมือที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ เช่น การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java การใช้โปรแกรม Android SDK และเชื่อมต่อฐานข้อมูลโดยใช้ MySQL เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลผู้ใช้ระบบ

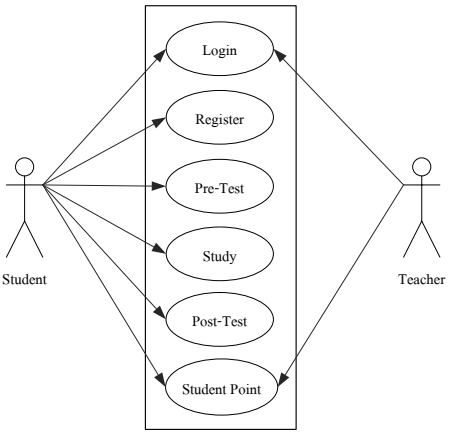
3.2 การวิเคราะห์ระบบ

โดยศึกษาจากความต้องการของผู้ใช้ระบบ เช่น รูปแบบของการจัดการเรียน วิธีการทดสอบและประเมินผลการเรียน ความน่าสนใจของในการนำเสนอบทเรียน

3.3 การออกแบบระบบและพัฒนาระบบ

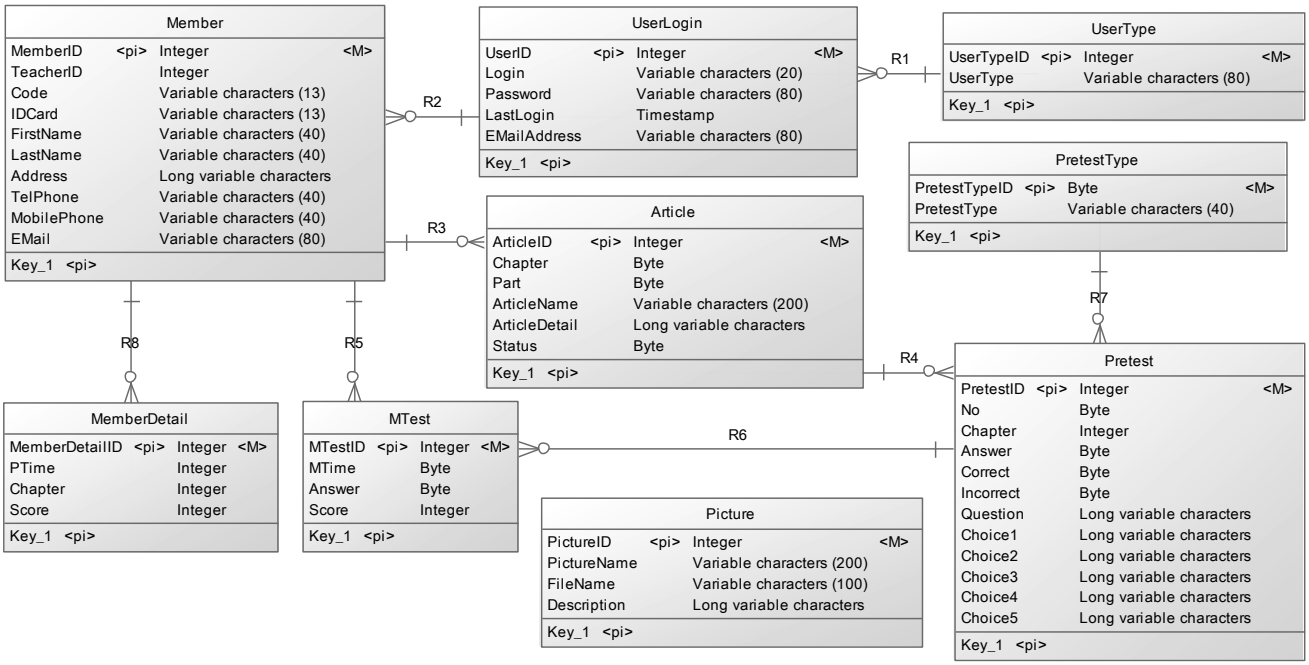
พัฒนาระบบโดยใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้

3.3.1 ผังการเชื่อมโยงของระบบโดยรวม (Use Case Diagram - Overall) ประกอบด้วย ผู้ใช้ระบบ 2 กลุ่มคือ นักเรียน (Student) และอาจารย์ (Teacher) ดังแสดงใน ภาพที่ 1



ภาพที่ 1: Use Case Diagram ของระบบ

3.3.2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram) จากฐานข้อมูลที่ออกแบบ นำมาสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: Entity Relationship Diagram ของระบบ

3.4 การทดสอบระบบ

ใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ (Blackbox Testing) แบ่งการทดสอบโปรแกรมออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 การทดสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรมโดยผู้พัฒนาเอง ใช้วิธีการป้อนข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปในโปรแกรม เพื่อให้ทราบว่าโปรแกรมมีข้อผิดพลาดอะไรบ้าง จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ดีขึ้น นำไปทดสอบในขั้นต่อไป

3.4.2 การทดสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรม โดยใช้แบบสอบถามในการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และกลุ่มผู้ใช้ระบบจำนวน 20 คน

3.5 การประเมินผลระบบ

ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มผู้เรียนปกติในชั้นเรียนจำนวน 20 คน และกลุ่มผู้เรียนด้วยระบบจำนวน 20 คน คำนวณจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน จากนั้นประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

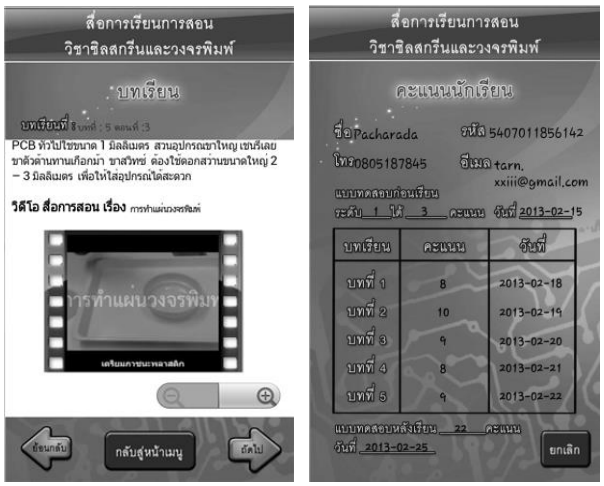
ผลการพัฒนาและทดสอบระบบ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยผู้พัฒนา จากนั้นทำการทดสอบระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบ ซึ่งผลลัพธ์มีดังนี้

4.1 ผลการดำเนินงานพัฒนาระบบ

การใช้ระบบ โดยสมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ จะมีหน้าจอเมนู ดังภาพที่ 3 ผู้ใช้สามารถเข้าดูข้อมูลคำอธิบายรายวิชา เข้าสู่บทเรียน ดูคะแนนจากการทำแบบทดสอบทั้งหมด ดูประวัติผู้สอน และประวัติส่วนตัว แก้ไขข้อมูลและรหัสผ่านได้

ในส่วนของการเข้าสู่บทเรียน เมื่อผู้ใช้ระบบเข้าครั้งแรก จะมีแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดระดับความรู้พื้นฐาน จากนั้นระบบจะให้ผู้เรียน เรียนในบทที่เหมาะสม และมีการทำแบบทดสอบท้ายบท เมื่อเรียนจบทุกบทแล้ว จะมีแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ภาพที่ 3: เข้าสู่ระบบ และหน้าจอเมนูหลัก



ภาพที่ 4: เนื้อหาบทเรียน และคะแนนการเรียน

4.2 ผลการประเมินการใช้งาน

ตารางที่ 1: ประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		
	$\bar{X}$	S.D	การแปลผล
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน	4.42	0.62	ดี
2. ด้านเทคนิค วิธีการ	4.36	0.61	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.39	0.63	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานระบบ ค่าเฉลี่ยในการประเมินทุกด้านเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 ดังนั้นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2: ประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้ระบบ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D	การแปลผล
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน	4.52	0.63	ดีมาก
2. ด้านเทคนิค วิธีการ	4.45	0.62	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.48	0.62	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้ระบบในการใช้งานระบบ ค่าเฉลี่ยในการประเมินทุกด้าน เท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62 ดังนั้นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นว่าการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3: ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนผู้เรียน (N)	$\bar{X}$	S.D	t	Sig.
กลุ่มนักเรียนปกติ (E1)	20	15.8	3.26	7.590	0.016
กลุ่มนักเรียนที่เรียนผ่านระบบ (E2)	20	23.9	0.88		

หมายเหตุ ระดับนัยสำคัญทางสถิติหรือค่า α ที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน พบว่ากลุ่มนักเรียนปกติ (E1) มีค่าเฉลี่ย 15.8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.26 ส่วนกลุ่มนักเรียนที่เรียนผ่านระบบ (E2) มีค่าเฉลี่ย 23.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.88 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนผ่านระบบ (E2) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า กลุ่มนักเรียนปกติ (E1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การทำงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาวิชาชิลสกรีนและวงจรพิมพ์ จากการพัฒนาระบบและทดสอบประสิทธิภาพแล้วได้ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 ดังนั้นระบบที่

ได้พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการใช้งานโดยรวมทุกด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้ระบบในแต่ละด้าน ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 ดังนั้น ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นว่าการใช้งานโดยรวมทุกด้าน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งผู้จัดทำ ได้สอบถามความคิดเห็นของกลุ่มทดลองที่เรียนผ่านระบบพบว่าส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนดี เนื่องจากสามารถเรียนในบทเรียนได้บ่อยและเรียนซ้ำเวลาใดก็ สามารถเรียนได้อย่างอิสระโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ มีผลทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อมและความสนใจของตนเองได้ แต่ยังพบปัญหาและอุปสรรค์ คือ สมาร์ทโฟนในปัจจุบันมีขนาดหน้าจอที่แตกต่างกันในแต่ละรุ่น ทำให้โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนานั้น มีปัญหาเรื่องสัดส่วนการแสดงภาพกับสมาร์ทโฟนบางรุ่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเพิ่มเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนเพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

5.2.2 สร้างระบบที่จะช่วยให้ผู้สอนกับผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้มากขึ้น

5.2.3 ควรเพิ่มความน่าสนใจให้กับบทเรียนด้วยภาพเคลื่อนไหว

5.2.4 ควรเพิ่มการสมัครใช้ระบบในส่วนของผู้ใช้ทั่วไป เพื่อให้บุคคลภายนอกสามารถเข้าใช้ระบบได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สมพร หมานมา. *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาห้องสมุดกับการรู้สารสนเทศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[2] มนต์ชัย เทียนทอง. *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรมครูอาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

[3] อังกูร พุทธิเนตรและอำนาจ สุคนเขตร์. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต” *วารสารวิทยบริการเกษตร* ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ก.ย.-ธ.ค. 2550 หน้า 66-76.

[4] ไอลดา อรุณศรีและมนต์ชัย เทียนทอง. “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ.” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5*. (24-25 พฤษภาคม 2548) : 475-481.

[5] โสพส เกริกภุญชัย. *ระบบการเรียนการสอนอัจฉริยะ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[6] วิทยา อารีราษฎร์. *การพัฒนารูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[7] วฐา มินเสน, พิมผกา ธานินพงศ์, อินทิรา เนขุนทด และกนกทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล. “การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนแท็บเล็ตช่วยสอนเรื่องหลักการวิจัยการดาเนินงาน.” *การประชุมทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 4*. (12-13 มีนาคม 2555)

[8] Nwachukwu, Tochi. Circuit Tutor: Prototype of a Mobile Web-Based Intelligent Tutor in Circuit Theory. Masters Thesis, faculty of graduate, Temple University, 2012.

[9] Y. Jaeyeol, L. Jiyeon, K. Ieejoon , K. Seung Kwan, K. Younghee and K. Ung-mo. “Android platform for English Tutoring.” *FTRA International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering*. (2011) : 302-305.

[10] Kurtz, Lindsey. Learning from twenty-first century second language learners: A case study in smartphone use of language learners. Master of Arts, Faculty of Graduate, Iowa State University, 2012.

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

The Development of ICT Competency Developing Training Curriculum for Basic Education Schools Administrators via Social Network

ปราโมทย์ วังสะอาด(Pramote Wangsa-ard)[1], วรปภา อารีราษฎร์(Worapapha Arreerard)[2],
ธรัช อารีราษฎร์(Tharach Arreerard)[3], สมบัติ ท้ายเรือคำ(Sombat Tayraukham)[4]
[1,2,3]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[4]ภาควิชาการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]pramote1959@gmail.com, [2]dr.worapapha@hotmail.com, [3]dr.tharach@gmail.com, [4]sombat_msu@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2) การออกแบบโครงร่างหลักสูตร 3) การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของโครงร่างหลักสูตร 4) การทดลองใช้หลักสูตรและ 5) การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจงจากผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สมัครใจเข้ารับการพัฒนา จำนวน 35 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมหลักสูตรฝึกอบรม แบบประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม แบบทดสอบวัดความรู้ด้านไอซีที แบบบันทึกผลการฝึกทักษะปฏิบัติและแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) หลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้น มี 11 หน่วย 2) ความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า หลักสูตรฝึกอบรม มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$=4.45, SD. = 0.213) และมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น (IOC = 0.80-1.00) 3) ประสิทธิภาพหลักสูตรฝึกอบรม เท่ากับ 81.36 / 89.33 เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดไว้คือ 80 / 80

คำสำคัญ: สมรรถนะด้านไอซีที หลักสูตรฝึกอบรม ผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน เครือข่ายสังคมออนไลน์

Abstract

The objective of this research was to develop a social network – based training curriculum to develop the ICT competency of administrators in basic education schools. Procedure in developing the training curriculum consisted of 5 steps: 1) background data study, 2) design the training curriculum on social network, 3) develop the training curriculum,4)implement the training curriculum, and 5)evaluate and improvement the training curriculum. The sample in this research were thirty five administrators in basic education schools who registered attending the training course. The research instrument were an achievement test on knowledge of ICT competency, a questionnaire on appropriate, consistency, and satisfaction of training curriculum. The statistics used for the data analyses were percentage, average means, and standard deviation. The research results indicated as follows.

1) The social network – based training curriculum to develop the ICT competency of administrators in basic education schools consisted of 11 units. 2) The degree of the opinion on appropriate and consistency of training curriculum was high ($\bar{X}$ = 4.45 and SD. = 0.213), had a consistency all issues (IOC = 0.80 - 1.00) 3) The mean efficiency of training curriculum was 81.36/89.33 which is higher than the specified range (80/80).

Keyword: ICT competency, training curriculum,

administrators in basic education schools, social network

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในสังคมไทย ทั้งการใช้ในระดับส่วนบุคคลไปจนถึงการประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจและสังคม การพัฒนาเยาวชนเพื่อให้รู้เท่าทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปจึงเป็นหน้าที่ของภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รัฐบาลโดยกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กำหนดกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของไอซีทีแก่แรงงานและบุคคลทั่วไป ที่เกี่ยวเนื่องกับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้แก่ (1) กำหนดให้สถาบันการศึกษา ต้องนำ ไอซีทีมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น และให้มีหลักสูตรหรือเนื้อหาเกี่ยวกับคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้ไอซีที ความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักถึงผลกระทบของไอซีที ต่อสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนทุกระดับ (2) ปรับปรุงเนื้อหาหรือหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับประถมและมัธยมศึกษา โดยให้เพิ่มเนื้อหาที่เป็นการเสริมสร้างทักษะในการใช้ประโยชน์จาก ไอซีที ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ การดำรงชีวิต และการจ้างงานในศตวรรษที่ ๒๑ และ(3) กำหนดให้ทุกสถาบันการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ต้องจัดให้มีการทดสอบความรู้ด้าน ไอซีที พื้นฐาน (Basic ICT literacy) สำหรับนักเรียน ก่อนจบการศึกษา [1] รวมทั้งกระทรวงศึกษาธิการ และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในฐานะที่เป็นผู้รับผิดชอบการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยตรง ได้เตรียมการเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ด้วยการกำหนดแผนแม่บทด้านไอซีที กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2554-2556 ให้มีการประยุกต์ใช้ไอซีทีทั่วทั้งสังคมโดยอาศัยการศึกษา [2] และกำหนดโครงการพัฒนาบุคลากรด้านบูรณาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อยกระดับการเรียนการสอน มีจุดเน้นเพื่อการอบรมครูในโรงเรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน ให้สามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้(Teaching for Learning) โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้ด้วยการใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 [3] ชี้ให้เห็นความสำคัญของการนำไอซีทีมาใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาของหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่าผู้บริหารสถานศึกษา ไม่ให้การสนับสนุนนโยบายด้านการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการเรียนรู้ [4] ซึ่งสอดคล้องกับ ผลสรุปของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ที่สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ.2542-2552) ในประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาพบว่าผู้บริหารส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์(Hardware) มากกว่าการนำเนื้อหาสาระในสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ(Software)ไปใช้ในการเรียนการสอนและการพัฒนาผู้สอนให้มีความรู้ความสามารถเพียงพอในการนำเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนและจัดกระบวนการเรียนรู้ [5] ผู้บริหารสถานศึกษาในฐานะเป็นบุคคลสำคัญที่สุดในระบบการนำองค์การ เพราะการนำองค์การเป็นกลไกในการบริหารจัดการการศึกษาของไทย จึงควรได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ทักษะและเจตคติด้านไอซีทีหรือพัฒนาให้มีสมรรถนะด้านไอซีทีที่เพียงพอ เพื่อให้การบริหารการศึกษาถูกต้องแม่นยำ และที่สำคัญเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยลดภาระงานของผู้บริหารและบุคลากรทางการศึกษาได้เป็นอย่างดี [6]

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะบุคคลในด้านต่างๆ ทำให้ทราบว่าการพัฒนาผู้บริหารสถานศึกษา ให้มีสมรรถนะด้านไอซีที จะช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษามีความรู้ ทักษะและเจตคติที่ดีต่อไอซีที สามารถใช้ไอซีที เป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาได้มากขึ้น และการพัฒนาทรัพยากรบุคคลเพื่อการพัฒนาองค์การส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องการฝึกอบรม [7] การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมพัฒนาสมรรถนะด้าน ไอซีทีผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงมีความความสำคัญและจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมที่ใช้เทคนิคการฝึกอบรมแบบผสมผสาน(Blended Training Curriculum) ประกอบด้วยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบการบรรยายและสาธิตของวิทยากร และทีมวิทยากรพี่เลี้ยง(Mentor team) ซึ่งจะตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เข้าอบรม เนื้อหาสาระที่เน้นทั้งความรู้ ทักษะและ

เจตคติ รวมทั้งข้อจำกัดของระยะเวลาการฝึกอบรม [8] ผู้วิจัยจึงพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อนำไปใช้ทดลองจริงกับผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในขั้นตอนการวิจัยระยะต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ใช้แนวคิดของ Web-Based Training Information Center (2007) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้แนวคิดของเวนท์ลิง (Wentling,1992) ส่วนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคคลโดยใช้การฝึกอบรมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ใช้แนวคิดของสเตราด์(Stroud, 2008)

3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้เทคนิคการฝึกอบรมแบบผสมผสาน(Blended Training Curriculum) ประกอบด้วยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบการบรรยายและสาธิตของวิทยากร และทีมวิทยากรพี่เลี้ยง(Mentor team) สำหรับใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.1.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร ฝึกอบรมและประเมินเครื่องมือหลักสูตรฝึกอบรม จำนวน 5 คน ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้องหรือมีตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่ารองศาสตราจารย์ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารสถานศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาหลักสูตร จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านไอซีที จำนวน 1 คน

3.1.2 กลุ่มทดลองใช้หลักสูตร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มศึกษานำร่อง (pilot study) เป็นผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา มหาสารคาม เขต 1 จำนวน 12 คน แบ่งเป็นการศึกษาแบบกลุ่มเล็ก 1:1 จำนวน 3 คน และแบบกลุ่มใหญ่ จำนวน 9 คน และกลุ่มทดลองใช้หลักสูตร(Try out) เป็นผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น ร้อยเอ็ดและกาฬสินธุ์ ที่สมัครใจเข้ารับการอบรม จำนวน 35 คน

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการวางแผนการสร้างหลักสูตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ1) ศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะบุคคล แผนงาน นโยบายและเป้าหมายด้านการพัฒนาไอซีทีเพื่อการศึกษาของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน 2) นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ผู้วิจัยศึกษาและพัฒนาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ จำนวน 6 องค์ประกอบ 48 ตัวชี้วัด [9] วิเคราะห์ความจำเป็นตามแผนงาน นโยบายและเป้าหมายด้านไอซีทีสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบโครงร่างหลักสูตร

การออกแบบโครงร่างหลักสูตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การกำหนดโครงร่างหลักสูตร การดำเนินการในขั้นตอนนี้ เป็นการนำผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 มาเขียนเป็นโครงร่างหลักสูตรประกอบด้วยสภาพปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมฝึกอบรม สื่อการฝึกอบรม การวัดและประเมินผล 2) การสร้างเครื่องมือประเมินหลักสูตร ประกอบด้วยแบบประเมินความสอดคล้อง

และความเหมาะสมของหลักสูตร แบบประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของโครงร่างหลักสูตร

ดำเนินการโดยนำโครงร่างหลักสูตรฝึกอบรมและเครื่องมือประเมินหลักสูตรฝึกอบรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรและความสอดคล้องของเครื่องมือประเมินหลักสูตรฝึกอบรม จากนั้นนำมาวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรและเครื่องมือประเมินหลักสูตร พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงโครงร่างหลักสูตรและเครื่องมือหลักสูตร ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้หลักสูตร

เป็นการนำหลักสูตรไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร และคุณภาพของเครื่องมือหลักสูตร แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การศึกษานำร่อง (pilot study) เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้หลักสูตร 2) การทดลองใช้หลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรและคุณภาพของเครื่องมือหลักสูตร วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหลักสูตรตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 และหาคุณภาพของเครื่องมือหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรม

เป็นการประเมินผลการพัฒนาหลักสูตรตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 เพื่อปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรมให้ได้หลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในสถานการณ์จริงต่อไป

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.3.1 คู่มือหลักสูตรสำหรับวิทยากร และคู่มือประกอบการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้ารับการอบรม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.2 หลักสูตรการฝึกอบรมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

3.3.3 เครื่องมือวัดสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ด้านไอซีที แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และแบบบันทึกผลการปฏิบัติทักษะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3.4 แบบประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3.5 แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม

3.3.6 แบบประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

3.4.1 วิเคราะห์ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้วยค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

3.4.2 การวิเคราะห์ความสอดคล้อง(IOC) ของเครื่องมือหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.4.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 จากกลุ่มทดลอง

4. ผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อกำหนดเนื้อหาของหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จากองค์ประกอบสมรรถนะด้านไอซีที 6 ด้าน 48 ตัวชี้วัด ได้เนื้อหาด้านไอซีที ที่จะนำไปสร้างหลักสูตรฝึกอบรม จำนวน 11 หัวเรื่อง ได้แก่ 1. การสื่อสารด้วย จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) 2. การสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต(Search Engine) 3. การใช้งานสื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่เพื่อการสื่อสาร ได้แก่ Smart Phone 4. เทคโนโลยี Web 2.0 และการสร้างสังคมออนไลน์ (social network) 5. ซอฟต์แวร์ประยุกต์เพื่อการเรียนการสอน เช่น ระบบ E-Library , E-Learning หรือe-Book 6. การใช้งานสื่ออุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์สมัยใหม่เพื่อการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แท็บเล็ต 7. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ไอซีที ในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน 8. ซอฟต์แวร์ประยุกต์เพื่อการบริหารสถานศึกษา 9. พรบ. และ

ความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์ 10. นโยบาย/แผนงานด้านไอซีทีภาครัฐ และ11.ระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

4.2 ผลการออกแบบโครงร่างหลักสูตร

ผลการออกแบบโครงร่างหลักสูตร ได้องค์ประกอบของหลักสูตรฝึกอบรมประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หน่วยการฝึกอบรม จำนวน 11 หน่วย แต่ละหน่วยฝึกอบรมประกอบด้วย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระของหลักสูตร กิจกรรมและวิธีการอบรม สื่อประกอบการอบรม การวัดและเมินผล

ผลการออกแบบเว็บไซด์เครือข่ายสังคมออนไลน์ www.ning.com ประกอบด้วยระบบสมาชิก(Members)การเข้าใช้งานกลุ่มหลักสูตรฝึกอบรม(Groups) การเข้าใช้งานหน่วยฝึกอบรม(Forum) การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้(Discussion) และการประเมินผลประจำหน่วยฝึกอบรม

4.3 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของโครงร่างหลักสูตรฝึกอบรม

ความสอดคล้องและความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม พบว่าหลักสูตรฝึกอบรมมีความเหมาะสมมากที่สุดในด้านรูปแบบการฝึกอบรม($\overline{X}$ = 4.60, SD.= 0.200) และด้านตัวหลักสูตรฝึกอบรม($\overline{X}$ = 4.56 , SD. = 0.219) ตามลำดับ โดยภาพรวม หลักสูตรฝึกอบรมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.45 , SD. = 0.213) และมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น (IOC = 0.80-1.00)

4.4 ผลการทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรม

4.4.1 ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมมีค่าเท่ากับ 81.36/89.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ E1/E2 = 80/80

4.5 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรม

นำผลการพัฒนาหลักสูตรตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนข้อค้นพบจาการทดลองใช้ เพื่อให้ได้หลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้พัฒนาในออนไลน์เพื่อการฝึกอบรม โดยใช้เครือข่ายสังคม

5. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ แบ่งการดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2) การออกแบบโครงร่างหลักสูตร 3) การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของโครงร่างหลักสูตร 4) การทดลองใช้หลักสูตรและ 5) การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจงจากผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สมัครใจเข้ารับการพัฒนาจำนวน 35 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมหลักสูตรฝึกอบรม แบบประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม แบบทดสอบวัดความรู้ด้านไอซีที แบบบันทึกผลการฝึกทักษะปฏิบัติและแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.1 หลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มี 11 หน่วยการอบรม ซึ่งเป็นไปตามผลการวิเคราะห์เนื้อหาด้านไอซีที จากองค์ประกอบสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ปราโมทย์ วังสะอาด [9] ได้ศึกษาและพัฒนาเอาไว้

5.2 ความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมในภาพรวม มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.45 , SD. = 0.213) และมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น (IOC = 0.80-1.00) จึงนำไปใช้ทดลองได้โดยไม่มีการปรับปรุง

5.3 ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมเท่ากับ 81.36 / 89.33 เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดไว้ 80 / 80 สรุปได้ว่าหลักสูตรฝึกอบรมการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 = 80/80 ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรฝึกอบรม และสามารถนำไปใช้ฝึกอบรมในสถานการณ์จริงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. *กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย.* กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2554

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. *แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2554-2556* http://www.bict.moe.go.th/event/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=0&task=finish&cid=66&catid=24&m=0

[3] กัญญามน อินหว่าง. *การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อการพัฒนาองค์การ. http://www.thaihealth.or.th/partner/blog/23056*

[4] ดวงใจ ศุภสารัมภ์. *แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบุคลและการฝึกอบรม.* http://www.tu.ac.th/org/ofrector/person/train/index.htm

[5] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, *คู่มือฝึกอบรมหลักสูตรบูรณาการการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อยกระดับการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553.

[6] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (2542-2551). กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ที.ซี.คอมมิวนิเคชั่น, 2552

[7] สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน, *รายงานการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสหวิชาคอทคอม.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2553

[8] เอกชัย กี่สุขพันธ์, *การนำองค์การและเทคโนโลยีการบริหารการศึกษา: เอกสารประกอบการอบรมโครงการยกระดับคุณภาพครูและผู้บริหารสถานศึกษาทั้งระบบภายใต้แผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง ปีงบประมาณ 2553-2555.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[9] Pramote Wangsa-ard, Pisutta Arreerard and Wittaya Arreerard. 2011. “An Analysis of the ICT Competency Elements of Administrators in Basic Education Schools” *International Conference on Science and Social Sciences 2011 : sustainable Development(ICSSS 2011),* RajabhatMaha sarakham University, Maha Sarakham : p55.

ผลของบทวิจารณ์สินค้าออนไลน์ ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ และประเภทสินค้า ที่มีต่อความตั้งใจซื้อสินค้า

Effects of Online Product Review, Product Knowledge of Review Reader and Product Type on Purchase Intention

ปรารถนา จันทร์ฉาย (Prathana Chanshine)[1] และ พิมพ์มณี รัตนวิชา (Pimmanee Rattanawicha)[2]

[1] สาขาการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

[2]ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

[1]i_am_mochii@hotmail.com, [2]pimmanee@cbs.chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันบทวิจารณ์สินค้าถือเป็นกลยุทธ์หนึ่งของการตลาดการสื่อสารแบบบอกต่อที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะวิเคราะห์ถึงลักษณะต่างๆ ของบทวิจารณ์สินค้า การศึกษาครั้งนี้มุ่งวิเคราะห์ผลของ (1) ประเภทของบทวิจารณ์สินค้า และ (2) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ (3) ประเภทของสินค้า และ (4) ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ ที่มีต่อความตั้งใจซื้อสินค้า ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเก็บจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 195 คน ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ พบว่า ประเภทของบทวิจารณ์สินค้า (บทวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์จากลูกค้าทั่วไป) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ (ความคิดเห็นที่เป็นบวก เป็นกลาง และเป็นลบ) ประเภทของสินค้า (สินค้าที่จับต้องได้ และสินค้าประเภทบริการ) และ ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ (ความรู้เกี่ยวกับสินค้าอยู่ในระดับสูง และความรู้เกี่ยวกับสินค้าอยู่ในระดับต่ำ) ล้วนแต่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อความตั้งใจซื้อสินค้า

คำสำคัญ: บทวิจารณ์สินค้าออนไลน์ ทิศทางความคิดเห็น ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ ประเภทสินค้า ความตั้งใจซื้อสินค้า

Abstract

Online Product Review has become an important strategy for electronic Word-of-mouth (e-WOM) marketing. So, it is interesting to study about online reviews. This research examines the effects of online product reviews on purchase intention from the perspective of (1) Product Review Type, (2) Direction of Opinion, (3) Product Type, and (4) Product Knowledge of Review Reader. The analysis of data collected from 195 samples in computer laboratories indicates that product review type (expert review and customer review), direction of opinion (positive, neutral, and negative opinions), product type (product and service), and product knowledge of review reader (high and low level of product knowledge) all have significant effects on purchase intention.

Keyword: Online Product Review, Direction of Opinion, Product Knowledge of Review Reader, Product Type, Purchase Intention

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับการทำธุรกิจออนไลน์ การคำนึงถึงความตั้งใจซื้อสินค้า ของผู้บริโภคนับเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญต่อการนำมาซึ่งผลกำไรในธุรกิจ เพราะความตั้งใจซื้อเปรียบเสมือนแนวทางในการทำนายหรือคาดการณ์พฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคในอนาคต

ปัจจุบันการสื่อสารแบบบอกต่อ เป็นอีกวิธีหนึ่งของการสื่อสารโดยใช้บุคคลซึ่งเป็นวิธีที่มีอิทธิพลมากทั้งในด้านการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร และยังมีอิทธิพลในการตัดสินใจซื้อ และบทวิจารณ์สินค้าถือเป็นกลยุทธ์หนึ่งของการตลาดการสื่อสารแบบบอกต่อที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก [1, 12]

บทวิจารณ์สินค้าบนเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ คือ ความคิดเห็นที่ถูกเขียนโดยมุมมองของผู้ใช้งานที่มีต่อสินค้าหรือบริการ ได้แก่ ประสบการณ์การใช้งาน หรือการประเมินคุณภาพของสินค้าหรือบริการ เป็นต้น บทวิจารณ์สินค้าจึงเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดย Lu และ Zhai (2008) ได้กล่าวว่า ความคิดเห็นในบทความทุกประเภท (เช่น ความคิดเห็นในเว็บบล็อก หรือความคิดเห็นในบทวิจารณ์สินค้า เป็นต้น) จะถูกแบ่งออกเป็นสองประเภทเสมอ ประเภทแรกคือ ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ คือความคิดเห็นที่ถูกเขียนโดยการไตร่ตรองอย่างดีและมีข้อมูลที่จำเป็น ซึ่งความคิดเห็นประเภทนี้มักจะถูกเขียนโดยผู้เชี่ยวชาญในหัวข้อนั้นๆ และประเภทที่สองคือ ความคิดเห็นจากคนทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนั้นๆ หรือความคิดเห็นที่ไม่ได้วางแผนในการเขียนขึ้นมา และอาจจะมีโครงสร้างของเนื้อหาที่ไม่ดี [1]

บทวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อ โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Anderson และ Clevenger (1970) ว่า ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มน้ำหนักของข้อมูล งานวิจัยจำนวนมากต่างก็สนับสนุนความคิดเห็นที่ว่า แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และมีความเชี่ยวชาญมากจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคได้มากกว่า [2] แต่อย่างไรก็ตามบทวิจารณ์สินค้าจากบุคคลทั่วไป นั้นก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะบทวิจารณ์สินค้าจากบุคคลทั่วไปจะแสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นจำนวนมากที่มาจากบุคคลทั่วไป และข้อมูลจะถูกเขียนเพิ่มขึ้นมาใหม่ตลอดเวลา [1]

ข้อมูลข่าวสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของบุคคล ลักษณะของการให้ข่าวสารที่ดี มีเหตุผล ก็เป็นส่วนหนึ่งในการจูงใจ ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจและทำให้เกิดการคล้อยตามได้ โดยเฉพาะข้อความที่มีทิศทางความคิดเห็นในทางลบมีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับความคิดเห็นในทางลบ และใช้เวลาพิจารณาไตร่ตรองรายละเอียดของความคิดเห็นในทางลบมากกว่าความคิดเห็นในทางบวก [3]

มีงานวิจัยพบว่าความคิดเห็นในทางลบในบทวิจารณ์เกี่ยวกับสินค้าประเภทที่ให้คุณประโยชน์ จะมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากกว่าบทวิจารณ์เกี่ยวกับสินค้าประเภทที่ให้ความเพลิดเพลิน และอีกงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า ประเภทหรือคุณสมบัติของสินค้าในบทวิจารณ์ ก็มีผลกระทบต่อการการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลของผู้อ่านบทวิจารณ์ [4]

ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งซึ่งมีผลกระทบต่อการการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลของผู้อ่านบทวิจารณ์คือ ระดับความรู้ความเชี่ยวชาญของผู้อ่านบทวิจารณ์ที่มีต่อสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่มีความเป็นเทคโนโลยีสูง การรับรู้และเข้าถึงข้อมูลรายละเอียดของสินค้าจะง่ายขึ้น ถ้าผู้อ่านบทวิจารณ์มีประสบการณ์การใช้งานหรือมีความรู้ ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับสินค้านั้นอยู่แล้ว [5] โดยความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความรู้เชิงวัตถุวิสัย หมายถึง ค่าระดับความรู้ที่แท้จริงเกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ หรือเป็นข้อมูลสินค้าที่อยู่ในรูปแบบความจำระยะยาว ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้อ่านบทวิจารณ์ และ (2) ความรู้เชิงจิตวิสัย หมายถึง ระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าที่ผู้อ่านบทวิจารณ์คิดว่าตัวเองมี หรือเรียกอีกอย่างว่า ความมั่นใจของผู้อ่านบทวิจารณ์ว่าตัวเองมีความรู้มากเท่าใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อ ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของตัวแปรอิสระได้แก่ บทวิจารณ์สินค้าออนไลน์ซึ่งจะประกอบด้วยสองมิติ คือ (1) ประเภทของบทวิจารณ์สินค้า และ (2) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ โดยมีตัวแปรขยาย คือ (1) ประเภทของสินค้า และ (2) ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ได้ถูกแบ่งออกเป็นสองมิติคือ (1) ความรู้เชิงวัตถุวิสัย และ (2) ความรู้เชิงจิตวิสัย

2. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานการศึกษาครั้งนี้มีอยู่ 3 ข้อ ดังนี้

(1) ศึกษาผลกระทบของทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์สินค้าโดยผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์โดยลูกค้าทั่วไป ที่มีต่อความตั้งใจซื้อสินค้า

(2) ศึกษาผลกระทบของทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์สินค้าโดยผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์โดยลูกค้าทั่วไป ที่มีต่อความตั้งใจซื้อสินค้า เมื่อประเภทของสินค้าแตกต่างกัน

(3) ศึกษาผลกระทบของทิศทางความคิดเห็นบทวิจารณ์สินค้าโดยผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์โดยลูกค้าทั่วไป ที่มีต่อความตั้งใจซื้อสินค้า เมื่อระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์แตกต่างกัน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) ที่ต้องการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่คุมค่าให้เปลี่ยนต่ออีกตัวแปร โดยเลือกใช้การทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Experiment) และผู้วิจัยจะควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้คงที่ เช่น รูปแบบของเว็บไซต์บทวิจารณ์สินค้า เพื่อให้เกิดความแตกต่างอาจเกิดขึ้นเพราะ (1) ประเภทบทวิจารณ์สินค้า (2) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ (3) ประเภทของสินค้า และ (4) ระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ เท่านั้น

3.1 การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน 3 ข้อที่การศึกษามุ่งทดสอบ คือ

(1) ประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ มีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อสินค้า

(2) ประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ มีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อสินค้า เมื่อประเภทสินค้าต่างกัน

(3) ประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ มีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อสินค้า เมื่อระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ต่างกัน

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระในงานนี้มีจำนวนหนึ่งตัวแปร คือ บทวิจารณ์สินค้า ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 มิติ คือ

(1) ประเภทของบทวิจารณ์ โดยแบ่งประเภทของบทวิจารณ์ออกเป็น (1.1) บทวิจารณ์ที่เขียนโดยผู้เชี่ยวชาญ และ

(1.2) บทวิจารณ์ที่เขียนโดยลูกค้าทั่วไป

(2) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ หมายถึง ทิศทางความคิดเห็นโดยรวมที่ผู้รับข้อมูลได้รับ โดยแบ่งทิศทางความคิดเห็นออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

(2.1) ความคิดเห็นเชิงบวก

(2.2) ความคิดเห็นเชิงลบ

(2.3) ความคิดเห็นที่เป็นกลาง

ตัวแปรกำกับจำนวนสองตัวแปรคือ

(1) ประเภทของสินค้า โดยประเภทของสินค้าออกเป็น 2 ประเภท คือ สินค้าที่จับต้องได้ และบริการ

(2) ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 มิติ คือ

(2.1) ความรู้เชิงวัตถุวิสัย หมายถึง ค่าที่วัดได้ถึงระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าที่แท้จริงของแต่ละบุคคล

(2.2) ความรู้เชิงจิตวิสัย หมายถึงระดับความรู้ที่แต่ละบุคคลคิดว่าตัวเองมี

ตัวแปรตามมีหนึ่งตัวแปร คือ ความตั้งใจซื้อ หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับจิตใจที่บ่งบอกถึงแผนการของผู้บริโภคที่จะซื้อสินค้าใดสินค้าหนึ่ง ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

3.3 เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ พัฒนาเว็บไซต์บทวิจารณ์สินค้า เพื่อเป็นเครื่องมือในการทำวิจัย จำนวน 16 เว็บไซต์ (ดังแสดงในตารางที่ 1) โดยมีการออกแบบเว็บไซต์เหมือนกันทุกประการ แต่จะมีความแตกต่างเฉพาะประเภทของบทวิจารณ์ ทิศทางความคิดเห็นและประเภทสินค้า

ตารางที่ 1: รูปแบบการพัฒนาเว็บไซต์บทวิจารณ์สินค้าทั้งหมด

รูปแบบเว็บไซต์	ประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็น		ประเภทของสินค้า
	บทวิจารณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ	บทวิจารณ์โดยลูกค้าทั่วไป	
1	บวก	บวก	สินค้าจับต้องได้
2	บวก	กลาง	สินค้าจับต้องได้
3	บวก	ลบ	สินค้าจับต้องได้
4	กลาง	บวก	สินค้าจับต้องได้
5	กลาง	ลบ	สินค้าจับต้องได้
6	ลบ	บวก	สินค้าจับต้องได้
7	ลบ	กลาง	สินค้าจับต้องได้
8	ลบ	ลบ	สินค้าจับต้องได้
9	บวก	บวก	บริการ
10	บวก	กลาง	บริการ
11	บวก	ลบ	บริการ
12	กลาง	บวก	บริการ
13	กลาง	ลบ	บริการ
14	ลบ	บวก	บริการ
15	ลบ	กลาง	บริการ
16	ลบ	ลบ	บริการ

3.4 หน่วยทดลองและการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ทำในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยสุ่มหน่วยทดลองจากนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 195 คน สำหรับเป็นหน่วยทดลองกลุ่มละประมาณ 12 คน สำหรับ 16 เว็บไซต์ (เงื่อนไขของการทดลอง) ก่อนการเริ่มเก็บข้อมูลจากหน่วยตัวอย่าง ผู้วิจัยจะกล่าวอธิบายถึงระบบ และขั้นตอนในการเก็บข้อมูลของเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองให้หน่วยตัวอย่างทราบ หลังจากนั้นผู้วิจัยจะแจกแบบสอบถามชุดที่หนึ่ง เพื่อเก็บข้อมูลส่วนตัว ความรู้เกี่ยวกับสินค้า เมื่อหน่วยตัวอย่างทำแบบสอบถามชุดแรกแล้ว จึงแจกใบงานให้หน่วยตัวอย่าง โดยในใบงานกำหนดให้หน่วยตัวอย่างเข้าชมและพิจารณาถึงคุณสมบัติและราคาของสินค้าในเว็บไซต์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย หลังจากนั้นจะให้หน่วยตัวอย่างพิจารณาบทวิจารณ์สินค้าบนเว็บไซต์หน้าถัดไป โดยแบ่งรูปแบบเว็บไซต์ให้หน่วยทดลองเข้าใช้งาน โดยสุ่มจากหนึ่งใน 16 เงื่อนไขของเว็บไซต์ แล้วหลังจากที่หน่วยตัวอย่างอ่านบทวิจารณ์สินค้าทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยจะแจกแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลความตั้งใจซื้อหลังอ่านบทวิจารณ์

3.5 ประเด็นความเชื่อถือได้ และความถูกต้อง

การตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้ถูกต้องและน่าเชื่อถือ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

(1) การเลือกหน่วยตัวอย่าง ลักษณะสำคัญที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกหน่วยตัวอย่างเพื่อให้คุณสมบัติของหน่วยตัวอย่างมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด คือการเลือกนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ในคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่พอคาดหมายได้ว่ามีลักษณะสำคัญเหมือนกัน โดยหน่วยตัวอย่างแต่ละคนมีโอกาสรับการเลือกมาเก็บข้อมูลเพียงครั้งเดียวเท่านั้น และไม่อนุญาตให้หน่วยตัวอย่างเดิมเข้ามาร่วมให้ข้อมูลอีก

(2) การพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิคส์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะออกแบบเว็บไซต์ให้มีรูปแบบเดียวกันทั้งหมดเพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของคุณภาพ โดยสินค้าที่จะมีการแสดงบทวิจารณ์ จะถูกแบ่งออกเป็นสองประเภทตามประเภทของสินค้า โดยเลือกใช้มือถือสมาร์ตโฟน เพื่อแสดงบทวิจารณ์สินค้าประเภทสินค้าที่จับต้องได้ และเลือกร้านอาหารเพื่อแสดงบทวิจารณ์สินค้าประเภทบริการ โดยสินค้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะใช้ชื่อตราที่ผู้วิจัยอ้างขึ้นมาเอง เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่สินค้าที่มีตรายี่ห้อที่เป็นที่รู้จัก จะถูกเข้าใจว่ามีคุณภาพสูงกว่าสินค้าที่ไม่มีตราสินค้าหรือไม่เป็นที่รู้จัก

(3) การพัฒนาแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ข้อถามแต่ละข้อควรนำไปสู่ข้อมูลที่สะท้อนถึงคำตอบได้อย่างถูกต้อง โดยตัวแปรที่ต้องใช้แบบสอบถามวัด คือ ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 มิติ คือ คือ ความรู้เชิงวัตถุวิสัย และความรู้เชิงจิตวิสัย โดยแบบสอบถามวัดความรู้เชิงวัตถุวิสัย ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยอ้างอิงตามหลักการออกแบบเนื้อหาแบบสอบถามสำหรับวัดค่าความรู้เชิงวัตถุวิสัยของ Brucks [9] และแบบสอบถามวัดความรู้เชิงจิตวิสัย ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้จากข้อถามของ Brucks และ Flynn [10] ที่มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัคเป็น 0.91 และสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ถึงแม้ประเภทของสินค้าจะแตกต่างกัน ส่วนแบบสอบถามที่ผู้วิจัยใช้วัดตัวแปรตาม หรือวัดความตั้งใจซื้อ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้จากข้อถามของAaker(Aaker,2007อ้างถึงใน พจนารถ อินทมาตร์, 2554) [13]

3.6 กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ทั้งสามข้อ จะกระทำดังนี้ คือ (1) การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนตัวของหน่วยทดลอง จะกระทำด้วยสถิติเชิงพรรณนา เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างโดยรวม และ (2) การตอบวัตถุประสงค์ทั้งสามข้อ โดยผู้วิจัยจะตรวจสอบว่าตัวแปรความตั้งใจซื้อ มีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยการใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk ในกรณีที่ความตั้งใจซื้อมีการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรอิสระและตัวแปรกำกับที่มีต่อตัวแปรตาม และในกรณีที่ความตั้งใจซื้อไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์แบบไม่อิงพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรอิสระและตัวแปรกำกับที่มีต่อตัวแปรตามแทน

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง จำแนกตามเพศ ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต จำนวนชั่วโมงการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ ประสบการณ์ซื้อสินค้าหรือบริการผ่านอินเทอร์เน็ต และประสบการณ์การอ่านบทวิจารณ์สินค้าออนไลน์ พบว่าหน่วยตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 195 คนเป็นนิสิตเพศหญิง ร้อยละ 52.31 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 91.80) มีประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต 5 ปีขึ้นไป หน่วยตัวอย่างร้อยละ 64.61 ใช้งานอินเทอร์เน็ต 3-5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หน่วยตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 66.67) เคยมีประสบการณ์ซื้อสินค้าหรือบริการผ่านอินเทอร์เน็ต และมีประสบการณ์การอ่านบทวิจารณ์สินค้าออนไลน์บ้างเป็นบางครั้ง ร้อยละ 60.51

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ พบว่า ความตั้งใจซื้อไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์แบบไม่อิงพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรอิสระและตัวแปรกำกับที่มีต่อตัวแปรตาม และนำเสนอดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางแสดงค่า Asymp. Sig. ที่ได้จากสถิติทดสอบครัสคัล-วัลลิส

สมมติฐาน	ตัวแปรต้น		ประเภทของสินค้า	ระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์	ผลการทดสอบสมมติฐานที่มีต่อความตั้งใจซื้อ Asymp. Sig.
1	ประเภทบทวิจารณ์	ทิศทางความคิดเห็น	-	-	0.000
2	ประเภทบทวิจารณ์	ทิศทางความคิดเห็น	สินค้าจับต้องได้	-	0.000
	ประเภทบทวิจารณ์	ทิศทางความคิดเห็น	บริการ	-	0.000
3	ประเภทบทวิจารณ์	ทิศทางความคิดเห็น	-	ต่ำ	0.000
	ประเภทบทวิจารณ์	ทิศทางความคิดเห็น	-	สูง	0.003

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าประเภทของบทวิจารณ์สินค้า (บทวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์จากลูกค้าทั่วไป) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ (ความคิดเห็นที่เป็นบวก เป็นกลาง และเป็นลบ) ประเภทของสินค้า (สินค้าที่จับต้องได้และสินค้าประเภทบริการ) และ ความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์ (ความรู้เกี่ยวกับสินค้าอยู่ในระดับสูง และความรู้เกี่ยวกับสินค้าอยู่ในระดับต่ำ) ล้วนแต่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อ ความตั้งใจซื้อสินค้า

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 ผลกระทบของประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ ที่มีต่อความตั้งใจซื้อ

ประเภทของบทวิจารณ์สินค้า (บทวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญและบทวิจารณ์จากลูกค้าทั่วไป) ทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ (ความคิดเห็นที่เป็นบวก เป็นกลาง และเป็นลบ) ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อ ความตั้งใจซื้อสินค้า

บทวิจารณ์ที่มีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและลูกค้าทั่วไปที่เป็นเชิงบวกทั้งคู่ จะส่งผลให้ความตั้งใจซื้อหลังอ่านบทวิจารณ์มีค่าสูงสุด และในทางกลับกันบทวิจารณ์ที่มีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและลูกค้าทั่วไปเป็นเชิงลบทั้งคู่ จะส่งผลให้ความตั้งใจซื้อหลังอ่านบทวิจารณ์ มีค่าต่ำที่สุด และไม่ว่าจะเป็นบทวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญ หรือจากลูกค้าทั่วไป ถ้าหากมีความคิดเห็นใดความคิดเห็นหนึ่งมีทิศทางความคิดเห็นเป็นเชิงลบ ค่าความตั้งใจซื้อหลังอ่านบทวิจารณ์จะมีค่าลดลงทันที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baumeister และคณะ (2001) ที่ว่า “สิ่งที่ไม่ดีมีน้ำหนักกว่าสิ่งที่ดี” หรือในอีกความหมายหนึ่งคือ ผู้บริโภคจะให้ความสนใจกับข้อมูลความคิดเห็นเชิงลบมากกว่าความคิดเห็นเชิงบวก [7]

5.2 ผลกระทบของประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ ที่มีต่อความตั้งใจซื้อ เมื่อประเภทสินค้าคือสินค้าจับต้องได้

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียด พบว่าบทวิจารณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จะมีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อมากที่สุด โดยเฉพาะบทวิจารณ์โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีทิศทางความคิดเห็นเป็นเชิงบวก

5.3 ผลกระทบของประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ ที่มีต่อความตั้งใจซื้อ เมื่อประเภทสินค้าคือบริการ

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียด พบว่าบทวิจารณ์โดยลูกค้าทั่วไปมีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อมากที่สุด โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแตกต่างจากสินค้าประเภทสินค้าจับต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sundaram และ Webster (1999) ที่ว่าประเภทหรือคุณสมบัติของสินค้าในบทวิจารณ์มีผลกระทบต่อการการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลของผู้อ่านบทวิจารณ์ [4]

5.4 ผลกระทบของประเภทของบทวิจารณ์และทิศทางความคิดเห็นของบทวิจารณ์ ที่มีต่อความตั้งใจซื้อ เมื่อระดับความรู้เกี่ยวกับสินค้าของผู้อ่านบทวิจารณ์สินค้าต่างกัน

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดพบว่าระดับความรู้เชิงจิตวิสัยของผู้อ่านบทวิจารณ์มีผลกระทบต่อความตั้งใจซื้อสินค้ามากกว่าความรู้เชิงวัตถุวิสัย ผู้อ่านบทวิจารณ์ที่มีระดับความรู้เชิงจิตวิสัยอยู่ในระดับสูงหรืออาจเรียกอีกอย่างได้ว่าผู้อ่านบทวิจารณ์นั้นมีความมั่นใจในตัวเองว่ามีความรู้เกี่ยวกับสินค้าเป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rao และ Monroe (1988) ที่ว่า ถ้าผู้ใช้งานมีความสามารถในเรื่องของสินค้าหรือบริการในระดับสูง ผู้ใช้งานจะมีความมั่นใจสูงขึ้นตาม ในทางกลับกันถ้าหากผู้ใช้งานมีความสามารถในระดับที่ไม่สูงมาก ผู้ใช้งานจะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประมวลผลความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหลังการตัดสินใจซื้อสินค้า ถ้าผู้ใช้งานที่มีความสามารถในระดับที่ไม่สูงมาก จะมีความมั่นใจต่ำมาก เมื่อเทียบกับความมั่นใจของผู้ใช้งานที่มีความสามารถในระดับสูง [8]

5.4 การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

งานวิจัยนี้เป็นการต่อยอดความรู้ศาสตร์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การตลาด และการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในเชิงธุรกิจให้เหมาะสมกับผู้บริโภคและประเภทของธุรกิจ ในประเด็นของบทวิจารณ์สินค้า โดยเลือกใช้บุคคลสำหรับนำเสนอสินค้าและทิศทางของข้อมูลที่ควรส่งถึง

5.5 ข้อจำกัดของงานวิจัยและโอกาสการศึกษาต่อในอนาคต

เนื่องจากประเภทสินค้าที่ใช้ในการทดลองของงานวิจัยนี้คือมือถือสมาร์ตโฟน และร้านอาหาร ซึ่งอาจยังไม่เป็นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุดของสินค้าประเภทสินค้าจับต้องได้และบริการอาจไม่สามารถใช้อ้างอิงได้กับทุกประเภทสินค้า

สำหรับข้อเสนอแนะ การออกแบบการทดลองอาจปรับเปลี่ยนโดยการเก็บข้อมูลบนเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จริง เพื่อผู้วิจัยจะได้เก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง มีการอ่านข้อมูลของสินค้าที่มีอยู่จริง ซึ่งผลการทดลองที่ได้อาจแตกต่างออกไปจากผลของงานวิจัยนี้ และผลสรุปที่ได้จะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] Lu, Y. and Zhai, C., “Opinion Integration through Semi-Supervised Topic Modeling.” *In Proceeding of the 17th International Conference on World Wide Web*, pp.121–130, 2008

[2] Anderson, K. and Clevenger, T., “A Summary of Experimental Research in Etiios.” *Foundations of Communications Theory*, pp. 197-221, 1970.

[3] Gershoff, A.D., Mukherjee, A., and Mukhopadhyay, A., “Consumer Acceptance of Online Agent Advice: Extremity and Positivity Effects.” *Journal of Consumer Psychology*, 2003

[4] Sundaram, D., and Webster, C., “The Role of Brand Familiarity on the Impact of Word-of-Mouth Communication on Brand Evaluation.” *Advances in Consumer Research*, Vol.26, pp.664-670, 1999

[5] Roehm, M., and Sternthal, B., “The Moderating Effect of Knowledge and Resources on the Persuasive Impact of Analogies.” *Journal of Consumer Research*, Vol. 28, pp. 257-272, 2001

[6] Nelson, B., “How Self-Confidence and Knowledge Effects the Sources of Information Selected During Purchase Situations.”, 2008

[7] Baumeister, R.F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., and Vohs, K.D. “Bad is stronger than good.” *Review of General Psychology*, Vol.5, pp.323-370, 2001

[8] Rao, A., and Monroe, K. B. “The Moderating Effect of Prior Knowledge on Cue Utilizations in Product Evaluations.” *Journal of Consumer Research*, Vol.19, pp.253–264, 1988

[9] Brucks, M. “The Effects of Product Class Knowledge on Information Search Behavior.” *Journal of Consumer Research*, Vol. 12, No. 1, pp. 1-16, 1985

[10] Flynn, L.R., and Goldsmith, R.E. “A Short, Reliable Measure of Subjective Knowledge.” 1999

[11] Rao, A., and Monroe, K. B. “The Moderating Effect of Prior Knowledge on Cue Utilizations in Product Evaluations.” *Journal of Consumer Research*, Vol.19, pp.253–264, 1988

[12] Fishbein, M., and Ajzen, I. “Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading”, *MA: Addison Wesley*, 1975

[13] พจนารถ อินทมาตร์, “ผลกระทบของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ขนาดของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล และทิศทางของความคิดเห็นที่มีต่อความตั้งใจซื้อในเครือข่ายสังคม.” *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554

การวิเคราะห์กลุ่มคำศัพท์ธุรกิจที่ช่วยลดระยะเวลาการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเพื่อสนับสนุนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในซอฟต์แวร์อีอาร์พี

Analysis the Group of Business Word for Reducing Time to Read Business Blueprint Supporting ERP Software Configuration

พลอยไพลิน แก้วประชา (Ploypailin Kaewpracha)[1] และสมจารี ปรียานนท์ (Somjaree Preeyanont)[2]
ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]PK_aewpracha@hotmail.com, [2]Somjaree@acc.chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำซอฟต์แวร์อีอาร์พี(ERP) มาใช้ในองค์กรอย่างแพร่หลาย โดยหลักการของการนำซอฟต์แวร์อีอาร์พีมาใช้ คือ การกำหนดค่าพารามิเตอร์(Configuration) ให้ซอฟต์แวร์สามารถใช้งานได้ตามกระบวนการดำเนินธุรกิจของแต่ละองค์กร ซึ่งหัวใจหลักของการกำหนดค่าพารามิเตอร์ คือ การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจให้เข้าใจ แต่จากการศึกษาและการสำรวจแสดงให้เห็นว่าการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจแล้วได้ข้อมูลสำคัญที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วนนั้นเป็นไปได้ยากและใช้เวลานาน อีกทั้งยังมีปัญหาความเหลื่อมล้ำของประสบการณ์ของผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์อยู่มาก ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าหากมีแนวทางที่ช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเร็วขึ้นและได้ข้อมูลที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วนขึ้น จะมีประโยชน์ต่อผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์และอาจส่งผลให้ระยะเวลาในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ลดน้อยลง

คำสำคัญ: ซอฟต์แวร์วางแผนทรัพยากรขององค์กร อีอาร์พี การจัดการวัตถุดิบ เอสเอพี พิมพ์เขียวธุรกิจ การกำหนดค่าพารามิเตอร์

Abstract

At the present time, ERP software is widely used in many organizations in Thailand. The principle of using the ERP is to define software parameters in order to facilitate the flow of information between various business functions of the organization, the key is about reading business blueprints. However, the bases of parameter configuration are reading and understanding business blueprints, and according to the survey research result it is very difficult and time-consuming to get important data for configuring the parameters completely from reading business blueprints. Furthermore, the configurators' difference in experience is another problem of ERP configuration. Therefore, the researcher realizes that if there is a way to accelerate business blueprints reading process and acquire more complete data for parameters configuration, it will be greatly beneficial to the configurators and would decrease time spent on ERP software implementation.

Keyword: Enterprise Resource Planning, Business Blueprint, Configuration, ERP, Material Management, SAP

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำซอฟต์แวร์อีอาร์พี (ERP:Enterprise Resource Planning) มาใช้ในองค์กรอย่างแพร่หลาย ทั้งองค์กรขนาดย่อมไปจนถึงองค์กรขนาดใหญ่ ซอฟต์แวร์อีอาร์พีที่นิยมมากที่สุดในประเทศไทย คือ ซอฟต์แวร์เอสเอพี(SAP)[1] ซึ่งมีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 30% ต่อปี[2] ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกซอฟต์แวร์เอสเอพีมาเป็นกรณีศึกษาในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับซอฟต์แวร์อีอาร์พี ซอฟต์แวร์วางแผนทรัพยากรขององค์กรหรืออีอาร์พีเป็น ซอฟต์แวร์ที่บูรณาการฟังก์ชันงานหลักทั้งหมดภายในองค์กร โดยเรียกแต่ละฟังก์ชันหลักเหล่านี้ว่า มอดูล (Module) ตัวอย่างเช่น ซอฟต์แวร์เอสเอพี มี 13 มอดูลที่นิยมใช้

ในประเทศไทย ได้แก่ มอดูลการขายและกระจายสินค้า มอดูลการจัดการวัตถุดิบ มอดูลการเงิน ฯลฯ หลักการในการนำซอฟต์แวร์อีอาร์พีมาใช้ คือ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ซอฟต์แวร์สามารถใช้งานได้ตามกระบวนการดำเนินธุรกิจของแต่ละองค์กร[3] การดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์อีอาร์พีจะแบ่งออกเป็นเฟส ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ วางแผนโครงการ ออกแบบและจัดทำพิมพ์เขียวธุรกิจ กำหนดค่าพารามิเตอร์ เตรียมระบบและขึ้นระบบ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าเฟสของการกำหนดค่าพารามิเตอร์เป็นเฟสที่ใช้ระยะเวลายาวนานที่สุด ถึง 46% ของงานทั้งหมด ซึ่งเป็นการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเพื่อศึกษาขอบเขตของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมอดูลต่างๆ 12% และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ 13% [4] เนื่องมาจากการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเพื่อให้เข้าใจกระบวนการแล้วสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ครบถ้วนในเวลาอันรวดเร็วเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะพิมพ์เขียวธุรกิจนั้นมีปริมาณมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ครบถ้วนจึงทำได้ยากและใช้เวลานาน[5] ซึ่งจากประเด็นปัญหานี้เอง ส่งผลให้การดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์อีอาร์พีล้มเหลว เนื่องจากล่าช้ากว่ากำหนดทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น[6]

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเพื่อศึกษาปัญหาที่แท้จริงของการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจล่าช้า โดยสำรวจจากผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ซอฟต์แวร์อีอาร์พี และมีหน้าที่อ่านพิมพ์เขียวธุรกิจ จำนวน 30 คน พบว่าผู้ที่จัดทำพิมพ์เขียวธุรกิจ จำนวน 15 คน เป็นผู้ที่มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์และธุรกิจและมีประสบการณ์ ในด้านการทำงานเกี่ยวกับซอฟต์แวร์อีอาร์พี อย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป ส่วนผู้ที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ จำนวน 15 คน จบมาทางด้านคอมพิวเตอร์ ไม่มีความรู้ด้านธุรกิจ ไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับซอฟต์แวร์อีอาร์พีมาก่อน และผู้จัดทำพิมพ์เขียวธุรกิจกับผู้ที่กำหนดค่าพารามิเตอร์เป็นคนละคนกัน ทำให้เกิดช่องว่างของการสื่อสาร(Communication Gap) อีกทั้งการเขียนพิมพ์เขียวธุรกิจเขียนตามกระบวนการดำเนินธุรกิจของทั้งบริษัทรวมทุกมอดูล แต่การกำหนดค่าพารามิเตอร์จะทำทีละมอดูล และพิมพ์เขียวธุรกิจมีปริมาณของจำนวนหน้ามาก จากการศึกษาพิมพ์เขียวธุรกิจ จำนวน 3 บริษัท พบว่าทั้ง 3 บริษัทเป็นองค์กรขนาดใหญ่มีจำนวนมอดูลที่ติดตั้งอย่างน้อย 3 มอดูล จะมีจำนวนหน้าของพิมพ์เขียวธุรกิจ อย่างน้อย 200 หน้า ส่งผลให้ผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต้องใช้เวลานานในการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจให้เข้าใจ แต่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วนนั้นต้องอาศัยประสบการณ์ จากการสอบถามผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการประเมินศักยภาพในการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจ 1 ครั้งจนจบ แล้วเจอข้อมูลสำคัญที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ โดยผู้ที่มีประสบการณ์ไม่ถึง 1 ปี จำนวน 5 คน สามารถเจอข้อมูลสำคัญได้ไม่เกิน 30% ของข้อมูลทั้งหมด ส่วนผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีประสบการณ์ 1-2 ปี จำนวน 5 คน สามารถเจอข้อมูลสำคัญได้ไม่เกิน 60% ของข้อมูลทั้งหมด ส่วนผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า 2 ปี จำนวน 5 คน สามารถเจอข้อมูลสำคัญได้มากกว่า 80% ของข้อมูลทั้งหมด จากการสอบถามข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจแล้วได้ข้อมูลสำคัญที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วนนั้นเป็นไปได้ยากและใช้เวลานาน อีกทั้งยังมีปัญหาความเหลื่อมล้ำของประสบการณ์อยู่มาก

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าหากมีแนวทางที่ช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเร็วขึ้นและได้ข้อมูลที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ครบถ้วนขึ้น จะมีประโยชน์ต่อผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์และอาจส่งผลให้ระยะเวลาในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ลดน้อยลง

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ซอฟต์แวร์เอสเอพี

ซอฟต์แวร์เอสเอพี ย่อมาจาก Systems Applications and Products in data processing เป็น ซอฟต์แวร์ประยุกต์หรือซอฟต์แวร์อีอาพีที่สามารถประมวลผลข้อมูลในองค์กรได้อย่างครอบคลุม อีกทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์อีอาร์พีที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทย ซอฟต์แวร์เอสเอพี มีมอดูลหลักๆที่นิยมใช้ในประเทศไทยประมาณ 13 มอดูล แต่มอดูลที่นิยมมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ มอดูลการเงิน(Financial Module) มอดูลการขายและกระจายสินค้า(Sales and Distribution Module) และมอดูลการจัดการวัตถุดิบ(Material Management Module) [7] ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกเก็บข้อมูลเฉพาะมอดูลการจัดการวัตถุดิบ เนื่องจากเป็นมอดูลที่นิยมติดตั้งและผู้วิจัยสามารถหาแหล่งข้อมูลได้ง่ายกว่ามอดูลอื่น

2.2 พิมพ์เขียวธุรกิจ(Business Blueprint)

พิมพ์เขียวธุรกิจ คือ เอกสารที่แสดงกระบวนการดำเนินธุรกิจของแต่ละองค์กรซึ่งถูกเขียนอธิบายในรูปแบบของแบบจำลองทางธุรกิจประเภทต่างๆ เช่น แบบจำลองการไหลของข้อมูล(Data Flow Diagram), แบบจำลองการไหลของงาน (Work Flow Diagram), ผังงาน(Flowchart) และผังงานระบบ (System Flowchart) เป็นต้น พิมพ์เขียวธุรกิจถูกจัดทำขึ้นโดยผู้วิเคราะห์ระบบ การที่ผู้วิเคราะห์ระบบแต่ละคนจะเลือกว่าจะเขียนพิมพ์เขียวธุรกิจในรูปแบบของแบบจำลองใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมของแต่ละองค์กรและความถนัดของผู้วิเคราะห์ระบบแต่ละคน แต่แบบจำลองแต่ละแบบสามารถแสดงให้เห็นความละเอียดของข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป[8],[9] ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเบื้องต้นจากผู้จัดทำพิมพ์เขียวธุรกิจจำนวน 15 คน พบว่า แบบจำลองที่นิยมเขียนในพิมพ์เขียวธุรกิจมากที่สุด คือ แบบจำลองการไหลของงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้เลือกที่จะนำพิมพ์เขียวธุรกิจ 2 รูปแบบมาวิเคราะห์ ได้แก่ พิมพ์เขียวธุรกิจที่เขียนด้วยแบบจำลองการไหลของงาน และพิมพ์เขียวที่เขียนด้วยแบบจำลองการไหลของข้อมูล เนื่องจากเป็นแบบจำลองเดียวที่ใช้สัญลักษณ์แตกต่างจากแบบจำลองอื่นที่เหลือ

2.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ คือ การปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์อีอาร์พี เรียกว่า Configuration หรือการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับซอฟต์แวร์ เพื่อให้ซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้ตรงตามกระบวนการดำเนินธุรกิจของแต่ละองค์กร ตามที่ระบุไว้ในพิมพ์เขียวธุรกิจ การกำหนดค่าพารามิเตอร์สามารถแบ่งขั้นตอนย่อยได้ 3 ขั้นตอน ตามที่ได้เคยกล่าวไว้แล้วในบทนำ สำหรับซอฟต์แวร์เอสเอพีได้เตรียมเครื่องมือสำหรับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เรียกว่า IMG (Implementation Guide) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับกำหนดค่าและปรับแต่งการตั้งค่าต่างๆของซอฟต์แวร์เอสเอพี[10]

2.4 โปรแกรมตัดคำจากข้อความ(Tokenization)

โปรแกรมตัดคำจากข้อความที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรมตัดคำเล็กซ์โต(LexTo) พัฒนาจากทฤษฎีการตัดคำแบบตัดคำที่ยาวที่สุดก่อน (Longest matching) รองรับข้อความทั้งที่เป็นภาษาไทย ภาษาอังกฤษและตัวเลข มีความถูกต้องในการตัดคำมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีความเร็วเฉลี่ยในการตัดคำประมาณ 6 วินาทีต่อ 1 ล้านคำ [11] ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกโปรแกรมนี้ในการตัดคำจากข้อความที่ได้จากแบบจำลองการไหลของงาน

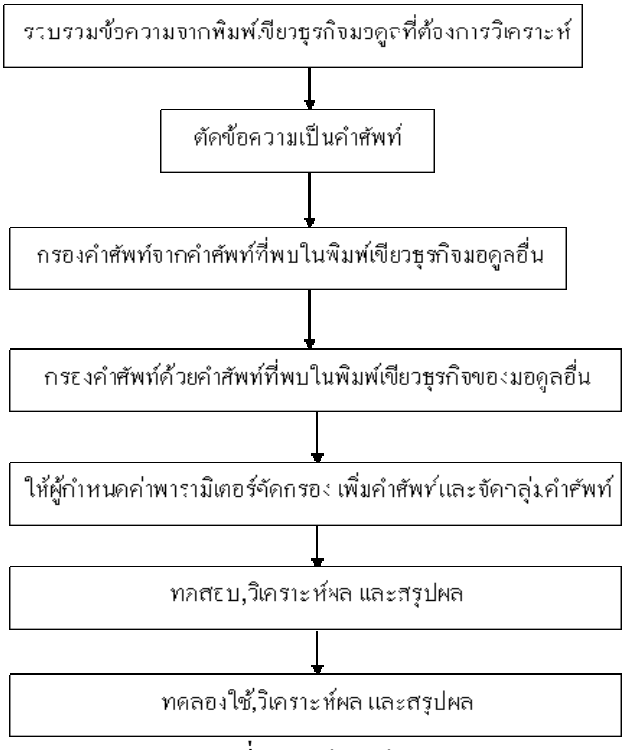
3. แนวคิดและระเบียบวิธีวิจัย

3.1 แนวคิด

ในการเขียนพิมพ์เขียวธุรกิจในปัจจุบันใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเขียนต่างๆมากมาย เช่น Microsoft Visio, Microsoft Word ,ARIS ฯลฯ และการเขียนพิมพ์เขียวธุรกิจเขียนตามการไหลของกระบวนการธุรกิจ(Business Flow) ของแต่ละองค์กรรวมทุกมอดูล แต่การกำหนดค่าพารามิเตอร์จะทำทีละมอดูล ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า ถ้าสามารถนำเครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่ทำให้สามารถค้นหาหรือแสดงคำที่เกี่ยวข้องกับมอดูลที่ต้องการได้ จะช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเพื่อการกำหนดค่าพารามิเตอร์เร็วขึ้น ซึ่งประเด็นหลักที่น่าสนใจของการค้นหา(Search) คงหนีไม่พ้นคำที่ใช้ในการค้นหา (Keyword) ซึ่งเป็นศัพท์ทางธุรกิจ

ดังนั้นหากวิเคราะห์คำศัพท์ทางธุรกิจที่เหมาะสมที่จะเป็นคำที่ใช้ค้นหาในแต่ละมอดูลของซอฟต์แวร์อีอาร์พีได้ จะช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเร็วขึ้นและครอบคลุมมากขึ้น

3.2 ระเบียบวิธีวิจัย



ภาพที่ 1: ระเบียบวิธีวิจัย

4. การดำเนินงานวิจัย

4.1 การรวบรวมพิมพ์เขียวธุรกิจ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมพิมพ์เขียวธุรกิจมอดูลการจัดการวัตถุดิบจากโครงการดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์เอสเอพีที่เสร็จสิ้นแล้ว จำนวน 4 พิมพ์เขียวธุรกิจ เป็นพิมพ์เขียวธุรกิจที่เขียนด้วยแบบจำลองการไหลของงานและแบบจำลองการไหลของข้อมูลอย่างละ 2 พิมพ์เขียวธุรกิจ และเขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Visio ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่นิยมใช้มากที่สุดในการเขียนพิมพ์เขียวธุรกิจ โดยพิมพ์เขียวธุรกิจที่ได้จะอยู่ในรูปของไฟล์ .vsd

4.2 การพัฒนาโปรแกรมดึงข้อความจากพิมพ์เขียวธุรกิจ

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับดึงข้อความจากพิมพ์เขียวธุรกิจที่เป็นไฟล์ .vsd โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นต้องบันทึกไฟล์ .vsd ให้เป็น .html ด้วยโปรแกรม Microsoft Visio จากนั้นเมื่อได้ข้อความที่ดึงมาจากพิมพ์เขียวธุรกิจมอดูลการจัดการวัตถุดิบทั้ง 4 ฉบับ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าข้อความที่ได้ยาวเกินไปที่จะเป็นคำศัพท์ทางธุรกิจ ผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรมตัดข้อความภาษาไทยมาใช้ในการตัดข้อความให้สั้นลง

4.3 การตัดข้อความภาษาไทย

ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมตัดคำภาษาไทย LexTo โดยการตัดคำอ้างอิงจากพจนานุกรมและใช้ทฤษฎีการตัดคำยาวที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคำศัพท์ทางธุรกิจ โดยพจนานุกรมที่ใช้ตัดคำนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการตัดคำด้วยโปรแกรมนี้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบใช้พจนานุกรม 2 ชุด ในการตัดคำจากพิมพ์เขียวธุรกิจจำนวน 2 ฉบับเท่าๆกัน เพื่อวิเคราะห์ว่าพจนานุกรมใด ที่ให้คำศัพท์ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งต้องเป็นศัพท์ที่มีความหมาย เป็นคำนามและคำกริยา เป็นต้น จากการทดสอบพบว่า พจนานุกรมชุดที่ 1 ชื่อว่า Lexitron ให้คำที่สามารถใช้ได้ จำนวน 338 คำ ส่วนพจนานุกรมที่ 2 ชื่อว่า Lexitron Pro ให้คำที่สามารถใช้ได้จำนวน 348 คำ ซึ่งมีคำที่มีความหมายมากกว่าพจนานุกรมแรก ผู้วิจัยจึงเลือกใช้พจนานุกรม Lexitron Pro ในการตัดคำ เมื่อรวมคำทั้งหมดที่ได้จากการตัดคำจากพิมพ์เขียวธุรกิจจำนวน 4 พิมพ์เขียว ได้ทั้งสิ้น 513 คำ เป็นคำศัพท์ภาษาไทย 348 คำและเป็นคำศัพท์ภาษาอังกฤษ 165 คำ

4.4 การกรองคำศัพท์ที่ไม่ใช่มอดูลการจัดการวัตถุดิบ

ผู้วิจัยได้รวบรวมพิมพ์เขียวธุรกิจของมอดูลอื่นที่ไม่ใช่มอดูลการจัดการวัตถุดิบที่โครงการดำเนินติดตั้งซอฟต์แวร์เอสเอพีเสร็จสิ้นแล้ว จำนวน 4 มอดูล ได้แก่ มอดูลการจัดการทรัพยากรมนุษย์(Human Resource Module), มอดูลการเงิน, มอดูลการขายและกระจายสินค้าและมอดูลควบคุมต้นทุนและค่าใช้จ่าย(Controlling Module) มอดูลละ 1 พิมพ์เขียวธุรกิจ จากนั้นดึงข้อความจากพิมพ์เขียวธุรกิจด้วยโปรแกรมดึงข้อความ และใช้โปรแกรมข้อความภาษาไทย จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับคำศัพท์ทั้ง 513 คำ พบว่ามีคำศัพท์ที่ซ้ำกับมอดูลอื่นจำนวน 170 คำ ดังนั้นจึงเหลือคำศัพท์ที่เป็นคำศัพท์เฉพาะของมอดูลการจัดการวัตถุดิบจำนวน 343 คำ

4.5 การเก็บข้อมูลจากผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์

ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ถึงคำศัพท์ธุรกิจที่เป็นคำสำคัญที่นำไปสู่ค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้ผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์มอดูลการจัดการวัตถุดิบจำนวน 5 คน ตัดคำศัพท์ที่ไม่ได้เป็นคำสำคัญที่นำไปสู่ค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ออก และเพิ่มคำศัพท์ที่คิดว่าเป็นคำสำคัญที่นำไปสู่ค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ รวมถึงเพิ่มคำที่พ้องความหมายกับคำศัพท์เหล่านั้น พร้อมทั้งให้จัดกลุ่มของคำศัพท์ที่มีความหมายเดียวไว้ด้วยกันและระบุคำที่คาดว่าพบบ่อยที่สุดในพิมพ์เขียวธุรกิจในแต่ละกลุ่มคำศัพท์ จากขั้นตอนนี้ได้ทั้งสิ้น 37 กลุ่มคำศัพท์ ทั้งหมด 268 คำ

4.6 การทดสอบคำศัพท์

ผู้วิจัยได้นำคำศัพท์ทั้ง 268 คำ มาทดสอบกับพิมพ์เขียวธุรกิจขององค์กรจำนวน 4 องค์กร ที่มีการดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์เอสเอพีมอดูลการจัดการวัตถุดิบ โดย 1 ฉบับ เป็นพิมพ์เขียวธุรกิจที่ได้จากองค์กรที่เคยนำพิมพ์เขียวธุรกิจมอดูลการจัดการวัตถุดิบมาใช้ในตอนเก็บข้อมูลข้อ 4.1 ส่วนอีก 3 ฉบับเป็นพิมพ์เขียวธุรกิจที่ไม่เคยใช้ในงานวิจัยนี้มาก่อน จากการทดสอบพบว่ามีศัพท์จำนวน 106 คำ ที่พบในพิมพ์เขียวธุรกิจทั้ง 4 ฉบับนี้

จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลของการค้นหา พบว่ามีคำศัพท์จำนวน 56 คำ เป็นคำศัพท์ที่พบเฉพาะในมอดูลการจัดการวัตถุดิบเท่านั้น ตัวอย่างเช่นคำว่า "Release Strategy" หรือ

"สถานที่จัดเก็บ" เป็นต้น และมีคำศัพท์จำนวน 33 คำ พบทั้งในมอดูลการจัดการวัตถุดิบและมอดูลอื่นด้วย เช่น "ใบสั่งซื้อ" หรือ "ใบกำกับภาษี" เป็นต้น ส่วนอีก 17 คำ เป็นคำที่แทบจะไม่พบในมอดูลการจัดการวัตถุดิบหรือไม่พบในมอดูลการจัดการวัตถุดิบเลย เช่น "บัญชีพัสดุ"หรือ"จ่ายพัสดุ"

5. สรุปผลและงานวิจัยในอนาคต

5.1 ประเด็นความน่าเชื่อถือ

ผู้วิจัยได้ทดลองให้ผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์นำคำเหล่านี้ไปใช้เป็นคำค้นหากับพิมพ์เขียวธุรกิจที่ใช้อยู่จริง ผู้วิจัยได้ทดสอบกับผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์จำนวน 4 คน ที่เคยเป็นหน่วยที่เก็บข้อมูลมาก่อน โดยให้ผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์แต่ละคนประเมินว่า(1) การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจโดยใช้คำค้นเหล่านี้ ทำให้ได้ข้อมูลสำคัญครอบคลุมมากขึ้นกว่าไม่ใช้คำเหล่านี้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ (2) คำเหล่านี้ช่วยทำให้พบข้อมูลที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์รวดเร็วขึ้นประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ และ(3) ผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์คาดว่าคำเหล่านี้สามารถช่วยให้การกำหนดค่าพารามิเตอร์รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ จากการสอบถามพบว่าผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานน้อยกว่า 1 ปี จำนวน 2 คน พบว่าได้ข้อมูลสำคัญครอบคลุมเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 45% และอ่านเร็วขึ้นเฉลี่ยประมาณ 30% ส่วนผู้ที่มีประสบการณ์ 1-2 ปี ได้ข้อมูลสำคัญครอบคลุมเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 30% และอ่านได้เร็วขึ้นเฉลี่ยประมาณ 30%

ตารางที่ 1: ผลการสอบถามจากผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์

คำตอบ / ประเด็นคำถาม	ประสบการณ์น้อยกว่า 1 ปี		ประสบการณ์ 1-2 ปี	
	คนที่ 1 (7 เดือน)	คนที่ 2 (5 เดือน)	คนที่ 1 (1 ปี)	คนที่ 2 (2 ปี)
(1) ทำให้ได้ข้อมูลสำคัญครอบคลุมมากขึ้นกี่เปอร์เซ็นต์	40%	50%	40%	20%
(2) พบข้อมูลที่นำไปสู่การกำหนดค่าพารามิเตอร์รวดเร็วขึ้นกี่เปอร์เซ็นต์	30%	30%	30%	30%
(3) ช่วยให้การกำหนดค่าพารามิเตอร์รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมหรือไม่	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่

จากการทดลองข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่าหากมีการเพิ่มคำศัพท์ทางธุรกิจที่เป็นคำพ้องความหมายกับคำทั้ง 56 คำ จะทำให้คำศัพท์ที่ใช้ในการค้นหาเพิ่มมากขึ้น และครอบคลุมศัพท์ที่จะเจอในพิมพ์เขียวธุรกิจมากขึ้น ซึ่งหลังจากการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการวัตถุดิบ 1 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์สอนประจำอยู่ที่มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เพิ่มเติมคำพ้องความหมายของศัพท์เหล่านี้ โดยได้ทั้งสิ้น 26 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 299 คำ

5.2 สรุปผล

จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า คำศัพท์ทางธุรกิจที่เหมาะสมที่จะเป็นคำที่ใช้ค้นหาในมอดูลการจัดการวัตถุดิบของซอฟต์แวร์อีอาร์พีที่ช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเร็วขึ้นและครอบคลุมขึ้น มีทั้งสิ้น 56 คำ ตัวอย่างเช่น คำว่า "Account Assignment","กำหนดราคา" หรือ "สัญญาจะซื้อจะขาย" เป็นต้น และเมื่อผู้วิจัยได้นำคำศัพท์ทั้ง 56 คำ ไปทดลองใช้กับพิมพ์เขียวธุรกิจอีกจำนวน 3 พิมพ์เขียวธุรกิจ จาก 3 องค์กร ซึ่ง 1 ในนั้นเป็นพิมพ์เขียวธุรกิจที่เคยใช้ในการทดสอบคำศัพท์ ส่วนอีก 2 พิมพ์เขียวธุรกิจยังไม่เคยใช้ในงานวิจัยนี้มาก่อน พบว่าคำศัพท์ทั้ง 56 คำนี้ยังคงเป็นคำศัพท์ที่พบในมอดูลการจัดการวัตถุดิบเท่านั้น

5.3 งานวิจัยในอนาคต

จากการวิเคราะห์หาศัพท์ทางธุรกิจที่เหมาะสมที่จะเป็นคำที่ใช้ค้นหาในมอดูลการจัดการวัตถุดิบของซอฟต์แวร์อีอาร์พีที่ช่วยให้การอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเร็วขึ้นและครอบคลุมมากขึ้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าถ้ามีการนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับค้นหาคำศัพท์ในพิมพ์เขียวธุรกิจ ซึ่งควรสามารถทำงานร่วมกับเครื่องมือที่ใช้เขียนพิมพ์เขียวธุรกิจอย่างเช่น Microsoft Visio ได้ เพราะจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องค้นหาเองทีละคำ และสามารถเพิ่มคำศัพท์อื่นๆที่พบในงานจริงที่เป็นคำพ้องของคำศัพท์เหล่านี้ได้อีกทั้งเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะสามารถวัดเปอร์เซ็นต์ความครอบคลุมและสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้อ่านพิมพ์เขียวธุรกิจเพื่อการกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้กับการอ่านพิมพ์เขียวธุรกิจสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์มอดูลการจัดการวัตถุดิบได้กับทุกซอฟต์แวร์อีอาร์พี และในอนาคตสามารถนำแนวคิดนี้ไปเป็นแนวทางในการทำวิจัยกับมอดูลอื่นๆของซอฟต์แวร์อีอาร์พีเพิ่มเติม เพื่อให้แนวคิดนี้ครอบคลุมทุกมอดูลของซอฟต์แวร์อีอาร์พีมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] AMR Research, "The ERP Market Sizing Report, 2006–2011," *Market Research*, pp6, 2007.

[2] เพ็ญจิรา คันธวงศ์, "แผนการตลาดของผู้ผลิตซอฟต์แวร์สำหรับองค์กรปี 2554" *วารสารนักบริหาร 2553* หน้า 71-76, 2553.

[3] Bradley D. and Hiquet, "SAP R/3 Implementation Guide: A Manager's Guide to Understanding SAP," *Alpel Publishing*, 1998.

[4] Ronald Giachetti, "ERP Life-Cycle Concepts [Online]," *http://web.eng.fiu.edu/ronald/ERP/ERPLifeCycleConcept v1.pdf*, July 10, 2007.

[5] Victor Portougal and David Sundaram, "Business Processes Operational Solutions for SAP Implementation," United States of America, IRM Press, 2006.

[6] A. Bhagwani, "Critical Success Factors In Implementing SAP ERP Software," *Engineering Management Field Project*, 2009.

[7] Panorama Consulting Solution, "2012 ERP Report,"*A Panorama Consulting Solutions Research Report*, 2012.

[8] วิชิต สวัสดิ์จาด, "ผังงาน(Flowchart) [ออนไลน์]," *http:// www. kpsw.ac.th /vichit/ media/ weblogo/flowchat.htm.*

[9] ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์, "การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ," *ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน),* 2551.

[10] IRIS, "Realization [Online]," *www.uky.edu/IRIS/present /Presentations/1018.ppt*, 2005.

[11] Choochart Haruechaiyasak, Sarawoot Kongyoung and Chaianun Damrongrat, "LearnLexTo: A Machine-Learning Based Word Segmentation for Indexing Thai Texts," *CIKM 20008 workshop on Improving Non-English Web Search (iNews)*, 2008.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

The Development of Web-Based Instruction using Think-Pair-Share Technique on Data Structure Subject of Vocational Diploma Level at Ubonratchathani Technical College

นางสาวชณิดาภา บุญประสม
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โครงการจัดตั้งคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
E-mail: chanidapa302.9@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเองกับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน กลุ่มควบคุม เลือกจากผลการเรียนของนักศึกษาในระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ทั้งหมด 30 คน ใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มทดลองอีก 30 คน โดยใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบท และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นี้มีประสิทธิภาพ 84.78/83.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดกับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจระดับมากที่สุด ส่วนมากพบว่า นักศึกษาชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะเห็นเป็นความแปลกใหม่ ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ทำให้มีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน

Abstract

The objectives of this experimental research were to develop Web-based Instruction using Think-Pair-Share for the Data Structure course, to evaluate the WBI's efficiency, to compare students' learning achievements between those learning with the developed WBI and those learning with the self-study technique, and lastly to evaluate the students' satisfaction after learning with the developed WBI.

The sample of 60 second year Vocational Diploma students of Ubonratchathani Technical College was sub-divided into three proficiency sub-groups (high, moderate, low) and divided into two cohorts. The former comprised 30 students taught using a self-learning approach while the latter consisted of 15 pairs of students and taught using

Think-Pair-Share technique. The tools used were composed of the researcher-constructed WBI lessons, the pre-tests, the posttests, and the learner satisfaction evaluation forms.

The results showed that the efficiency of the developed WBI was of 84.78/83.93, which was higher than the criterion value. The learning achievement of students learning with the developed WBI is higher than those learning with the self-study technique at the statistically significant value of .05. The satisfaction value of students learning with the developed WBI is at the level of high. This can be concluded that the WBI is suitable for students to obtain higher learning achievement.

Keyword: Think Pair Share Collaborative Learning, Web-Based Instruction Tutorial, a self-learning

1. บทนำ

รายวิชาโครงสร้างข้อมูลมีความสำคัญต่อผู้เรียนในด้านการให้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลทางด้านคอมพิวเตอร์แบบต่างๆ อาร์เรย์ สแตก คิว ลิงค์ลิสต์ ทรี การจัดการและประมวลผลแฟ้มข้อมูลเบื้องต้น การออกแบบและเขียนโปรแกรมในการจัดการโครงสร้างข้อมูลแบบต่างๆและความรู้เหล่านั้นผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้

เนื่องจากการเรียนการสอนใช้วิธีสาธิต และบอกขั้นตอนผ่านทางเครื่องฉายภาพแอลซีดี โปรเจ็คเตอร์ เพื่อให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติตามทีละขั้นตอน ทำให้พบว่าการเรียนการสอนลักษณะนี้ประสบปัญหาหลายประการ เช่น ใช้เวลานานในการสอนแต่ละหัวข้อ นักศึกษากลุ่มที่เรียนเก่งสามารถทำได้ก่อนนักศึกษากลุ่มที่เรียนอ่อน อีกทั้งสื่อการสอนที่ตรงตามจุดประสงค์การสอนยังมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้ค่อนข้างต่ำ

นอกจากนั้นจากการสำรวจผลการเรียนรายวิชาโครงสร้างข้อมูลของนักศึกษาระดับ ปวส.ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551-2553 พบว่านักศึกษาร้อยละ 70 ทำคะแนนในวิชานี้ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ อีกทั้งข้อจำกัดในเรื่องของเวลาเรียนที่ไม่ต่อเนื่อง และความสามารถในการรับรู้ข้อมูลของผู้เรียนที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการ ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขาดเจตคติที่ดีต่อวิชา และมีผลทำให้คะแนนในวิชานี้ได้ต่ำกว่าเกณฑ์

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง กับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อทราบว่าวิธีสอนแบบใดจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากัน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล พัฒนาขึ้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง กับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลที่พัฒนาขึ้น

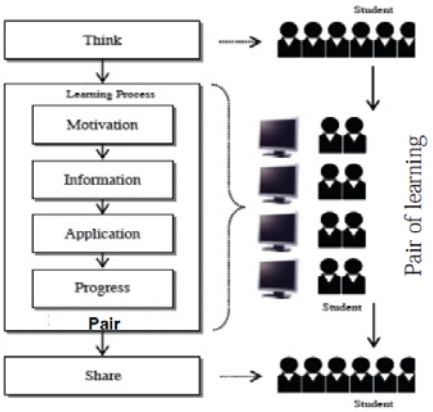
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้ดำเนินการศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.1 การเลือกสื่อการสอน

การจัดเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

เทคนิค Think-Pair-Share นับว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นคู่ ๆ จัดว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับมากอีกรูปแบบหนึ่ง เพราะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น [Frank Lyman, 1981][1] ซึ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ Think-Pair-Share ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่



ภาพที่ 1: ขั้นตอนของ Think-Pair-Share

1. Think หมายถึง การท้าทายให้ผู้เรียนได้คิดและไตร่ตรองจากคำถามแบบปลายเปิด หรือการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

2. Pair หมายถึง การจัดให้ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ ๆ เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปหรือตอบคำถามที่ต้องการ

3. Share หมายถึง การสลายจากการจับกลุ่มกันเป็นคู่ ๆ แล้วสรุปผลการค้นหาคำตอบร่วมกันทั้งชั้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุป และอภิปรายผลการค้นพบ [มนต์ชัย, 2551][3]

3.2 การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา

สามารถพิจารณาได้ใน 3 แนวทางได้แก่

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2

ก) E_1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างบทเรียนของบทเรียนแต่ละชุด

ข) E_2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) โดยปกติแล้วค่าที่ได้จากการวิจัย ค่าของ E_2 จะมีค่าต่ำกว่าค่า E_1 เนื่องจาก E_1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบแบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลในระหว่างการนำเสนอเนื้อหา หรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละเรื่อง ระดับคะแนนจึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าของ E_2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

2. การหาผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน (Effectiveness) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจึงต้องประกอบด้วยทั้งแบบทดสอบก่อนบทเรียน และแบบทดสอบหลังบทเรียน โดยทำการทดสอบก่อนบทเรียน (T1) และหลังจากการจบการศึกษาเนื้อหาบทเรียนจึงทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (T2) หลังจากนั้นจึงนำค่า T1 และ T2 ไปเปรียบเทียบความแตกต่างตามแบบแผนการทดลองโดยใช้สถิติเปรียบเทียบความสัมพันธ์ และสรุปผลที่ได้ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. การหาความพึงพอใจ (Satisfaction) ความพึงพอใจของผู้เรียน หมายถึงความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องงาน วิจัยในประเทศและต่างประเทศ

พัลลภ เสร็จกิจ[4] บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ ระดับประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียน 4 กลุ่ม ซึ่งเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองกับเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเท่ากับ 82.51 / 80.07 และกลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ไพศาล แซ่อึ้ง[5] เว็บช่วยสอนแบบทบทวนบนระบบ LMS (Moodle) วิชาการพัฒนาเว็บเพจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป รหัสวิชา 3204-2202 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเองกับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดผลการวิจัยพบว่า

1) ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนแบบทบทวนบนระบบ LMS (Moodle) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 1.07 สูงกว่าเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของ เมกุยแกนส์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดสูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

Tyan and Hong[2] ได้ทำวิจัยเรื่องการใช้การติดต่อสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษาภาคเอกชนของไต้หวัน ด้วยการจัดระบบการศึกษาที่นำเอา CMC (Computer Mediated Communication) มาพัฒนาในการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษาด้วยอิเล็กทรอนิกส์และพัฒนาคุณภาพการศึกษา นักเรียนแต่ละคนต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการประชุมทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนใช้การอภิปรายแบบเผชิญหน้าในห้องเรียนปกติ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และเรียนรู้โดยผู้เรียนเองได้เป็นอย่างดี

เมื่อประมวลผลงานวิจัยที่กล่าวมาทำให้เห็นว่า จุดแข็งของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน คือ บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและเกิดประสิทธิผลต่อผู้เรียนทั้งด้านความรู้และทักษะปฏิบัติ ส่วนจุดอ่อนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์คือ ต้องใช้บุคลากรที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางเท่านั้น เช่น ด้านเนื้อหาวิชา ด้านการออกแบบบทเรียนด้วยระบบนิพนธ์บทเรียน ใช้เวลาในการพัฒนาค่อนข้างมาก โดยสรุปแล้ว ผู้วิจัยเห็นว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เหมาะที่จะประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้เรียนขาดทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ ในวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ซึ่งถือเป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างมากและซับซ้อน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบทบทวนด้วยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด จะช่วยให้ผู้เรียนสนใจการเรียนและมีความคงทนทางการเรียนมากขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

4.1 กลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จากนั้นทำการเลือกด้วยวิธีการเจาะจง โดยการเลือกจากระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมย้อนหลัง 1 ภาคเรียน จากผู้เรียนทั้งหมดจำนวน 90 คน ให้เหลือจำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง คือผู้เรียนสาขางานคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และ สาขาระบบเครือข่ายและสารสนเทศ จากนักศึกษาจำนวน 44 คน ให้เหลือจำนวนนักศึกษา 30 คน

ตารางที่ 1: กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กลุ่ม	ช่วงคะแนน	จำนวนผู้เรียน	ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง
เก่ง	3.00 - 4.00	11	10
ปานกลาง	2.50 - 2.99	18	10
อ่อน	ต่ำกว่า 2.49	15	10
รวม		**44**	**30**

จากตารางที่ 1 ผู้เรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ ผู้เรียนที่เรียนเก่ง 10 คนผู้เรียนที่เรียนปานกลาง 10 คน ผู้เรียนที่เรียนอ่อน 10 คน รวม 30 คน

2. กลุ่มที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด คือ ผู้เรียนสาขางานคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ ซึ่งมีจำนวน 2 กลุ่มเลือกจากนักศึกษาจำนวน 46 คน ให้เหลือจำนวนนักศึกษา 30 คน

ตารางที่ 2: กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด

กลุ่ม	ช่วงคะแนน	จำนวนผู้เรียน	ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง
เก่ง	3.00 - 4.00	11	10
ปานกลาง	2.50 - 2.99	19	10
อ่อน	ต่ำกว่า 2.49	16	10
รวม		**46**	**30**

จากตารางที่ 2 ผู้เรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิดวิธีการจับคู่คือผู้เรียนที่เรียนเก่งกับผู้เรียนที่เรียนอ่อน คู่เก่ง-อ่อน โดยจับคู่ผู้เรียนที่เรียนเก่งสุดลำดับที่ 1 คู่กับผู้เรียนที่เรียนอ่อนสุดลำดับที่ 1 เป็นคู่ที่ 1 และผู้เรียนที่เรียนเก่งรองลงมาลำดับที่ 2 คู่กับผู้เรียนที่เรียนอ่อนรองลงมาลำดับที่ 2 เป็นคู่ที่ 2 ใช้วิธีนี้จับคู่ผู้เรียนไปจนครบ 5 คู่ สำหรับการจับคู่ผู้เรียนที่เรียนปานกลางกับผู้เรียนที่เรียนอ่อน คู่ปานกลาง-อ่อน จับคู่ผู้เรียนที่เรียนปานกลางลำดับที่ 1 คู่กับผู้เรียนที่เรียนอ่อนลำดับที่ 6 เป็นคู่ที่ 1 และผู้เรียนที่เรียนปานกลางลำดับที่ 2 คู่กับผู้เรียนที่เรียนอ่อนลำดับที่ 7 เป็นคู่ที่ 2 ใช้วิธีนี้จับคู่ผู้เรียนไปจนครบ 5 คู่ สำหรับการจับคู่ผู้เรียนที่เรียนเก่งกับผู้เรียนที่เรียนปานกลาง คู่เก่ง-ปานกลาง จับคู่ผู้เรียนที่เรียนเก่งลำดับที่ 6 คู่กับผู้เรียนที่เรียนปานกลางลำดับที่ 6 เป็นคู่ที่ 1 และผู้เรียนที่เรียนเก่งลำดับที่ 7 คู่กับผู้เรียนที่เรียนปานกลางลำดับที่ 7 เป็นคู่ที่ 2 ใช้วิธีนี้จับคู่ผู้เรียนไปจนครบ 5 คู่ จะได้ 15 คู่ รวม 30 คน

4.2 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลองเป็นสองกลุ่ม Pretest Posttest Control Group Design มีลักษณะวิธีการทดลองดังนี้ [มนต์ชัย, 2548: 148][3]

โดยที่ ER แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง

CR แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม

X1 แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายด้วยตนเอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	วิธีการ	ทดสอบหลังเรียน
ER	O1	X1	O2
CR	O1	X2	O2

X2 แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายรูปแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

O1 แทน แบบทดสอบก่อนเรียน

O2 แทน แบบทดสอบหลังเรียน

ภาพที่ 2: แบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design

มีรายละเอียดการทดลองดังนี้

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเริ่มเรียน ต้องทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย โดยแบบทดสอบเป็นคำถามครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมด และเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน

2. จากนั้นเริ่มเรียนเนื้อหาบทเรียน โดยผู้เรียนกลุ่มทดลองทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามที่ผู้สอนกำหนด โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ส่วนกลุ่มควบคุมก็เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

3. เมื่อเรียนจบในแต่ละบทเรียน ผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกบทด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. เมื่อเรียนจบครบทุกบทเรียนแล้ว กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่าย ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน นำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองไปหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยค่าเฉลี่ยร้อยละตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเองโดยการทดสอบค่าที (t-test Independent)

4.3 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล

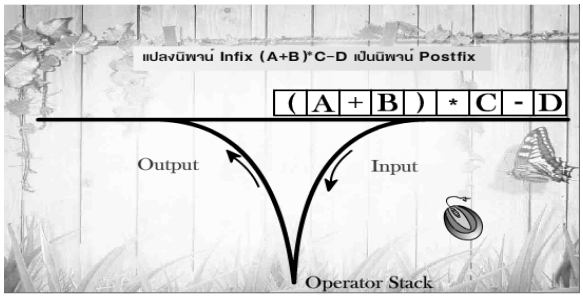
2. แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบท และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาด้านเทคนิควิธีการและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

5. ผลของการวิจัย

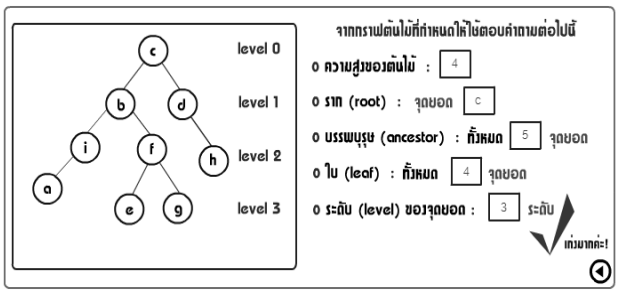
5.1 ผลการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาพที่ 3: ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 4: ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

จากภาพที่ 4 เป็นการทำกิจกรรมทดลองจำลองสถานการณ์จริงโดยผู้เรียนสามารถคลิกปุ่มเพื่อดูการสาธิตการแปลงนิพจน์ Infix เป็น นิพจน์ postfix



ภาพที่ 5: ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

จากภาพที่ 5 เป็นการทำกิจกรรมทดลองจำลองสถานการณ์จริงโดยผู้เรียนสามารถตอบคำถามและตรวจคำตอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์แต่ละคำในโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 3: ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
แบบทดสอบ (E_1)	60	50.87	4.16	84.78
แบบทดสอบ (E_2)	90	75.53	4.60	83.93

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 84.78/83.93 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถแปลความหมายได้ว่า บทเรียนมีความสามารถในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.78 และสามารถทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.93 แสดงว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพบทเรียนในขั้นดีพอใช้ (Fairly Good) สามารถนำไปใช้งานได้

5.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง กับกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด

ตารางที่ 4: เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	30	90	75.53	4.60	2.77*
กลุ่มควบคุม	30	90	71.60	7.30	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 29, t = 1.699

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล ของกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด กับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 ผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 5: ความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการออกแบบ	4.49	0.08	มาก
ด้านจัดการในบทเรียน	4.59	0.05	มากที่สุด
ความง่ายต่อการใช้งาน	4.67	0.07	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.58	0.07	มากที่สุด

ผลการประเมินวัดความพึงพอใจ โดยภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ย 4.58 อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจระดับมากที่สุด ส่วนมากพบว่านักศึกษาชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะเห็นเป็นความแปลกใหม่ ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ทำให้มีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดีขึ้น

6. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล คิดจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 84.78/83.93 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ หรือ สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและนำไปใช้กับกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพพอใช้

เนื่องจากระยะเวลาในการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนบทที่ 1 กับหลังเรียนมีระยะเวลาห่างกันเพียง 1 สัปดาห์ ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาและทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบทเรียนได้อยู่ จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนห่างจากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนเพียงเล็กน้อย และเนื่องจากเทคนิคและวิธีการ การทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งมีคำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมและสื่อในการนำเสนอหลายรูปแบบ การช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่มผู้เรียนแบบเพื่อนคู่คิด การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ส่งผลให้ประสิทธิภาพของแบบทดสอบท้ายบทเรียนสูงกว่าหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล ของกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด กับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากของกลุ่มที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share) เรียนเป็นคู่ช่วยกันทำความเข้าใจในเนื้อหา และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนแบบทบทวน กับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการประเมินวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน สรุปได้ว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจระดับมากที่สุด และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากชอบเรียนเพราะเป็นความแปลกใหม่ ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ดีขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนนี้มีเพียง 3 บท เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกและส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ควรมีการพัฒนาเนื้อหาในบทอื่นๆของวิชานี้ทั้งวิชา

1. การเรียนกับคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานๆ ตัวบทเรียนควรมีกิจกรรมโต้ตอบกับผู้เรียนที่น่าสนใจ เช่น เกมส์ เพื่อทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อง่าย และรู้สึกสนุกกับการเรียน

2. ควรกำหนดเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนและทำแบบทดสอบ

3.ในส่วนการจำลองสถานการณ์แบบฝึกปฏิบัติ ควรมีระบบช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาแนะนำ ในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้จริงๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] F. T. Lyman, “The responsive classroom discussion: The inclusion of all students,” In A. Anderson (Ed.), Mainstreaming Digest, pp. 109-113, College Park: University of Maryland Press, 1981.

[2] Tyan, N. N. and Hong F. M. When Western Technology Meets Oriental Culture: Use of Communication in a Higher Education Classroom. [online] 2000. [Available 25 January 2006] from : http://cricir.syr.edu

[3] มนต์ชัย เทียนทอง, “เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Mentor Coached Think-Pair-Share,” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 18, 1: 99-105, 2551.

[4] พัลลภ เสรี่จกิจ, “การพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเหมือนและกลุ่มต่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[5] ไพศาล แซ่อึ้ง, “การพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเหมือนและกลุ่มต่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับ เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[6] N. F., Mathew, “The Development and Implementation of Web-Based Instruction to Create Self-Paced Learning Environment in Career and Technology Studies,” Dissertation Abstracts International, 2000, pp. 28-79.

การเลือกคุณลักษณะข้อมูลที่มีผลกระทบต่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาโดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

The Feature Selection for Student's Success with Neural Network by Classification

ธนาวุฒิ นิลมณี (Tanavoot Nilmanee)[1] สมคิด แซ่หลี (Somkid Saelee)[2] และสรเดช ครุฑจ้อน (Soradech Krootjohn)[3]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[2,3]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]tanavoot.n@rmutp.ac.th, [2]ssl@kmutnb.ac.th, [3]soradech@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาและการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 10,966 ชุดข้อมูล จำนวน 33 แอตทริบิวต์ และมาทำการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลที่เหมาะสม โดยใช้ประเภท Filter และ Wrapper เป็นอัลกอริทึมในการเลือกคุณลักษณะข้อมูลที่เหมาะสม จากนั้นทำการเปรียบเทียบการจำแนกข้อมูลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันรัศมีฐาน (RBFNN) ผลการทดลองพบว่า การเลือกคุณลักษณะข้อมูลแบบ Greedy Stepwise Method กับ ClaSE ที่กำหนดค่า 5 แอตทริบิวต์ โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.83 % เมื่อใช้ Classifier แบบ BPNN

คำสำคัญ : การเลือกคุณลักษณะของข้อมูล การจำแนกข้อมูล โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

The purpose of the study was to investigate the feature selection of student's success in higher education on which was taken the important problem in the institutions. The data set was taken from the database of Academic at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon (RMUTP) in Thailand between 2008-2011. The feature selection method which is used in this paper includes filter and wrapper. The classifier which is used two algorithms: back-propagation neural network (BPNN) and radial basis function learning neural network (RBFNN). Experimental results confirm that Greedy Stepwise Method combining with ClaSE and BPNN gives high accuracy at the rate value of 99.83%.

Keywords: Feature Selection, Classification, Neural Network

1. บทนำ

ปัจจุบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของประเทศไทยมีทั้งมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชนได้มีกระบวนการรับสมัครนักศึกษาเข้ามาศึกษาในระดับปริญญาตรีในหลายวิธี โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะผลิตบัณฑิตเพื่อให้มีคุณภาพและคุณสมบัติเข้าสู่ตลาดแรงงานตามแผนการผลิตของแต่ละมหาวิทยาลัย แต่ปัญหาที่สำคัญที่พบอย่างหนึ่งของการศึกษาระดับอุดมศึกษาในแต่ละมหาวิทยาลัย คือ จำนวนของนักศึกษาที่ไม่สามารถจบการศึกษาตามข้อกำหนดของหลักสูตรหรือภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัย [1] ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้ โดยมีประเด็นของการเลือกคุณลักษณะของผู้เรียน การจำแนกข้อมูลของผู้เรียน การทำนายหรือคาดคะเนความสำเร็จในภายภาคหน้าของผู้เรียนเพื่อทำการหาประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ก็คือ คุณลักษณะของข้อมูลที่ซ้ำซ้อนและคุณลักษณะ

ที่เป็นข้อมูลรบกวนของการใช้ข้อมูลนักศึกษาที่มีข้อมูลจำนวนมาก ส่งผลให้การพยากรณ์เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้น ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาการเลือกคุณลักษณะในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออก หลังจากนั้น จะนำคุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องไปทำการจำแนกข้อมูลของผู้เรียนโดยใช้เทคนิคของโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรกได้ทำการศึกษาถึงทฤษฎีที่เกี่ยวกับงานวิจัย ส่วนที่ 2 จะเป็นขั้นตอนของวิธีการดำเนินงานวิจัย ส่วนที่ 3 เป็นผลการทดลองที่ได้จากขั้นตอนของวิธีการดำเนินงานวิจัย ส่วนที่ 4 เป็นสรุปผลการทดลอง โดยมีการอภิปรายผลการทดลองพร้อมด้วยข้อเสนอแนะ และสุดท้ายจะกล่าวถึงเอกสารอ้างอิงที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์การเลือกคุณลักษณะข้อมูลที่มีผลกระทบต่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาโดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ดังนั้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ (1) การนำเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา (2) การเลือกคุณลักษณะของข้อมูล (Feature Selection) (3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเลือกคุณลักษณะ (4) การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) โดยสามารถสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องหลักๆ ได้ดังนี้

2.1 การนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา [1]

ในปัจจุบันมีนักวิจัยหลายกลุ่มได้เล็งเห็นประโยชน์ของการนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา(Education Data Mining) [2]โดยนำเอาความสามารถในการค้นหาองค์ความรู้ที่ถูกซ่อนไว้ในข้อมูลจำนวนมากๆ มาวิเคราะห์ โดยเทคนิคขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลด้านการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 5 ด้าน [3][4][5][6][7] คือ (1) การพยากรณ์ (Prediction) เป็นทำนายหรือคาดคะเนความสำเร็จของผู้เรียนในภายภาคหน้า (2) การจำแนกข้อมูล (Classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ โดยขั้นตอนวิธีที่ใช้กันคือ โครงข่ายประสาทเทียม (NN) และต้นไม้ตัดสินใจ (3) การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) เป็นการลดขนาดข้อมูล (data reduction) โดยประสิทธิภาพของข้อมูลตั้งต้นมีขนาดลดลงทำให้มีการสูญเสียลักษณะเด่นของข้อมูลน้อยที่สุด (4) การหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (Association) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุดหรือมากกว่าสองชุดขึ้นไปไว้ด้วยกัน (5) การวิเคราะห์ตามลำดับ (Sequential Analysis) เป็นการจัดเก็บข้อมูลตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจัดเก็บตามลำดับก่อนหลังของการเกิดขึ้น โดยสิ่งที่จะได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ นั้นสามารถนำมาวัดประสิทธิภาพของการเรียนการสอนได้ เช่น อัตราการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และข้อเสนอแนะ, การพยากรณ์คะแนนและเกรดเฉลี่ยของนักศึกษา, นักศึกษาที่มีลักษณะบุคลิกภาพและทัศนคติที่คล้ายกัน, การตรวจสอบพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของนักศึกษา, การเรียนรู้ระหว่างการศึกษา ฯลฯ ในอีกแง่มุมหนึ่งก็มีการนำเหมืองข้อมูลมาใช้หาองค์ความรู้ในโรงเรียน,สถาบันการศึกษาและมหาวิทยาลัยซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญของการจัดการเชิงกลยุทธ์และกลไกในการวางแผนการศึกษา

2.2 เทคนิคการคัดเลือกข้อมูลในเหมืองข้อมูล (Feature selection)

การเลือกคุณลักษณะเป็นการเลือกเซตย่อยของคุณลักษณะที่อธิบายผลลัพธ์ได้ [8] โดยที่ผลลัพธ์นั้นหมายถึงตัวแปรที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งอัลกอริทึมในการเลือกคุณลักษณะสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท [9] คือ (1) Filter เป็นอัลกอริทึมที่มีการเลือกคุณลักษณะโดยใช้ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่มีเหตุผลยอมรับได้ในการเลือกคุณลักษณะซึ่งอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับกลุ่มข้อมูลที่ได้กำหนดไว้และยังมีการจัดอันดับความสำคัญของข้อมูลโดยใช้วิธีการ Ranker (2) Wrapper เป็นอัลกอริทึมที่มีการเลือกคุณลักษณะโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้มาเป็นส่วนร่วม สำหรับข้อมูลที่จะนำมาใช้นั้นต้องมีความสมบูรณ์ ในส่วนของวิธีการประเมินผลจะทดสอบโดย cross validation (3) Embedded เป็นอัลกอริทึมที่มีการเลือกคุณลักษณะและการพยากรณ์ทำงานร่วมกัน ในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจในการเลือกคุณลักษณะประเภท Filter และ Wrapper ซึ่งอัลกอริทึมในการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลใน WEKA [10] เช่นCfsSubsetEval, Principal Components Analysis,eRAttributeEval,OneRAttribute,WrapperSubset Eval,FilteredAttributeEval, ReliefFAttributeEval เป็นต้น จากการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยออกไป

และทำการดูประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล[11][12] หลังจากที่ได้ตัดคุณลักษณะข้อมูลบางตัวออกไป ส่วนใหญ่จะให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้นเพราะคุณลักษณะข้อมูลที่เหลืออยู่จะเป็นคุณลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญ

2.3 การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม

ในงานวิจัยนี้จะนำวิธีการจำแนกข้อมูลไปใช้ในโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างโมเดลในการจำแนกข้อมูลนักศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างข้อมูลของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา โดยหลักการของโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับ **(**Back-Propagation Neural Network**)** และแบบฟังก์ชันรัศมีฐาน (Radial Basis Function Network**)** ดังนี้

2.3.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back-Propagation Neural Network : BPNN) [13]

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ เป็นอัลกอริทึมที่ออกแบบมาโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมวิธีหนึ่งที่ใช้ในเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ซึ่งโดยทั่วไปจะมีรูปแบบการจัดนิวรอนเป็นชั้น (Layer) ประกอบไปด้วย ชั้นอินพุท (Input Layer) การทำงานของอินพุท จะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าสู่โครงข่าย ชั้นซ่อน (Hidden Layer) ทำหน้าที่ช่วยในการประมวลผลซึ่งในการทำงานของแต่ละชั้นจะถูกกำหนดโดยการทำงานของชั้นอินพุท, ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) และค่าตัวทด (Bias) บนความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอินพุทและชั้นซ่อน, ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ทำหน้าที่ผลิตผลลัพธ์ของโครงข่าย นอกจากนี้ยังมีทรานเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function) ช่วยในการคำนวณหาค่าที่เหมาะสม โดยใช้ในการปรับปรุงน้ำหนักขณะฝึกสอนข่ายงาน ดังสมการที่ 1

$$E(t) = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{N(L)}\left(e_i^{(k)^2}\right) = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{N(L)}\left(d_i^{(k)} - z_i^{(k)}\right)^2 \qquad (1)$$

เมื่อ K แทนจำนวนข้อมูลฝึกสอนต่อรอบ

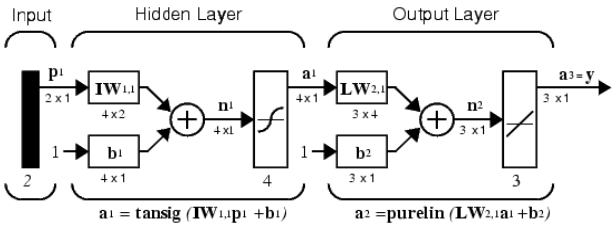
$N(L)$ แทนจำนวนโหนดในชั้นที่ L เมื่อ L แทนชั้นของผลลัพธ์

$d_i^{(k)}$ แทนค่าข้อมูลจริงของโหนด

$Z_i^{(k)}$ แทนค่าผลลัพธ์ของโหนด

$E(t)$ แทนค่าผลรวมความแตกต่างระหว่างค่าเป้าหมายและค่าของข้อมูลจริง

ทุกๆ นิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งข้อมูลไปยังทุกๆ นิวรอนในชั้นซ่อนแรกและทุกๆ นิวรอนในชั้นซ่อนแรกจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ นิวรอนชั้นถัดไป จนในที่สุดทุกๆ นิวรอนในชั้นซ่อนชั้นสุดท้าย จะส่งข้อมูลไปยังทุกๆ นิวรอนในชั้นเอาท์พุทเพื่อแสดงผลลัพธ์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (BPNN)

2.3.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันรัศมีฐาน (Radial Basis Function Network : RBFNN) [13]

โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันรัศมีฐาน เป็นโครงข่ายประสาทเทียมป้อนไปข้างหน้าแบบหลายชั้น จะประกอบไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นรับข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นสุดท้ายคือ ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) ที่ใช้ส่งข้อมูลออกไป ดังภาพที่ 2 โดยเป็นฟังก์ชันการส่งระหว่างชั้นอินพุท $p \in \mathbb{R}^{Nx1}$ ไปยังชั้นเอาท์พุท $y \in \mathbb{R}^{Mx1}$ ซึ่งจะได้เอาท์พุทของเครือข่ายดังสมการที่ 2 และ 3

$$y_i = \sum_{k=i}^{S} w_{ik}\phi_k(p, c_k) \qquad (2)$$

$$= \sum_{k=i}^{S} w_{ik}\phi_k(\|p - c_k\|_2) \qquad (3)$$

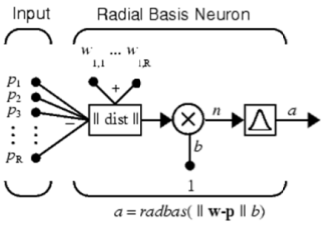
เมื่อ $\phi_k(\cdot)$ = ฟังก์ชันส่งค่าจาก $\mathbb{R}^+$ ไปยัง $\mathbb{R}$

$\|\cdot\|_2$ = ฟังก์ชันระยะทางแบบยูคลิด

w_{ik} = ค่าน้ำหนักนิวรอนในชั้นซ่อน

S = จำนวนนิวรอนในชั้นซ่อน

โดยที่ $c_k \in \mathbb{R}^{Nx1}$ เป็นเวกเตอร์จุดศูนย์กลางของ RBF ในปริภูมิของเวกเตอร์ชั้นอินพุท



ภาพที่ 2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันรัศมีฐาน (RBFNN)

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์การเลือกคุณลักษณะข้อมูลที่มีผลกระทบต่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาโดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ ในขั้นตอนที่ 1 เป็นการเก็บรวมรวบข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูล ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสร้างโมเดลของระบบและการสอนข้อมูลการเรียนรู้ และขั้นตอนสุดท้ายคือ การวัดประสิทธิภาพของโมเดล

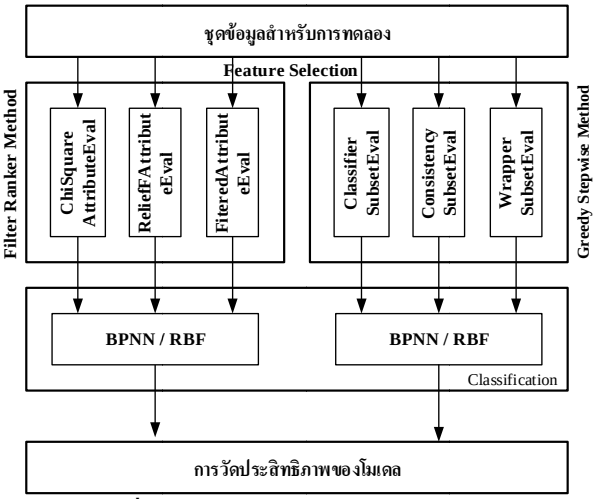
3.1 การเก็บรวมรวบข้อมูล เป็นการนำฐานข้อมูลของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 - 2554 จำนวน 10,966 ชุดข้อมูล จำนวน 33 แอตทริบิวต์ ตัวอย่างของรายชื่อแอตทริบิวต์ที่ใช้ในการทดลอง ดังภาพที่ 3

เพศ (GENDER_ID)
คณะที่เรียน (FAC_ID)
กลุ่มสาขาวิชาที่เรียน (ISCED_ID)
…
…
…
สถานภาพของนักศึกษา (STD_STATUS_ID)
เกรดเฉลี่ยสะสม (ACC_GPA)
สถานภาพนักศึกษาที่คาดว่าจะจบ **(GRAD_STATUS)**

ภาพที่ 3 ตัวอย่างรายชื่อแอตทริบิวต์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูล หลังจากที่ได้ข้อมูลมาแล้ว จะใช้หลักการเตรียมข้อมูลโดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้ การทำข้อมูลให้สมบูรณ์ (Data Cleansing) , การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) และการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล (Data Transformation) เพื่อให้มีความเหมาะสมในการทำเหมืองข้อมูล

3.3 การสร้างโมเดลของระบบและการสอนข้อมูลการเรียนรู้ สำหรับการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลโดยใช้ 2 ประเภท คือ (1) Filter ร่วมกับ Ranker Method ประกอบด้วยอัลกอริทึม ChiSquareAttributeEval (CSAE), FilteredAttributeEval (FAE), ReliefAttributeEval (RAE) (2) Wrapper ประกอบด้วยอัลกอริทึม Greedy Stepwise Method (GS) Classifier SubsetEval, (ClaSE) Consistency SubsetEval (CoSE), Wrapper SubsetEval (WSE) เพื่อให้ได้คุณลักษณะของข้อมูล ในการทดลองจะทำการสร้างโมเดลที่วัดประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกข้อมูลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับและโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันรัศมีฐานเพื่อหาค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล โดยการประมวลผลเพื่อนำเอาผลลัพธ์ที่อยู่ในรูปแบบของข้อความไปแสดงผล ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การสร้างโมเดลสำหรับการทดลอง

3.4 การวัดประสิทธิภาพของโมเดล

3.4.1 วิธีการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของโมเดล (K-fold Cross Validation) ในการตรวจสอบไขว้กัน (Cross Validation) เป็นวิธีการในการตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ของโมเดล โดยลักษณะของวิธีการการตรวจสอบไขว้กันคือ การสุ่มตัวอย่าง (resampling) โดยเริ่มจากการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาตรวจสอบ

3.4.2 ความแม่นยำในการวัดด้วยค่ากำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error: RMSE) คือการหาค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยกำสังสอง โดยเป็นการวัดค่า

ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าที่ประมาณได้ ถ้าค่า RMSE มีค่าน้อยหรือมีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงว่า ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงหรือไม่เกิดความเคลื่อน ซึ่งมีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังสมการที่ 4

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(A_t - P_t)^2}{n}} \qquad (4)$$

โดยที่ N แทนจำนวนข้อมูลต่อรอบ
A_t แทนจำนวนข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง
P_t แทนค่าที่พยากรณ์
n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบหาประสิทธิภาพคุณลักษณะของข้อมูลและการจำแนกข้อมูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 10,966 ชุดข้อมูล จำนวน 33 แอตทริบิวต์ และ โดยใช้วิธี Filter Ranker Method กับ CSAE, FAE และ RAE ในตารางที่ 1 และวิธี Greedy Stepwise Method กับ ClaSE, CoSE และ WSE ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนคุณลักษณะ, ความผิดพลาดและความถูกต้องของการทดลองโดยใช้วิธี Filter Ranker Method ร่วมกับ CSAE, FAE และ RAE

Filter Ranker Method	Classifier	Attribute Threshold	Precision	Recall	RMSE	Accuracy
CSAE	BPNN	10	0.997	0.977	0.049	99.72 %
		15	0.996	0.996	0.055	99.60 %
	RBF	10	0.982	0.982	0.180	98.23 %
		15	0.988	0.987	0.105	98.73 %
FAE	BPNN	10	0.997	0.997	0.048	99.67 %
		15	0.996	0.996	0.052	99.64 %
	RBF	10	0.982	0.982	0.180	98.23 %
		15	0.988	0.988	0.103	98.76 %
RAE	BPNN	10	0.994	0.994	0.077	99.35 %
		15	0.993	0.992	0.082	99.24 %
	RBF	10	0.983	0.982	0.180	98.24 %
		15	0.987	0.987	0.130	98.70 %

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าการใช้วิธี Filter Ranker Method ร่วมกับ CSAE, FAE และ RAE ให้ค่าขีดแบ่ง (Threshold) จำนวนแอตทริบิวต์ ที่กำหนดไว้ 10 และ 15 แอตทริบิวต์ ที่ได้ทำการเรียงลำดับความสำคัญของแอตทริบิวต์จากมากไปหาน้อย พบว่าผลลัพธ์ของค่า Precision, Recall และ RMSE มีค่าใกล้เคียงกัน โดยวิธีที่ดีที่สุดคือ การเลือกคุณลักษณะ Filter Ranker Method ร่วมกับ CSAE ที่กำหนดค่า 10 แอตทริบิวต์ โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.72% เมื่อใช้ Classifier แบบ BPNN

ตารางที่ 2 จำนวนคุณลักษณะ, ความผิดพลาดและความถูกต้องของการทดลองโดยใช้วิธี Greedy Stepwise Method ร่วมกับ ClaSE, CoSE และ WSE

Greedy Stepwise Method	Classifier	Attribute Optimal	Precision	Recall	RMSE	Accuracy
ClaSE	BPNN	5	0.998	0.998	0.036	99.83 %
	RBF	3	0.997	0.997	0.051	99.67 %
CoSE	BPNN	3	0.997	0.997	0.054	99.67 %
	RBF	3	0.993	0.993	0.081	99.29 %
WSE	BPNN	2	0.997	0.997	0.052	99.70 %
	RBF	2	0.997	0.997	0.047	99.73 %

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าการใช้วิธี Greedy Stepwise Method ร่วมกับ ClaSE, CoSE และ WSE จะหาจำนวนแอตทริบิวต์ที่เหมาะสมในการเลือกคุณลักษณะ โดยพบว่าผลลัพธ์ของค่า Precision, Recall และ RMSE มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งวิธีที่ดีที่สุดคือ การเลือกคุณลักษณะ Greedy Stepwise Method กับ ClaSE มีค่าเท่ากับ 5 แอตทริบิวต์ คือ ปีการศึกษาที่เข้าศึกษา, คณะที่ศึกษา, สถานภาพของนักศึกษา, เกรดเฉลี่ยสะสมและหน่วยกิตสะสม โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.83% เมื่อใช้ Classifier แบบ BPNN

5. สรุป

จากผลการทดลองนี้ เป็นการเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมโดยการใช้วิธี Filter Ranker Method ร่วมกับ CSAE, FAE และ RAE ให้ค่าขีดแบ่ง (Threshold) จำนวนแอตทริบิวต์ที่กำหนดไว้ 10 และ 15 แอตทริบิวต์ ให้ค่า Precision , Recall และ RMSE ใกล้เคียงกัน โดยวิธีที่ดีที่สุดคือ การเลือกคุณลักษณะ Filter Ranker Method ร่วมกับ CSAE ที่

กำหนดค่า 10 แอตทริบิวต์ โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.72% เมื่อใช้ Classifier แบบ BPNN และการใช้วิธี Greedy Stepwise Method ร่วมกับ ClaSE, CoSE และ WSE จะหาจำนวนแอตทริบิวต์ ที่เหมาะสมในการเลือกคุณลักษณะข้อมูล โดยให้ค่า Precision, Recall และ RMSE ใกล้เคียงกัน ซึ่งวิธีที่ดีที่สุดคือ การเลือกคุณลักษณะ Greedy Stepwise Method กับ ClaSE ที่กำหนดค่า 5 แอตทริบิวต์ โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.83% เมื่อใช้ Classifier แบบ BPNN ถึงแม้ว่าการทดลองของทั้งสองวิธีนี้มีค่าความผิดพลาดและให้ค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า การเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม เช่น เกรดเฉลี่ยสะสม, ปีที่เข้าทำการศึกษา, สาขาวิชา เป็นคุณลักษณะเด่นของข้อมูลที่ได้ถูกเลือกมากับทุกวิธีการเลือกคุณลักษณะ เมื่อคุณลักษณะข้อมูลที่มีคุณภาพก็สามารถทำให้ประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลนั้นดีขึ้นไปด้วย

ในครั้งต่อไป ผู้วิจัยจะมุ่งศึกษาที่หาว่าคุณลักษณะใดบ้างที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ การจำแนกข้อมูลให้มีความแม่นยำและความถูกต้องมากขึ้น จากการที่ได้ทำการนำเสนอการนำเทคนิคการเลือกคุณลักษณะข้อมูล น่าจะเป็นประโยชน์กับเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทางด้านการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจำแนกข้อมูลและการแบ่งกลุ่มข้อมูลของนักศึกษา เพื่อนำไปพยากรณ์ข้อมูลของนักศึกษาในมิติต่างๆ ซึ่งจะสามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพของหลักสูตรและการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลนักศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] C. Romero and S. Ventura, "Educational data mining: A survey from 1995 to 2005," *Expert Systems with Applications*, vol. 33, pp. 135-146, 2007.

[2] C. E. Moucary, M. Khair, and W. Zakhem, "Improving Student's Performance Using Data Clustering and Neural Networks in Foreign-Language Based Higher Education ", *The Research Bulletin of Jordan ACM*, pp. 27-34, 2011.

[3] Eui-Hong (Sam) Han, AnuragSrivastava and Vipin Kumar. " Parallel Formulations of Inductive Classification Learning Algorithm", 1996.

[4] Agrawal, R. Srikant. "Fast Algorithms for Mining Association Rules", *Proc. of the 20th Int'l Conference on Very Large Databases.Santiago*, Chile, Sept. 1994.

[5] J. Han, J. Chiang, S. Chee, J. Chen, Q. Chen, S. Cheng, W. Gong, M. Kamber, K. Koperski, G. Liu, Y. Lu, N. Stefanovic, L. Winstone, B. Xia, O. R. Zaiane, S. Zhang, H. Zhu, DBMiner. "A System for Data Mining in Relational Databases and Data Warehouses", *Proc. CASCON'97: Meeting of Minds.Toronto*, Canada, November 1997.

[6] Cheung, J. Han, V. T. Ng, A. W. Fu and Y. Fu. "A Fast Distributed Algorithm for Mining Association Rules", *Proc. of 1996 Int'l Conf. on Parallel and Distributed Information Systems (PDIS'96).Miami Beach, Florida*, USA, Dec. 1996.

[7] R. Agrawal, R. Srikant. "Mining Sequential Patterns" *Proc. of the Int'l Conference on Data Engineering (ICDE)*, Taipei, Taiwan, March 1995.

[8] M. R. a. R. Bhaskaran, "A Study on Feature Selection Techniques in Educational Data Mining", JOURNAL OF COMPUTING, vol. 1, no. 1, pp. 7-11, 2009.

[9] I. Guyon, A. Elisseeff, "An introduction to variable and feature selection", *Journal of Machine Learning Research*, Vol.3, pp.1157-1182, 2003.

[10] Ian H. Witten and Eibe FrankData, *Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann, 2005.

[11] K. Bunkar, U. K. Singh, B. Pandya, and R. Bunkar, "Data mining: Prediction for performance improvement of graduate students using classification," in Wireless and Optical Communications Networks (WOCN), pp. 1-5, 2012.

[12] W. Yathongchai, C. Yathongchai, K. Kerdprasop, N. Kerdprasop "Factor Analysis with Data Mining Technique in Higher Educational Student Drop Out", Latest Advances in Educational Technologies , Proceeding of the 11th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology (EDU'12) Singapore, pp. 111 - 116, May 11-13, 2012.

[13] Kishan Mehrotra, Chilukuri K.Mohan and Sanjay Ranka, *Elements of Artificial Neural Networks*, A Bradford book, London, 2000.

สำรวจการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพ
A Survey of Usability Features in Image-based CAPTCHA

พรพิมล รามัญอุดม (Pornpimol Ramonudom)[1] และ ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร (Nuttanont Hongwarittorrn)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[1]pornpiimol@gmail.com , [2]chcstu@gmail.com

บทคัดย่อ

แคปท์ช่า (CAPTCHA) เป็นเครื่องมือใช้ทดสอบการเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์แบบโต้ตอบชนิดหนึ่ง เพื่อทดสอบว่าผู้ใช้เป็นมนุษย์ไม่ใช่โปรแกรมอัตโนมัติ (bots) และสามารถป้องกันการประสงค์ร้ายต่อเว็บไซต์จากโปรแกรมอัตโนมัติ ปัจจุบันพบว่ามีแคปท์ช่าหลายประเภทส่วนใหญ่ได้ปรับปรุงความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือให้มากขึ้น อย่างไรก็ตามผลกระทบที่ตามมาทำให้การใช้งานลดลง บทความนี้เราได้ทำการสำรวจปัจจัยการใช้งานแคปท์ช่าที่ง่ายต่อผู้ใช้ โดยเปรียบเทียบระหว่างแคปท์ช่าแบบตัวอักษรและแคปท์ช่าแบบรูปภาพ เราใช้แบบสอบถามออนไลน์เป็นเครื่องมือในการศึกษาและมีผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจำนวน 861 คน ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาและบุคคลทั่วไป ผลปรากฏว่าผู้ใช้มีความคิดเห็นในการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพมากกว่าแคปท์ช่าแบบตัวอักษร มีความคิดเห็นในการใช้งานเมาส์คลิกมากกว่าใช้แป้นพิมพ์และมีความคิดเห็นการเลือกตอบแคปท์ช่ารูปแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) มากกว่าแบบหนึ่งคำตอบ (Single-answer) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผลการสำรวจในครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นของผู้ใช้งานแคปท์ช่าและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแคปท์ช่าต่อไป

คำสำคัญ: แคปท์ช่า แคปท์ช่าแบบรูปภาพ

Abstract

CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) is an automated test to ensure that the user is a human, not computer programs. It can help to protect web services from abuse by programs disguising as human users. Nowadays, many types of CAPTCHA have been created to solve the mentioned problem, and to improve security and reliability. However, they can have an impact on lower usability. In this paper, we present a survey of our usability study between text-based and image-based CAPTCHA, based on the user perspective. The online questionnaire is used. There are 861 responses who are students and general persons. The survey result shows that users are generally more satisfied with image-based rather than text-based CAPTCHAs. For image-based, users prefer interaction with a mouse click rather than a keyboard input. Besides, users prefer a CAPTCHA with a multiple answer to a single answer at the 95% significant level. The result of this study can be used as a guideline in future development of CAPTCHA.

Keyword: CAPTCHA , imaged-based CAPTCHA

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก บริการออนไลน์ส่วนใหญ่เป็นการให้บริการผ่านเว็บไซต์ เช่น บัญชีอีเมล์ฟรี (Free e-mail account) บล็อก (Blog) ร้านค้าออนไลน์ กระดานสนทนาออนไลน์ (Web board) แบบสอบถามออนไลน์ (Online polls) เป็นต้น บริการเหล่านี้จำเป็นต้องมีการพิสูจน์ว่าผู้ที่เข้ามาใช้งานเป็นมนุษย์ เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่หวังดีบางกลุ่มที่นำโปรแกรมอัตโนมัติ (bots) มาโจมตีระบบเพื่อเข้ามาใช้ทรัพยากรของระบบจำนวนมากจนระบบไม่สามารถให้บริการได้ ต่อมาได้มีการวิจัยพัฒนาเครื่องมือป้องกันการทำงานของโปรแกรมอัตโนมัติเพื่อลด

อัตราการถูกโจมตีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรียกว่า แคปท์ช่า (CAPTCHA)

แคปท์ช่าเป็นเครื่องมือใช้ทดสอบที่ต้องการให้ระบบคอมพิวเตอร์แบบโต้ตอบ แยกแยะว่าผู้ใช้งานว่าเป็นมนุษย์หรือโปรแกรมอัตโนมัติ [1] ปัจจุบันได้มีการพัฒนาแคปท์ช่าหลายประเภท ได้แก่ แคปท์ช่าแบบตัวอักษร (Text-based), แคปท์ช่าแบบรูปภาพ (Image-based), แคปท์ช่าแบบเสียง (Sound-based), แคปท์ช่าแบบวิดีโอ (Video-based) แคปท์ช่าหลายแบบที่ได้มีการออกแบบมามีเป้าหมายเดียวกันคือเพื่อเพิ่มความปลอดภัยทำให้แคปท์ช่ามีความน่าเชื่อถือ (reliability) มากขึ้น แต่การใช้งาน (usability) กับลดลง มีงานวิจัยจำนวนมากพัฒนาเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของแคปท์ช่า แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงผู้ใช้ว่าจะใช้งานแคปท์ช่าได้ยากขึ้นหรือไม่ และลักษณะของแคปท์ช่าที่ผู้ใช้ต้องการควรจะมีลักษณะเป็นอย่างไร ดังนั้นการที่วิจัยเชิงสำรวจเบื้องต้นเพื่อที่จะได้แนวทางที่ผู้ใช้ต้องการ

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้นมาก โดยเฉพาะที่เป็นอุปกรณ์พกพาที่มีผู้ใช้มากมายหลากหลาย การปฏิสันพันธ์กับอุปกรณ์ก็ได้เปลี่ยนไปมากต่างจากคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แต่ไม่ว่าจะใช้คอมพิวเตอร์แบบไหน ผู้ใช้ย่อมน่าจะมีโอกาสใช้งานแคปท์ช่า ซึ่งแคปท์ช่าตัวอักษรได้ถูกนำมาใช้มากมายเป็นที่รู้จักต่อผู้ใช้ แคปท์ช่ารูปแบบอื่นก็ได้มีการนำมาใช้มากขึ้น แต่ยังไม่ค่อยพบงานวิจัยที่สำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้ในการใช้งานแคปท์ช่า และแคปท์ช่ารูปแบบไหนที่ผู้ใช้อยากใช้ มีแต่การออกแบบแคปท์ช่าในรูปแบบต่างๆ ออกมา และนำมาใช้เป็นเครื่องทดสอบมนุษย์ ดังนั้น บทความนี้เราเห็นว่าปัจจัยด้านการใช้งานเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรได้รับการพิจารณามากเท่ากับปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือ เราจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยด้านการใช้งานแคปท์ช่า เพื่อหาว่าปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการใช้งานแคปท์ช่าของผู้ใช้งานอย่างไร ดังนั้นในบทความนี้เราจะทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์สอบถามความคิดเห็นการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพ กับแคปท์ช่าแบบอักษรที่นิยมและใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และทำการวิเคราะห์ผลการสำรวจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแคปท์ช่าต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

L.von Ahn [2] ได้ทำการพัฒนาแคปท์ช่าแบบตัวอักษรที่เรียกว่า “Recaptcha” โดยสร้างชุดอักษรด้วยการสแกนตัวอักษรจากหนังสือเก่า แล้วเก็บลงฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้งานพิมพ์คำตอบเข้ามาจะนำไปเทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ จึงสามารถป้องกันโปรแกรมอัตโนมัติ หรือโปรแกรมประเภท OCR ได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากลักษณะตัวอักษรที่บิดเบี้ยวสลับซับซ้อนกัน ก็ทำให้ผู้ใช้ระบุตัวอักษรได้ยาก จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดและความล่าช้าในการใช้งานเพิ่มขึ้น

W.Liao [3] ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแคปท์ช่าแบบรูปภาพโดยใช้ใบหน้าคนและทำการสลับตำแหน่งส่วนของภาพสองตำแหน่ง มีการใช้ทฤษฎีเกสตัลต์มาเป็นหลักในการออกแบบ พบว่าการสลับตำแหน่งของภาพจะช่วยป้องกันโปรแกรมอัตโนมัติได้ แต่โปรแกรมอัตโนมัติก็ยังสามารถตรวจจับได้

R.Gossweiler [4] ได้ทำการวิจัยและออกแบบแคปท์ช่าแบบรูปภาพ โดยใช้เมาส์หมุนภาพให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง แต่พบว่า ภาพที่ใช้ไม่ควรเป็นภาพหน้าคน เพราะโปรแกรมอัตโนมัติจะสามารถตรวจจับภาพได้ง่าย และควรหลีกเลี่ยงภาพที่มีตัวอักษรแทรกอยู่ภายในรูปภาพ

H.Gao [5] ได้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาแคปท์ช่าแบบรูปภาพจิ๊กซอว์ โดยจิ๊กซอว์แต่ละชิ้นจะถูกลบขอบของภาพเพื่อป้องกันการตรวจจับโดยใช้เทคนิค edge matching ของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ แต่พบว่า การใช้งานจะยากต่อผู้ใช้งานถ้ารายละเอียดในภาพใกล้เคียงกัน (กำกวม) ทำให้ผู้ใช้งานหาตำแหน่งที่ถูกสับเปลี่ยนได้ยาก

Chew [6] ได้ทำการออกแบบแคปท์ช่าแบบรูปภาพ โดยสร้างภาพให้มี label โดยให้คอมพิวเตอร์สุ่ม 6 ภาพที่มี label เหมือนกัน จากนั้นจะให้ผู้ใช้ตอบเกี่ยวกับ label แต่พบว่า การใช้งานจะยากต่อผู้ใช้งานในการสะกดคำไม่ถูกต้อง

Elson [7] ได้ทำการออกแบบแคปท์ช่าแบบรูปภาพ ซึ่งรูปภาพที่นำมาใช้จะใช้สัตว์อยู่ 2 ประเภท คือ แมว,สุนัข และให้ผู้ใช้ทำการคลิกเลือกภาพที่ตรงกับภาพต้นแบบ จากการสุ่มมาทั้งหมด 12 ภาพ แต่พบว่า แคปท์ช่าประเภทนี้ภาพที่นำมาใช้มีเพียง 2 ประเภท ภาพไม่หลากหลาย ทำให้สร้างแคปท์ช่าได้ไม่มากพอ

Shardul Vikram [8] ได้ทำการออกแบบแคปท์ช่าแบบรูปภาพ ซึ่งรูปภาพที่นำมาใช้จะเป็น ภาพจริงกับภาพการ์ตูน โดยให้ผู้ใช้ทำการคลิกเพื่อจับคู่ภาพ 2 ภาพที่เหมือนกัน แต่พบว่า แคปท์ช่าจะมีปัญหาในเรื่องของภาพการ์ตูนที่นำมาจับคู่บางภาพมีความใกล้เคียงกัน (กำกวม) ทำให้ผู้ใช้งานตอบผิดได้

Rezvan Pakdel [9] ได้ทำการออกแบบสำรวจการใช้งานของแคปท์ช่าทั้งหมด 4 แบบ คือ แคปท์ช่าแบบตัวอักษร แคปท์ช่าแบบรูปภาพ แคปท์ช่าแบบเสียง และแคปท์ช่าแบบวิดีโอ พบว่า โดยภาพรวมผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้งานของแคปท์ช่าแบบรูปภาพ สำหรับความเร็วในการแก้แคปท์ช่าผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการเลือกวิธีการใช้เมาส์คลิกเพื่อตอบคำถาม

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่พึงพอใจการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพ เราจึงได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งานระหว่างแคปท์ช่าแบบอักษรกับแคปท์ช่าแบบรูปภาพ ว่าจะได้ผลการสำรวจที่สอดคล้องหรือแตกต่างกับงานวิจัยที่ผ่านมาอย่างไร

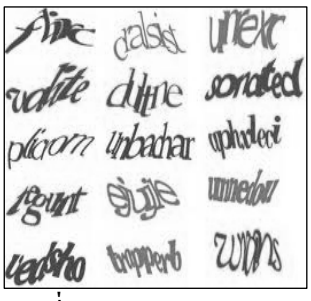
3. ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้ในการแก้ปัญหาแคปท์ช่า และเมื่อตอบคำถามแคปท์ช่าถูกต้องจะสามารถเข้าใช้งานทรัพยากรของระบบนั้นได้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามออนไลน์ (Online Questionnaire) ซึ่งในการสำรวจครั้งนี้ได้มีการนำลิงค์แบบสอบถามไปฝากไว้ในเว็บไซต์, เว็บบล็อก, เว็บไซต์เครือข่ายสังคมออนไลน์ , เว็บบอร์ดมหาลัย , และการส่งลิงค์แบบสอบถามผ่านทางอีเมล์รวมถึงการ Forward Mail กันต่อไปเรื่อยๆ ในส่วนของแบบสอบถามออนไลน์ประกอบด้วย 3 ตอน 39 คำถาม ที่จะใช้ทดสอบโดยมีผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจำนวน 861 คน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเป็นการสอบถามข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเพศ อายุ ระดับการศึกษา

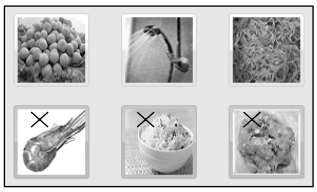
ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้งานระหว่างแคปท์ช่าแบบตัวอักษร (ภาพที่ 1) กับแคปท์ช่าแบบรูปภาพ(ภาพที่ 2)

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นในการเลือกลักษณะ (Feature) ที่ผู้ใช้ต้องการเห็นในแคปท์ช่า ประกอบด้วยการเลือกตอบคำถามแคปท์ช่าโดยใช้เมาส์เลือกรูปแคปท์ช่าหรือใช้แป้นพิมพ์ป้อนคำตอบแคปท์ช่าและเลือกตอบแคปท์ช่าแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) ตัวอย่างเช่น คำถามที่มีจำนวนของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1คำตอบ (ก. หรือ ข. หรือ ค.) แล้วผู้ใช้สามารถเลือกตอบได้อย่างน้อย 1 คำตอบที่ถูกต้องได้ ดังภาพที่ 3 หรือแบบหนึ่งคำตอบ (Single-answer) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 1: แคปท์ช่าแบบตัวอักษร

ภาพที่ 2 : แคปท์ช่าแบบรูปภาพ



ภาพที่ 3:หลายคำตอบ(Multi-answer)

ภาพที่ 4:หนึ่งคำตอบ(Single-answer)

ขั้นตอนของวิธีการดำเนินการสำรวจ

ภาพที่ 5 : Flow Chart การทำงานของวิธีการวิจัย

4. ผลการสำรวจ

4.1 ผลการสำรวจตอนที่ 1

ผลจากการสำรวจผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจำนวน 861 คน จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา สามารถสรุปข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: จำนวนผู้ตอบแบบสำรวจ

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	401	46.6
1.2 หญิง	460	53.4
2. อายุ		
2.1 น้อยกว่า 15 ปี	17	2.0
2.2 15-20 ปี	55	6.4
2.3 21-39 ปี	746	86.6
2.4 40-59 ปี	38	4.4
2.5 60 ปีขึ้นไป	5	0.6
3. การศึกษา		
3.1 ต่ำกว่าปริญญาตรี	33	3.8
3.2 ปริญญาตรี	782	90.8
3.3 สูงกว่าปริญญาตรี	46	5.4

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 53.4 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 46.6 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อายุ 21-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 86.6 และส่วนน้อยที่สุดอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 0.6 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่การศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 90.8 ส่วนน้อยที่สุดการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 3.8

4.2 ผลการสำรวจตอนที่ 2

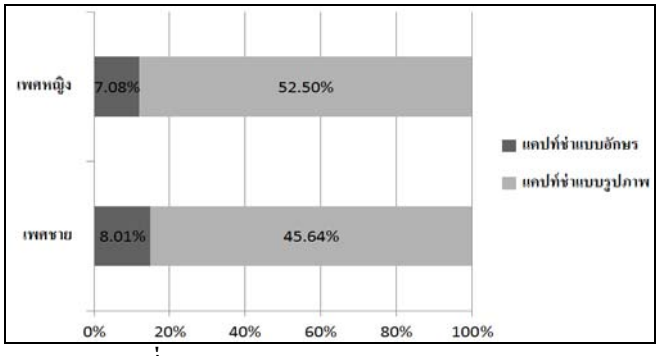
ผลการแสดงความคิดเห็นระหว่างแคปท์ช่าแบบตัวอักษรกับแคปท์ช่าแบบรูปภาพ สามารถหาค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) และแปลความหมาย [10] ดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พบว่า โดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพ มากกว่าแคปท์ช่าแบบตัวอักษร เมื่อพิจารณาเป็นรายหัวข้อของแคปท์ช่าแบบรูปภาพ พบว่า ประเด็นที่ได้รับความสนใจมากที่สุด คือ ความเร็วในการแก้ปัญหาแคปท์ช่าแบบรูปภาพ

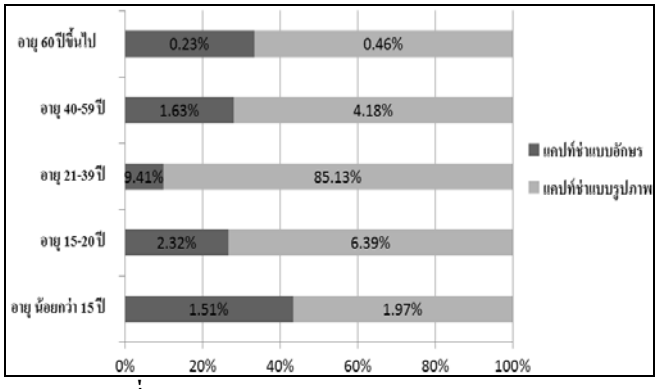
ตารางที่ 2: แสดงผลโดยภาพรวมการแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างแคปท์ช่าแบบตัวอักษรกับแคปท์ช่าแบบรูปภาพ

รายการ	แคปท์ช่า					
	แบบตัวอักษร			แบบรูปภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
การใช้งานง่าย	3.03	0.770	ปานกลาง	4.01	0.434	เห็นด้วยมาก
ความชัดเจนของแคปท์ช่า	2.59	0.946	ปานกลาง	3.44	0.652	เห็นด้วยมาก
ความเหมาะสมที่เป็นแคปท์ช่า	3.26	0.645	ปานกลาง	3.90	0.493	เห็นด้วยมาก
ความเร็วการแก้แคปท์ช่า	3.08	0.940	ปานกลาง	4.16	0.487	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	2.99	0.825	ปานกลาง	3.88	0.517	เห็นด้วยมาก

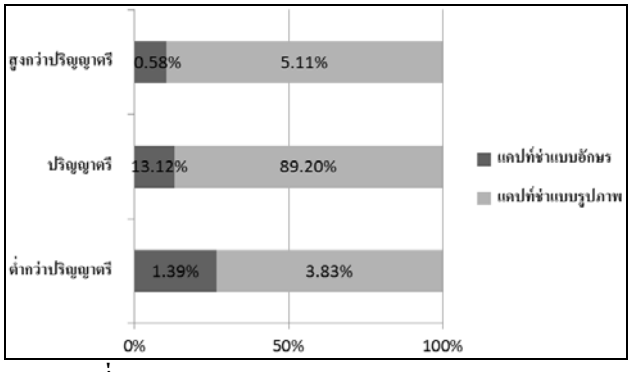
ผลการแสดงความคิดเห็นระหว่างแคปท์ช่าแบบตัวอักษรกับแคปท์ช่าแบบรูปภาพโดยเปรียบเทียบการใช้งานจำแนกตามเพศ อายุ และระดับการศึกษาที่ต่างกัน ดังภาพที่ 6, 7 และ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 6: ความคิดเห็นต่อแคปท์ช่าจำแนกตามเพศ



ภาพที่ 7: ความคิดเห็นต่อแคปท์ช่าจำแนกตามช่วงอายุ



ภาพที่ 8: ความคิดเห็นต่อแคปท์ช่าจำแนกตามระดับการศึกษา

จากภาพที่ 6 , 7 และ 8 พบว่า เมื่อพิจารณาตามเพศ อายุ และการศึกษาที่แตกต่างกัน โดยภาพรวมแล้วผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันคือเลือกใช้แคปท์ช่าแบบรูปภาพ

4.3 ผลการสำรวจตอนที่ 3

ผลการแสดงความคิดเห็นการเลือกตอบคำถามแคปท์ช่าโดยใช้เมาส์หรือแป้นพิมพ์ สามารถหาค่าเฉลี่ย($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) และแปลความหมาย [10] ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แสดงผลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างเลือกตอบคำถามโดยใช้เมาส์หรือแป้นพิมพ์

รายการ	จำนวน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
เมาส์	861	4.15	0.424	เห็นด้วยมาก
แป้นพิมพ์	861	3.26	0.752	ปานกลาง

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในการเลือกตอบคำถามแคปท์ช่าโดยใช้เมาส์เลือกรูปแคปท์ช่ามากกว่าใช้แป้นพิมพ์ป้อนคำตอบแคปท์ช่า

ผลการแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในการเลือกตอบแคปท์ช่าแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) หรือแบบหนึ่งคำตอบ (Single-answer) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงผลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ในการเลือกจำนวนคำตอบในแคปท์ช่า

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1 คำตอบ (Single-answer)	290	33.7
หลายคำตอบ (Multi-answer)	571	66.3

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในการเลือกตอบแคปท์ช่าแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) มากกว่าเลือกตอบแคปท์ช่าแบบหนึ่งคำตอบ (Single-answer)

5. บทสรุป

การสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้ โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ในการเก็บรวมรวบข้อมูล มีจำนวนผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามทั้งหมด 861 คน ผลจากการสำรวจครั้งนี้จะให้ผู้ใช้เลือกลักษณะที่ต้องการจะเห็นในแคปท์ช่าพบว่า โดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพ มากกว่าแคปท์ช่าแบบตัวอักษร

ความคิดเห็นในการออกแบบโดยให้ผู้ใช้เลือกลักษณะที่ต้องการและอยากจะเห็นในแคปท์ช่าพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในการใช้เมาส์เพื่อตอบคำถามแคปท์ช่ามากกว่าใช้แป้นพิมพ์ป้อนคำตอบแคปท์ช่าและแคปท์ช่าควรมีการเลือกคำตอบแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) มากกว่าแบบหนึ่งคำตอบ (Single-answer)

ผลการสำรวจความคิดเห็นพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในการใช้งานแคปท์ช่าแบบรูปภาพและมีความเห็นในการใช้เมาส์เพื่อตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rezvan Pakdel [9] ที่ได้สำรวจการใช้งานแคปท์ช่าแล้วมีความพึงพอใจในการเลือกแคปท์ช่าแบบรูปภาพรวมทั้งมีความพึงพอใจในการใช้เมาส์เพื่อตอบคำถาม

จากผลการสำรวจที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบแคปท์ช่าที่ดีได้ในอนาคต โดยคำนึงถึงคุณลักษณะต่างๆที่ควรมี ได้แก่ ความง่ายต่อผู้ใช้งาน เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาแคปท์ช่าที่ไม่นานเกินไป แคปท์ช่าที่แสดงออกมาต่อผู้ใช้ควรมีความชัดเจนไม่กำกวม ควรออกแบบให้ใช้เมาส์เพื่อตอบคำถามแคปท์ช่าได้ แต่ในส่วนของการเลือกคำตอบแคปท์ช่าแบบหลายคำตอบ (Multi-answer) ตัวอย่างเช่น ก. หรือ ข. หรือ ค. ที่สามารถเลือกตัวใดตัวหนึ่งก็ถูกต้องนั้น อาจจะทำให้โปรแกรมอัตโนมัติตรวจจับได้ง่ายขึ้น ซึ่งถ้าเราจะเพิ่มความปลอดภัยให้กับแคปท์ช่าควรพิจารณาในรูปแบบที่ต้องเลือกทุกคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ตัวอย่างเช่น เลือกทั้ง ก. ข. ค. ถึงจะถูกต้อง เป็นการเพิ่มความยากในการตรวจจับของโปรแกรมอัตโนมัติ แล้วจะส่งผลให้แคปท์ช่าแบบรูปภาพที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณบุญชัย งามวงศ์วัฒนา และคุณอนุวัตร์ สมบุญ ที่ให้การสนับสนุนและคำแนะนำมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

[1] L.von Ahn, M.Blum, and J.Langford, “Telling Humans and Computers Apart Automatically,” *Communications of the ACM ,47(2)*, pp. 57-60, 2004.

[2] L.von Ahn, “reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures,” www.sciencemag.org, Science Vol. 321, 2008.

[3] W.-H. Liao, “A CAPTCHA mechanism by exchanging imageblocks,” *in Proceedings of the 18th International Conference onPattern Recognition (ICPR ’06)*, pp. 1179–1183, 2006.

[4] R.Gossweiler,M.Kamvar, and S.Baluja, "A captcha based on image orientation,"*in International World Wide Web Conference Committee (IW3C2)*, 2009.

[5] H.Gao,D.Yao,H.Liu,X.Liu,L.Wang,and L.Wang "A novel imaged based captcha using jigsaw puzzle,"*in IEEE 2010 International Conference on Computational Science and Engineering*, pp. 351-356, 2010.

[6] Chew, M. and J. Tygar, "Image recognition CAPTCHAs," *Proceedings of the 7th International Information Security Conference*, pp. 268-279. , 2004

[7] Elson, J., J. Douceur, J. Howell and J. Saul, “ Asirra: A CAPTCHA that exploits interest-aligned manual image categorization,” *Proceedings of the 14th ACM Conference on Computer and Communications Security*, pp. 366-374., 2007.

[8] Shardul Vikram, Yinan Fan, Guofei Gu, “SEMAGE: A new image-based two-factor CAPTCHA,” *Proceedings ACSAC '11 Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference*, pp. 237-246, 2011.

[9] Rezvan Pakdel, Norafida Ithnin and Mohammad Hashemi. “CAPTCHA: A Survey of Usability Features,” *Research Journal of Information Technology*,pp. 215-228, 2011.

[10] บุญชม ศรีสะอาด. “การวิจัยเบื้องต้น.” พิมพ์ครั้งที่ 2. , สุวิริยาสาสน์ , กรุงเทพมหานคร, 2535.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเลต ในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร

A Development of Computer Assisted Instruction on Tablet In Computer for Grade 1 Students. Case Study at Watkaotamkunchorn School

จรินทร อุ่มไกร(Charinthorn Aumgri)[1] และสมเกียรติ ช่อเหมือน(Somkiat Chormua)[2]
โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]aor030@hotmail.com.com, [2]tkorinp@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร 2) เพื่อหาความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ในภาคเรียนที่ 2/2555 เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชรที่พัฒนาขึ้น และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ ครูจำนวน 4 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า จากการประเมินความพึงพอใจของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ของครูผู้สอนและนักเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.43 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต สามารถนำไปประยุกต์ในรายวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่1 ได้ระดับดี

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์

Abstract

This research was an experimental research. The purposes of this study were 1) to develop CAI on Tablet for tablet on Computer for grade 1 students and 2) to study satisfaction of the developed CAI on Tablet. In year 2012. The research tools consisted of the developed CAI on Tablet, posttest, and satisfaction. The sample, selected by simple random sampling, were 4 teachers and 30 students who studied in grade 1 of academic year 2012 at Watkaotamkunchorn School. The results showed that the evaluation of the satisfaction by using CAI on Tablet in Computer for teachers and students were good level and the standard deviation deviation is 4.43, and the average 0.61, we can use this CAI on Tablet to the target group.

Keyword: CAI, Tablet, Computer

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากโครงการ OTPC (One Tablet Per Child) รัฐบาลมีนโยบายให้ใช้อุปกรณ์แท็บเล็ตในการเรียนการสอนของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคโนโลยีกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ สนใจการเรียนมากขึ้น เนื่องจากแท็บเล็ตสามารถใช้สื่อได้หลากหลายรูปแบบ เช่น วีดีโอ ภาพเสียง หรือเนื้อหาที่น่าสนใจนอกเหนือจากการสอนหน้าชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว รวมถึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น

จากทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียนนั้น องค์ประกอบที่สำคัญที่สุด คือ ครูผู้สอนที่จะจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ประสบผลสำเร็จ นักเรียนได้รับความรู้ เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีความสุขในการเรียนมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง การใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยกำหนดให้สถานศึกษาในสังกัดจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขึ้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [1] ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 แต่สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร จังหวัดราชบุรี ได้นำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขึ้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาใช้พัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และมุ่งเน้นให้นักเรียน มีความรู้อันเป็นสากล เกิดสมรรถนะสำคัญได้แก่ ความสามารถใน การสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้ เทคโนโลยี รวมทั้งเสริมสร้างนักเรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุข ซึ่งการสอนรายวิชา คอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร จังหวัดราชบุรีนั้น มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาดังนี้ [2] 1) ตัวฉันและสิ่งที่อยู่รอบตัวฉัน 2) ฉันเหมือนคอมพิวเตอร์ 3) ฉันคือคอมพิวเตอร์ 4) การใช้คอมพิวเตอร์อย่างถูกวิธี และในการจัดการเรียนปัญหาที่พบมีหลายประการเช่น 1) เวลาในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากข้อจำกัดของห้องคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อนักเรียน 2) แอพพลิเคชั่นที่มาพร้อมกับอุปกรณ์แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 นั้นไม่ครอบคลุมทุกกลุ่มสาระ จากการทดสอบใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตมีเพียง 5 วิชา [3] ซึ่งปรากฏดังนี้

ภาพที่ 1: วิชาเรียนภายในแอปพลิเคชั่นในโครงการ OTPC (One Tablet Per Child)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต รายวิชา คอมพิวเตอร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน วัดเขาถ้ำกุญชร โดยนำเนื้อหาประเภทสื่อมัลติมีเดียมาใช้ให้เหมาะกับอุปกรณ์แท็บเล็ต ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคล เกิดกระบวนการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น เกิดทักษะการเรียนอย่างต่อเนื่องและสามารถประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต ในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ความพึงพอใจของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปของเว็บ (CAI) เพื่อใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถใช้งานด้วยเว็บเบราเซอร์ [4] ถือเป็นสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงข่าวสารผ่านคอมพิวเตอร์ได้ง่าย สามารถตอบโต้และปฏิสัมพันธ์กับสื่อโดยตรง เมื่อมีการนำสื่อมัลติมีเดียมาใช้กับการศึกษา จึงเรียกว่า “สื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา” [5]

จากการศึกษาพบว่ามีผู้วิจัยที่ได้จัดทำสื่อ ในรูปของการทดลองเสมือนจริง ดังต่อไปนี้ สวียา(2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง กฎหมายจราจร โดยใช้การจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นในคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยแก้ปัญหา การขาดสื่อการสอน โดยใช้การจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นในคอมพิวเตอร์มีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด [6]ซึ่งสอดคล้องกับ [7] ที่ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยนำเสนอในรูปแบบการ์ตูน 2 มิติ วิชา คณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ร่วมกับวิชาการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจ ของ

นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชั่น 2 มิติและ 3 มิติ ของนอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนยังมีความน่าสนใจในระดับ ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยการ์ตูนแอนิเมชั่น 2 มิติ และ 3 มิติ ไม่มีความแตกต่างกัน และ Bobbert l9982300-AW ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้ คอมพิวเตอร์จำลองแบบการทดลองวิชาเคมี กับการเรียนด้วย การแกการทดลองด้วยตนเอง ตัวอย่างประชากรที่ลงทะเบียน วิชาเคมี จำนวน 153 คน โดยแบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มที่ใช้แบบจำ ลอง คอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ใช้ทั้งสองแบบ ผลการวิจัยพบว่าในการ ทดสอบสสาร โดยการใช้แบบจำ ลอง คอมพิวเตอร์มี ประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอนเหมือนกับการสอนแบบ ปกติ สำหรับการทดลองเรื่องกฎแห่งก๊าซของบอยส์ นักศึกษาที่ทำการทดลองด้วยตนเอง และมีประสบการณ์กับแบบจำลองคอมพิวเตอร์ จะได้คะแนนมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ทำการทดลองด้วยตนเองอย่างเสียว นอกจากนั้นนักศึกษายังให้ความเห็นว่าเขาสนใจที่จะ ปฏิสัมพันธ์กับการแกแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่มีวิธีการเรียน เป็นที่พึงพอใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดพัฒนาบทเรียน เพื่อเอื้อ ประโยชน์ต่อผู้เรียน เพื่อที่จะค้นคว้าหาความรู้ได้ตามความต้องการช้าเร็วของแต่ละบุคคลที่ไม่เหมือนกันได้และการที่ ผู้เรียนสามารถควบคุมความช้าเร็วได้ตามความพอใจนั้นจะไม่ทำให้เกิดความเครียดในการเรียน และมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อครูผู้สอนและครูผู้สอนยังสามารถเก็บผลการศึกษาของนักเรียนได้ ทำให้เกิดทักษะการเรียนอย่างต่อเนื่อง และเกิดความรวดเร็วในการเรียนการสอนซึ่งเป็นแรงจูงใจดึงดูดให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น และเรียนรู้ครบตามหลักสูตรมากยิ่งขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

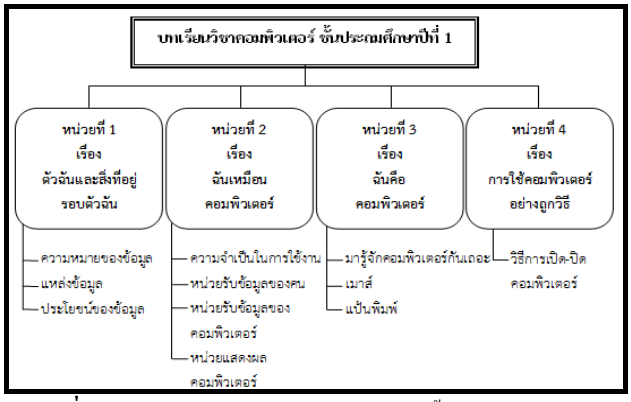
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1.1 กรอบแนวคิดด้านสื่อ

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชรที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยยึดวิธี [8] เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีขั้นตอน ดังนี้ 1) เตรียมข้อมูลเครื่องมือ 2) โครงร่างหน้าจอ 3) สอบถามผู้เชี่ยวชาญ 4) เขียนบทดำเนินเรื่อง 5) ออกแบบผังงาน 6) สร้างบทเรียนต้นแบบ

3.1.2 กรอบแนวคิดด้านเนื้อหา

ในการออกแบบเนื้อหาผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียน ดังนี้ หน่วยที่ 1 ตัวฉันและสิ่งที่อยู่รอบตัวฉัน หน่วยที่ 2 ฉันเหมือนคอมพิวเตอร์ หน่วยที่ 3 ฉันคือคอมพิวเตอร์ หน่วยที่ 4 การใช้คอมพิวเตอร์อย่างถูกวิธีดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2: แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

3.1.3 กรอบแนวคิดด้านการวัดและประเมิน

ผู้วิจัยนำแนวคิดการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งใช้เทคนิคการออกแบบการเรียนการสอนที่ดัดแปลงมาจากการออกแบบระบบการสอนโดยใช้แบบจำลอง ADDIE Model [9] ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การนำไปใช้ 5) การประเมินผล

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยครั้งนี้คือครูผู้สอนจำนวน 4 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร ภาคเรียนที่ 2/2555 ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย จำนวน 30 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

3.3.1.1 ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) รวบรวมเนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

ข) เลือกโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนและโปรแกรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพาเช่น แท็บเลต คอมพิวเตอร์ เน็ตบุ๊ค

- Eclipse คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาภาษา Java

- Android SDK จะมีโปรแกรมต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชั่นเช่น Emulator

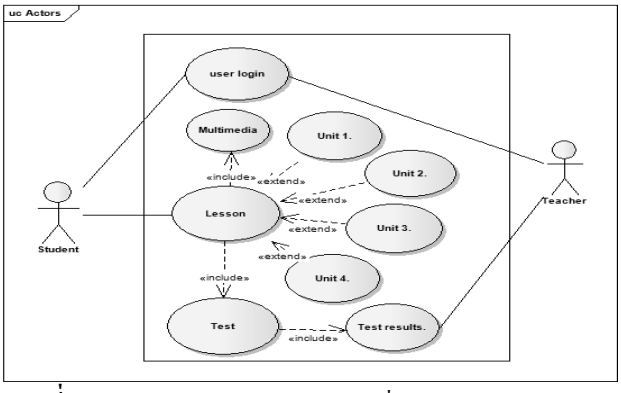
- Android Plug-in คือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นและเป็นส่วนหนึ่งของ SDK

- Java คือภาษาที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่น

- SQLite เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็ก ที่ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชั่น

- Photoshop เป็นโปรแกรมออกแบบภาพกราฟิกต่างๆ

ค) พัฒนาบทเรียนตามโครงสร้างต่อไปนี้



ภาพที่ 3: ภาพรวมการทำงานของแอปพลิเคชั่น

3.3.2 แบบประเมินความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดเขาถ้ำกุญชร

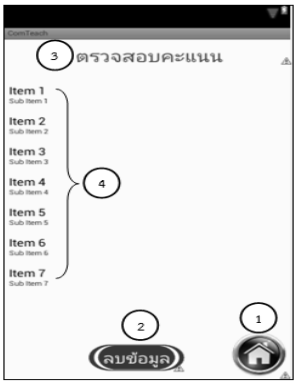
4. ผลการดำเนินงาน

เมื่อนำบทเรียนที่พัฒนาไปใช้กับอุปกรณ์แท็บเล็ต สามารถเข้าถึงเนื้อหาทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ได้ครบถ้วน และสามารถนำเสนอในรูปของสื่อมัลติมีเดียได้ทั้งในส่วนของภาพ เสียง วิดีโอ และการประเมินด้วยแบบทดสอบ ดังภาพที่ 4-7

ภาพที่ 4 : แสดงการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาพที่ 5 : แสดงตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาพที่ 6 : แสดงตัวอย่างแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 7 : แสดงตัวอย่างการออกแบบหน้าจอตรวจสอบคะแนน

4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
ความพึงพอใจของครูผู้สอน	4.50	0.54	ดี
ความพึงพอใจของนักเรียน	4.36	0.68	ดี
รวม	4.43	0.61	ดี

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลจากการประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.43 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับดี 4.36 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 สรุปความพึงพอใจของครูและนักเรียนอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.43 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ตในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 นั้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง และทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในวิชาที่เรียนมากขึ้น พิจารณาได้จากผลการประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีต่อบทเรียน นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาต่างๆ ได้อีกมากมาย ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุดย่อมส่งผลต่อการนำไปพัฒนาในขั้นต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแท็บเล็ต ในรายวิชาอื่นๆ ตามหลักสูตรของสถาบันการศึกษาทั่วไป

5.3.2 ควรมีการเพิ่ม interactive ในบทเรียนให้มากขึ้น

5.3.3 ควรมีการสร้างการ์ตูนเคลื่อนไหวให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551.

[2] อำนวย เดชชัยศรีและคณะ,"*เทคโนโลยีสารสนเทศชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*" สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2553

[3] OTPC(One Tablet Per Child),"*โครงการ OTPC*" สืบค้นวันที่ 2 ธันวาคม 2555, [ออนไลน์] http://www.dekthai.net/lo.html

[4] ถนอมพร(ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแรง. "*คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*"*กรุง*เทพฯ.ภาควิชาโสตทัศนศึกษาคณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[5] สื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา, "*ความหมายของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการการศึกษา*"สืบค้นวันที่2ธันวาคม[ออนไลน์]http://cmi.nfego 2553,th/multimedialesson/multi_lesson/ lesson/01/meaning.html

[6] สวียาสุรมณี."*การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เรื่อง กฎหมายจราจร*" มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2552.

[7] Barbara A . Sommer , Robert Sommer. "*A Virtual Lab in ResearchMe thods*" University of California ,Daris, 2003

[8] เฉลิมชัย ตาระกา, "*การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยนำเสนอในรูปแบบการ์ตูน 2 มิติวิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.* สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์".มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2551

[9] ธงชัย วิไลวิทย์. "*ADDIE Model*". สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2553, จาก http://student.nu.ac.th/comed/webboard/answer.questID=6

การฝึกอบรมสมรรถนะด้านไอซีที ของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระดับประถมศึกษาด้วยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์

The Training of ICT Competency for Teachers of basic courses, Information Technology and Communications in Primary Education with mentoring support and social network

เทอดชัย บัวผาย (Therdchai Buaphai)[1] วรปภา อารีราษฎร์(warapapha Arreerard)[2],
ธรัธ อารีราษฎร์(Tharach Arreerard)[3] และสมบัติ ท้ายเรือคำ (Sombat Tayraukham)[4]
[1,2,3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
[4]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประเทศไทย
[1]kk2_web@hotmail.com, [2]Dr.warapapha@hotmail.com,
[3]Dr.tharatch@hotmail.com, [4]sombat_msu@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาผลการฝึกอบรมสมรรถนะด้านไอซีทีของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระดับประถมศึกษา ด้วยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยระบบเครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูที่ผ่านการอบรม สมรรถนะด้านไอซีที ด้วยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับประถมศึกษา จำนวน 30 คน

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผู้เข้ารับการอบรมมีผลสัมฤทธิ์หลังอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 และความสามารถในด้านทักษะปฏิบัติ อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ =4.44 ,S.D. = 0.61) 2) ด้านความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีต่อรูปแบบการฝึกอบรม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.28 S.D. =0.72) ผู้เข้ารับการอบรม ประทับใจคณะวิทยากรและพี่เลี้ยงสนันสนุนและการมีเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผู้เข้ารับการอบรมสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทบทวนเนื้อหา หลังการอบรม

คำสำคัญ: สมรรถนะด้านไอซีที เครือข่ายสังคมออนไลน์ ระบบพี่เลี้ยงและสนับสนุน

Abstract

The purpose of this study was to 1) to study the effects of ICT Training for Teachers of basic courses, information technology and communications in Primary Education. 2) To the satisfaction of the teacher training. ICT competencies With mentor support and social network. The sample consists of teachers, courses, information technology and communications infrastructure. Primary study of 30 people.

The research results as follows: 1 The training has been achieved after training than before training. Significant at the .05 level. Skills and ability to perform. Was good ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.61) 2) the satisfaction of the participants. On the form of training. At a high level ($\bar{x}$ = 4.28 S.D. = 0.72) for the students. Impression of the speaker. Destination and mentor support and a social network. For users. Trainees learn to share and review content. After training.

Keyword: ICT Competencies social networking mentoring supporting Training

1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญและเข้ามามีบทบาทในสังคมโลกปัจจุบัน เป็นเครื่องมือสำคัญในการเปลี่ยนแปลง

วิถีชีวิตและการทำงาน หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่างก็ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการทำงาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [1] มีการกำหนดสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนไว้ 5 ประการคือ1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีพร้อมทั้งมีการจัดสรรงบประมาณด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้กับสถานศึกษา สถานศึกษาทุกแห่งสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต จัดสรรอุปกรณ์สื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนในรูป ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียน ในขณะที่ครูที่จบการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์มีน้อย ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่คุ้มค่าอีกทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีผลกระทบกับผู้เรียนในชีวิตประจำวัน

สภาพปัญหาที่ครูผู้สอนไม่ตรงตามวิชาเอก [2] ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครูขาดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระที่ตนเองไม่ถนัด ส่งผลต่อคุณภาพผู้เรียนโดยตรง กล่าวคือ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเรียนประถมศึกษา ไม่สามารถบรรจุหรือแต่งตั้งครูผู้สอนให้ตรงกับวิชาเอกตามกลุ่มสาระได้ จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมหรือครูต้องพัฒนาตนเอง

จากการศึกษา สมรรถนะของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานการพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีสำหรับครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของเทอดชัย บัวผาย [3]โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า สมรรถนะด้านไอซีทีของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการศึกษา กฎหมายคุณธรรมจริยธรรมทางคอมพิวเตอร์ ด้านการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สมรรถนะที่จำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนา ได้แก่ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน โดยสอดคล้องกับนโยบายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของประเทศ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากเหตุผลสำคัญที่ต้องมีการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาอย่างต่อเนื่องสถาบันพัฒนาครูคณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา[4] โดยกระบวนการพัฒนาต้องมีรูปแบบที่หลากหลายตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคล โดยมีรูปแบบมุ่งให้มีสมรรถนะตามมาตรฐานตำแหน่งและมาตรฐานวิชาชีพ ทั้งสมรรถนะหลัก (Core Competency)สมรรถนะในการปฏิบัติงานในหน้าที่ (Functional Competency) และสมรรถนะเฉพาะกลุ่มสาระ (Specification Competency) วิธีการฝึกอบรมบุคลากรตามแนวสมรรถนะ การใช้นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกอบรมทางไกล ตลอดจนเทคนิควิธีการที่หลากหลาย ในการพัฒนาครู ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหลักสูตรในการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีสำหรับครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยใช้การอบรมเชิงปฏิบัติการ มีระบบพี่เลี้ยงและสนับสนุน ใช้เครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้ (Social Network) ซึ่งทำให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถศึกษาเอกสารออนไลน์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทบทวนเนื้อหากระบวนการพัฒนา เพื่อให้ครูผู้สอน มีความรู้ ทักษะและเจตคติ สามารถจัดการเรียนรู้ในสาระด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของครูและตามความคาดหวังของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลการฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเทคโนโลยีของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารระดับประถมศึกษาด้วยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยระบบเครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูที่ผ่านการอบรมการผลิตสื่อเทคโนโลยีโดยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยระบบเครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้

3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมรรถนะด้านไอซีที เป็นความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และสื่อสารกับบุคคลอื่นอย่างมีจรรยาบรรณ มีหลายหน่วยงานได้กำหนดสมรรถนะของตนเองขึ้นมาสำหรับการพัฒนาบุคลากร เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสมรรถนะครู โดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์สมรรถนะครู อันประกอบด้วย เจตคติ ค่านิยม ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานตามภารกิจงานในสถานศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดสมรรถนะครู ประกอบด้วย สมรรถนะหลัก และสมรรถนะประจำสายงาน ได้แก่ สมรรถนะหลัก (Core Competency) ประกอบด้วย 5 สมรรถนะ คือ

1) การมุ่งผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงาน 2) การบริการที่ดี 3) การพัฒนาตนเอง 4) การทำงานเป็นทีม5) จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพครู

แนวคิดในการพัฒนาสมรรถนะครู การพัฒนาบุคลากรเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นวิธีที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ความ สามารถและทักษะในการปฏิบัติงานของบุคลากรให้ได้ผลดี เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ช่วยให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องมีการพัฒนาครูเพื่อเป็นการช่วยให้ครูมีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ ทักษะ และเจตคติในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยให้การปฏิบัติงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทำให้ครูมีเทคนิคที่ดีในการสอนหรือส่งเสริมประสิทธิภาพการสอน จนเกิดผลดีต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ครู

การอบรมด้วยระบบพี่เลี้ยงและผู้สนับสนุนเป็นรูปแบบการฝึกอบรมที่จัดให้มีวิทยากรพี่เลี้ยงที่เพียงพอสำหรับการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้เข้ารับการอบรม โดยคอยให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการฝึกอบรม

การอบรมโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน เป็นช่องทางสื่อสารที่ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ สามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิก

มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ [5] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ด้วยวิเคราะห์องค์ประกอบ ของสมรรถนะนักเทคโนโลยีสารสนเทศใช้เทคนิคดาคัม (DACUM) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรวุฒิ ยัญญลักษณ์ [6] ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะเพื่อเพิ่มประสิทธิผลขององค์กรข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบสมรรถนะของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาประกอบด้วยสมรรถนะหลัก 5 สมรรถนะ และสมรรถนะในงานทุกสมรรถนะที่กลุ่มงานส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยตามที่เป็นจริงต่ำกว่าระดับความคาดหวังหลังการพัฒนาสมรรถนะหลักและสมรรถนะในงานของทุกกลุ่มงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับและสูงกว่า

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการฝึกอบรมสมรรถนะด้านไอซีที ของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับประถมศึกษาด้วยระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเสริมด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 จำนวน 220 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูจำนวน 30 คน โดยคัดเลือกจากผู้สมัครเข้ารับการอบรมโดยการจับสลาก

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

4.3.1. หลักสูตรการฝึกอบรมประกอบด้วย หน่วยการฝึกอบรม 5 หน่วย ระยะเวลาอบรม 4 วัน ได้จากการวิเคราะห์สมรรถนะด้านไอซีที ที่มีความจำเป็นเร่งด่วนสอดคล้องกับความต้องการของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญโดยการประชุมกลุ่มย่อยและผ่านการทดลองใช้หาประสิทธิภาพของเครื่องมือและหลักสูตรฝึกอบรม

4.3.2.เว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ www.ictnetwork.ning.com สำหรับเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ออนไลน์ ที่มีองค์ประกอบด้วย ส่วนสมาชิกและกลุ่ม เว็บบอร์ด เอกสารออนไลน์ Blog

รูปที่ 1: แสดงเว็บไซต์สังคมออนไลน์

4.3.3. แบบประเมินการฝึกทักษะปฏิบัติ

4.3.4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

4.3.5. แบบประเมินความพึงพอใจ ของผู้เข้ารับการอบรม 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความเหมาะสมทั่วไปของการอบรม ด้านความเหมาะสมของหลักสูตรอบรม ด้านความเหมาะสมของกิจกรรมการอบรม ด้านความเหมาะสมของการใช้กระดานถามตอบในสื่อสังคมแห่งการเรียนรู้ ด้านความเหมาะสมของการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.4 ขั้นตอนในการวิจัย

4.4.1 คัดเลือกวิทยากร พี่เลี้ยงและผู้สนับสนุนโดยคัดเลือกจาก ครูที่สอนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผ่านการอบรมหลักสูตรการสร้างสื่อเทคโนโลยี มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษขึ้นไป โดยมีสัดส่วนวิทยากรต่อผู้เข้ารับการอบรม 1:5

4.4.2 จัดประชุมเตรียมความพร้อมบทบาทหน้าที่พี่เลี้ยงและผู้สนับสนุน

4.4.3. ปฐมนิเทศเตรียมความพร้อมของผู้เข้ารับการอบรมสมัครสมาชิกเครือข่ายสังคมออนไลน์ การใช้เครื่องมือสื่อสังคมอนนไลน์

4.4.4. ฝึกอบรมในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) นำเสนอเนื้อหาใหม่ ตั้งคำถาม ตอบคำถามออนไลน์

2) ยกตัวอย่างผลงานดีและผลงานต้องปรับปรุง

3) สาธิตการปฏิบัติโดยวิทยากร

4) ลงมือปฏิบัติ โดยมีพี่เลี้ยงและผู้สนับสนุนตามกลุ่มที่รับผิดชอบ

4.5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ วิทยากรและพี่เลี้ยงให้คำแนะนำออนไลน์

4.6 นำเสนอผลงานและชื่นชมผลงาน

4.7 สรุปความรู้ บันทึกความประทับใจเว็บสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่ง ใช้เมนูบันทึกอนุทินและBlog

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล การตอบคำถามในเว็บไซต์เครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้ ประเมินผลงานผู้เข้ารับการอบรม

การทดสอบหลังการอบรม และประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินทักษะปฏิบัติ ผู้เข้ารับการอบรมใช้แบบวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การประเมินด้านความรู้ประเมินโดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้ค่าสถิติ t-test
3. การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมใช้แบบ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการฝึกอบรม ผู้วิจัยศึกษา ผลการฝึกปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรมและแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมและกระดานถามตอบ

5.1 ผลการประเมินผลการฝึกปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งมีผลการดำเนินการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: แสดงผลการประเมินทักษะปฏิบัติ (การสร้างสื่อเทคโนโลยีโดยโปรแกรม Desktop Author)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.ความถูกต้องของเนื้อหา/สาระ	4.80	0.41	มากที่สุด
2.ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.70	0.47	มากที่สุด
3.ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ	4.67	0.48	มากที่สุด
4.ความสอดคล้องของรูปภาพกับเนื้อหาสาระ	4.57	0.50	มากที่สุด
5.ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.70	0.47	มากที่สุด
6.ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบกับระดับผู้เรียน	4.63	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 1 ต่อ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
7.ความเหมาะสมของกิจกรรมเสริมการเรียนรู้	4.43	0.50	มาก
8.ความเหมาะสมของการจัดวางองค์ประกอบ	4.47	0.57	มาก
9.ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบตัวอักษรที่ใช้	4.47	0.57	มาก
10.ความเหมาะสมของสีของตัวอักษรและพื้นหลัง	4.50	0.57	มาก
11.ความเหมาะสมของเสียงและมัลติมีเดีย	3.43	0.77	มาก
รวม	4.49	0.63	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินทักษะปฏิบัติ ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนปรากฏว่า ในหัวข้อ ความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ และความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน ระดับคุณภาพ มากที่สุด และโดยภาพรวม การประเมินทักษะปฏิบัติ การใช้โปรแกรม Desktop Author ในการสร้างสื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 (S.D.= 0.63)

5.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ก่อน-หลัง การอบรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับประถมศึกษา

ตารางที่ 2: แสดงคะแนนผมสัมฤทธิ์ก่อน-หลังการอบรม

ผลสัมฤทธิ์	N	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t	sig
ก่อนอบรม	30	16.37	3.48	14.015**	0.00
หลังอบรม	30	25.03	2.27		

** p< .05

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังการฝึกอบรมเฉลี่ย 25.03 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

5.3. การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

ตารางที่ 3: การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านไอซีทีของครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	ความเหมาะสมทั่วไปของการฝึกอบรม	4.43	0.65	มาก
2	ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม	4.27	0.62	มาก
3	ความเหมาะสมของกิจกรรมฝึกอบรมโดยมีพี่เลี้ยงในการอบรม	4.20	0.57	มาก
4	ความเหมาะสมการใช้กระดานถามตอบ ในสื่อสังคมแห่งการเรียนรู้	4.20	0.57	มาก
5	ความเหมาะสมของการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Desktop Author	4.27	0.56	มาก
	รวม	4.27	0.59	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้เข้ารับการอบรมพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย 4.27 (S.D.= 0.59)

5.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ปรากฏดังนี้ ผู้เข้ารับการอบรมประทับใจในเรื่องการเอาใจใส่ดูแลของวิทยากร มีความเป็นกันเอง วิทยากรและฝ่ายสนับสนุนให้ความรู้และตอบคำถาม

เป็นอย่างดี เนื้อหาอบรมทันสมัยเหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบัน ได้รับเทคนิคใหม่ ๆ ในการสร้างสื่อเทคโนโลยี โดยเริ่มจากการเขียนบทดำเนินเรื่องด้วยโปรแกรม PowerPoint ไปยังโปรแกรมDesktop Author ประทับใจวิทยากรคอยให้คำแนะนำ

5.5 ข้อมูลจากกระดานสนทนา จากเว็บไซต์สังคมออนไลน์ ครูสะท้อนความรู้สึกชอบในการได้รับความรู้ใหม่ๆ ตื่นเต้นกับการพบปะกับเพื่อนในสังคมออนไลน์ ประทับใจวิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรสำหรับคำแนะนำและสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนผู้เข้ารับการอบรม

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 การอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้าน ไอซีที สำหรับครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทำให้ครูมีความรู้ความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน ทำให้ครูมีสมรรถนะ มีความมั่นใจ เนื่องจากหลักสูตรการฝึกอบรมมีเนื้อหาที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของครู กระบวนการจัดการอบรมที่มีระบบพี่เลี้ยงและผู้สนับสนุน การประเมินผลงานด้วยตนเอง

6.2 รูปแบบขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาใหม่ ในการฝึกทักษะปฏิบัติ เริ่มด้วยนำเสนอผลงานที่ดีและไม่ดี สาธิตการลงมือปฏิบัติ ปฏิบัติพร้อมกับวิทยากร สะท้อนผลแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งผู้เข้ารับการอบรมสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถสร้างสื่อเทคโนโลยี โดยขั้นตอนในการสร้างโดยเริ่มจากบทดำเนินเรื่อง

6.3 การสร้างสื่อเทคโนโลยีด้วยโปรแกรม Desktop Author ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่อเทคโนโลยีที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดซื้อลิขสิทธิ์ให้กับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาทุกแห่งเพื่อนำเสนอเผยแพร่กับครูผู้สอนในสังกัด สามารถสร้างสื่อเทคโนโลยีที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

6.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรมสูงขึ้น เนื่องจาก ในระหว่างการฝึกอบรมวิทยากรได้ให้ความรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและปฏิบัติ มีเอกสารสำหรับการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมไว้ในเว็บไซต์สังคมออนไลน์ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านเว็บบอร์ด การสรุปเนื้อหาการเรียนรู้ประจำวัน

6.5 ความพึงพอใจ รูปแบบการฝึกอบรมปฏิบัติ พร้อมมีระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเมื่อมีปัญหาในการฝึกอบรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านเว็บบอร์ดสื่อสังคมแห่งการเรียนรู้ ผู้เข้ารับการอบรมประทับใจในการให้ความช่วยเหลือของวิทยากร ผู้ช่วยวิทยากร เพราะคณะวิทยากรพี่เลี้ยงและผู้ช่วยได้รับการปฐมนิเทศและผ่านการอบรมหลักสูตรพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน

6.6 ข้อเสนอแนะ

6.6.1 ควรศึกษาสมรรถนะด้านไอซีที สอดคล้องกับที่จำเป็นเร่งด่วนกับด้านเทคโนโลยีสารเทศและการสื่อสาร ควรจะจัดทำให้ครอบคลุมและทันกับสภาพปัจจุบัน

6.6.2 เพื่อให้การพัฒนาครูด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นระบบและยั่งยืน หน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาครูควรมีหลักสูตรการอบรมที่สอดคล้องกับความต้องการรายบุคคล มีวิธีการวัดและประเมินผลที่เป็นมาตรฐาน นำไปพิจารณาประกอบการพิจารณาเลื่อนวิทยฐานะหรือออกใบประกาศรับรองสมรรถนะ

6.6.3 หน่วยงานและผู้ที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษา การนิเทศการศึกษา ควรมีแนวการนิเทศติดตามการฝึกอบรมที่หลากหลายโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551. กรุงเทพ.โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

[2] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. ข้อเสนอแนะการปฏิรูปการศึกษาใน ทศวรรษที่สอง(พ.ศ. 2552-2561). โรงพิมพ์พริกหวานกราฟฟิค จำกัด : กรุงเทพ,2552

[3] เทอดชัย บัวผาย. การวิเคราะห์สมรรถนะครูผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับประถมศึกษา ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ.งานประชุมวิชาการ งานวิจัยก้าวหน้า วิชาการเข้มแข็ง มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ครั้งที่ 1ประจำปี 2554.

[4] สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา. ยุทธศาสตร์การพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา 2549-2551. กรุงเทพฯ : สำนักปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ, 2548.

[5] มณเทียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์สมรรถนะนักเทคโนโลยี สารสนเทศโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ. วิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[6] สุรวุฒิ ยัญญลักษณ์. การพัฒนาสมรรถนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร ข้าราชการครูและ บุคลากรทางการศึกษาในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2550

กรอบงานตรวจสอบการคัดลอกภาพสำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตโดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำ

Image Plagiarism Detection Framework for Tablet PC using Watermarking Algorithms

ฉัตรชัย อัศวินโกวิท (Chatchai Ussawinkowit)[1] สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา (Sirapat Chiewchanwattana)[2]

และคำรณ สุนัติ (Khamron Sunat)[3]

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[1]usw.chatchai@gmail.com, [2]sunkra@kku.ac.th, [3]khamron_sunat@ yahoo.com

บทคัดย่อ

ทางภาครัฐได้มีการสนับสนุนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต ดังนั้นในระบบการศึกษาในประเทศไทย คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตจึงเข้ามามีบทบาทในการศึกษาระดับประถมตอนต้น ดังนั้นรูปแบบในการเรียนการสอนจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไป หากมีการเรียนการสอนที่บันทึกข้อมูลเป็นข้อมูลภาพแล้ว คงปฏิเสธไม่ได้ว่าจะไม่มีการคัดลอกงานกันเกิดขึ้น เมื่อเกิดปัญหานี้แล้วสิ่งที่ตามมาคือการขาดเรียนรู้ตัวตนเองของผู้เรียน ดังนั้นสมควรอย่างยิ่งที่จะมีระบบใดป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยสามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดการคัดลอกภาพเกิดขึ้นหรือไม่ ดังนั้นวัตถุประสงค์มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอกรอบงานตรวจสอบการคัดลอกภาพสำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตโดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำโดยใช้อัลกอริทึมที่มีอยู่แล้วมาปรับใช้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรอบงานนี้สามารถนำไปพัฒนาร่วมกับแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนการสอนให้สามารถใช้ในการตรวจสอบการคัดลอกข้อมูลภาพบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตได้ แต่พบว่าการทดลองฝังและถอดความเร็วของการนำอัลกอริทึมไปใช้ในเครื่องที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นมีข้อจำกัดทางด้านความสามารถของเครื่อง และขนาดของภาพเมื่อขนาดของภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น ความเร็วในการฝังและถอดลายน้ำก็จะลดลง และหากความสามารถของเครื่องนั้นต่ำมาก ก็อาจทำให้โปรแกรมเกิดปัญหาการหยุดการทำงานได้

คำสำคัญ: กรอบงานตรวจสอบการคัดลอกภาพ การคัดลอกภาพ อัลกอริทึมลายน้ำ

Abstract

Education system in Thailand, the government distributed tablet PC for primary school, therefore the tablet PC become to a part of Thailand's education system. In this case, the effect that happening is a behavior of plagiarism in classrooms. Especially the image plagiarism in android platform can do too fast and easy. Result of the effect brought students to have slow learning rate. In this paper presents old watermarking algorithms deployed in the Android operating system to create the image plagiarism detection framework. The framework can solve the image plagiarism problem for teachers in classrooms but this framework has problem about slow speed to embedded and extraction the watermark or crash problem in Android because the large images and the specification of low performance devices.

Keyword: Image plagiarism detection, Image plagiarism framework, Plagiarism detection

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้งานคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป และก็ใช้กันทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ประเภทพกพา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันถือได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งซึ่งมีทั้งระบบปฏิบัติการ และสามารถใช้งานทางด้านความบันเทิง และทำงานบางประเภทได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ และเนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้นสามารถใช้ทำสิ่งต่างๆ ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะทั้งการทำงาน และความบันเทิง ทุกคน และ ทุกบริษัทต่างใช้งานคอมพิวเตอร์ แต่ด้วยขนาดและน้ำหนักที่ใหญ่ จึงได้มีการออกแบบคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กลงมาซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์วางตัก (Laptop Computer) คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต (Tablet PC) และโทรศัพท์มือถือใน

ปัจจุบัน ซึ่งอุปกรณ์ในปัจจุบันนี้สามารถพกพาได้สะดวก และสามารถนำออกมาใช้งานได้ทันที

นอกจากความสะดวกสบายในการทำงาน และการใช้เพื่อความบันเทิงแล้ว คอมพิวเตอร์ยังถูกนำมาใช้ในระบบการศึกษาในประเทศไทย โดยนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นจะได้รับแจกคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตเพื่อการศึกษาในทุกสถาบันการศึกษาที่รัฐมอบให้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตจึงมีบทบาทที่จะใช้ในระบบการศึกษาในประเทศไทยมากขึ้น

แต่เนื่องจากความสะดวกสบายของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตที่มีมากเกินไป ทำให้เราสามารถคัดลอกข้อมูลต่างๆ ได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งการคัดลอกงานดังกล่าวนี้ รวมไปถึงการคัดลอกผลงานภาพซึ่งอาจจะเป็นภาพจากการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นใบงาน หรือการบ้าน นั้นสามารถถูกคัดลอกได้โดยง่ายแล้วจะนำมาซึ่งปัญหาของการคัดลอกงานจนกระทั่งทำให้ขาดการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะออกแบบกรอบงานที่สามารถตรวจสอบภาพได้ว่าเป็นภาพของผู้ใด โดยในเค้าโครงนี้จะนำเสนอการออกแบบกรอบงานสำหรับนำอัลกอริทึมในการฝังและถอดลายน้ำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบการคัดลอกภาพบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การซ่อนข้อมูล [2]

การซ่อนข้อมูล หมายถึง การซ่อนหรืออำพรางข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น การเข้ารหัสข้อความ การซ่อนลายน้ำในภาพหรือ QR-Code โดยแต่ละอย่างอาจมีวิธีการที่ต่างกัน แต่จะมีจุดมุ่งหมายเหมือนกันคือต้องการปกปิดข้อมูล ซึ่งจะมีการอำพรางอยู่หลายหมวดหมู่ด้วยกัน

ในบทความนี้จะกล่าวถึงหมวดการซ่อนข้อมูลลงในรูปหรือในภาพ (Image Steganography) ซึ่งในส่วนนี้มักจะเป็นการซ่อนลายน้ำ โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การนำข้อมูลฝังลงในภาพโดยภาพต้องถูกบิดเบือนน้อยที่สุด

2.2 การแทนที่บิตที่สำคัญน้อย

การแทนที่บิตที่สำคัญน้อย (Least Significant Bit Substitution) หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งคือวิธีการ LSB เป็นการบิดเบือนข้อมูลในแต่ละจุด (pixel) ของภาพ หรือการนำข้อมูลลงไปแทนในบิตที่มีความสำคัญน้อยที่สุด โดยในระบบของสี (RGB Color) นั้นการเปลี่ยนแปลงบิตสุดท้ายนั้น (ดังภาพที่ 1) อาจจะบิดเบือนภาพได้ แต่สายตาของมนุษย์นั้น อาจจะเห็นความแตกต่างได้น้อยหรือแทบจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างภาพต้นฉบับและภาพลายน้ำ ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ซ่อนข้อมูลได้ดี แต่ยังมีข้อเสียคือ เมื่อมีการโจมตีภาพในรูปแบบต่างๆ จะทำให้ข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในภาพนั้นเสียหายได้โดยง่าย

1	0	1	1	0	1	1	0

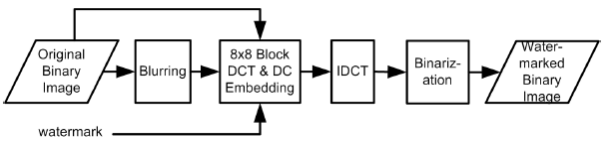
ภาพที่ 1: แสดงบิตที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

2.3 การแปลงโคซายน์แบบไม่ต่อเนื่อง

การแปลงโคซายน์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Cosine Transform) หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งคือวิธีการ DCT เป็นฟังก์ชันการแปลงรูปแบบหนึ่งที่พัฒนามาจากฟังก์ชันการแปลงฟูริเยร์ (Fourier Transform) โดยจะทำการแปลงข้อมูลภาพจาก Spatial domain เป็น Frequency domain แต่ฟังก์ชัน DCT นี้จะใช้กับข้อมูลจริง (ตัวเลขทศนิยม) โดยอัลกอริทึมที่ใช้วิธีการ DCT ในบทความนี้ใช้คือ DCT-2 หรือสมการ DCT แบบสองมิติ เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูลภาพ และใช้สมการ IDCT (Invert Discrete Cosine Tranform) เพื่อแปลงข้อมูลกลับมาอยู่ใน Spatial domain เช่นเดิม ซึ่งวิธีการจะกล่าวในหัวข้ออัลกอริทึมลายน้ำ

2.4 Binary Image Watermarking through Blurring and Biased Binarization [6]

งานวิจัยนี้ HAIPING LU [6] ได้เสนอวิธีการฝังลายน้ำในเอกสารต่างๆ โดยมีอัลกอริทึม คือ Discrete Cosine Transform (DCT) และ วิธีการ directly biasing the binarization threshold of the blurred image ซึ่งก่อนที่จะใช้อัลกอริทึมนั้น ต้องมีการทำให้ภาพเบลอ (Blurring) และภาพลายน้ำนั้นสร้างขึ้นจากฟังก์ชัน Gaussian และนำทั้งสองอย่างมาเข้าอัลกอริทึม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนการฝังลายน้ำด้วยวิธี BiasedBi [6]

งานวิจัยนี้ใช้กับภาพไบนารี (Binary Image) ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดในการใช้คือภาพที่จะนำมาฝังลายน้ำต้องเป็นภาพขาว

ดำ และไม่สามารถกำหนดลายน้ำได้ เนื่องจากลายน้ำจะถูกสร้างขึ้นจากฟังก์ชันเกาส์ (Gaussian) ทำให้มีประโยชน์คือสามารถตรวจสอบได้ว่ามีลายน้ำ หรือไม่มีลายน้ำ โดยวิธีการตรวจสอบต้องใช้ภาพต้นฉบับมาช่วยค้นหาด้วย วิธีการคือคือใช้วิธีหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่าง DCT ของตัวลายน้ำและ DCT ของภาพต้นฉบับที่ผ่านการทำเบลอ ซึ่งหากมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าค่าขีดแบ่ง (Threshold) ที่ใช้ในขั้นตอนการทำ Binarization แล้ว แสดงว่าเป็นลายน้ำของภาพต้นฉบับ

2.5 อัตราส่วนของสัญญาณกับสัญญาณรบกวนสูงสุด

อัตราส่วนของสัญญาณกับสัญญาณรบกวนสูงสุด (Peak Signal-to-Noise Ratio) หรือเรียกกันว่า PSNR เป็นศัพท์ที่ใช้เรียกตัววัดในเชิงวิศวกรรมสำหรับอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานที่เป็นไปได้สูงสุดและพลังงานที่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะนำมาใช้วัดคุณภาพของภาพที่อาจมีการสูญเสียของภาพเทียบกับภาพต้นฉบับ ซึ่งหากมีค่า PSNR สูงนั่นหมายถึงภาพนี้มีความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับมาก โดยจะนิยามขึ้นจากสมการค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Mean Squared Error หรือ MSE) และ PSNR ดังนี้

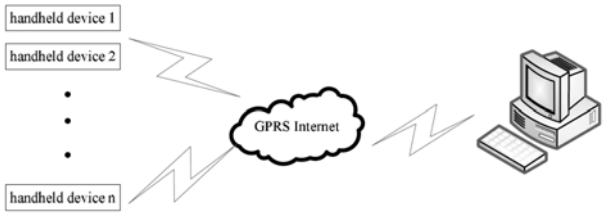
$$MSE = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \left[I(i,j) - K(i,j) \right]^2 \qquad (1)$$

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10}\left(MAX_I \right) - 10 \cdot \log_{10}\left(MSE \right) \qquad (2)$$

เมื่อ I และ K คือ เมตริกของข้อมูลของภาพต้นฉบับและภาพที่เอามาเทียบ และ MAX_I คือ ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุด (pixel) ในภาพ

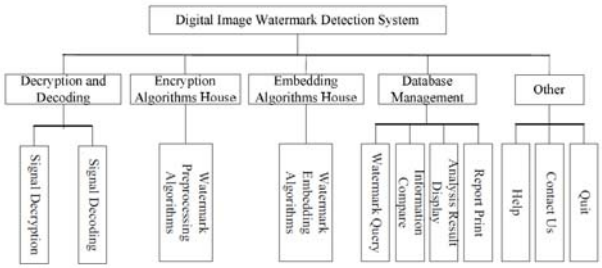
2.6 Design of Digital Watermark Detection System based on Handheld Devices [7]

งานวิจัยนี้เสนอการออกแบบระบบการตรวจจับลิขสิทธิ์สำหรับภาพที่ได้ใส่ลายน้ำไว้ โดยในงานวิจัยนี้จะนำเสนอไปในทางด้านการออกแบบระบบสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็ปเล็ต เป็นต้น โดยจะมีการทำงานดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3: โครงสร้างของระบบการตรวจสอบลายน้ำของอุปกรณ์พกพาและคอมพิวเตอร์ [7]

จากภาพที่ 3 อุปกรณ์พกพานั้นจะส่งภาพผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อที่จะไปประมวลผลในการตรวจจับภาพลายน้ำที่คอมพิวเตอร์ และหลังจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลแล้ว จะส่งผลการตรวจสอบกลับไปที่อุปกรณ์พกพานั้นๆ ซึ่งโครงสร้างของระบบการตรวจสอบลายน้ำของภาพมีการออกแบบไว้ดังภาพที่ 4 ซึ่งเป็นการออกแบบระบบการตรวจจับภาพลายน้ำโดยเป็นการเสนอแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของระบบเท่านั้น ไม่ได้มีการนำไปทดลองสร้างแต่อย่างใด ดังนั้นในบทความนี้เห็นควรที่จะนำระบบนี้มาประยุกต์ใช้จริง โดยมีการปรับในส่วนของแหล่งเก็บอัลกอริทึม (Algorithm House) ให้มีการเพิ่มอัลกอริทึมในการฝังลายน้ำหลายแบบเพื่อใช้กับภาพแต่ละประเภท เช่น อัลกอริทึมเพื่อฝังและถอดลายน้ำลงเอกสาร หรือ อัลกอริทึมเพื่อฝังและถอดลายน้ำลงบนภาพสี เป็นต้น



ภาพที่ 4: ระบบการตรวจสอบภาพลายน้ำ [7]

3. ขั้นตอนวิธีที่ใช้และการออกแบบกรอบงาน

3.1 การเตรียมชุดข้อมูลทดลอง

ชุดข้อมูลจาก USC-SIPI Image Database ของ University of Southern California (http://sipi.usc.edu/database) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่ถูกจัดทำขึ้นสำหรับการวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพ โดยงานวิจัยนี้นำมาใช้ 4 ภาพ โดยมีหนึ่งภาพมาจากการลดลองในงานวิจัยของ HAIPING LU [6] คือ

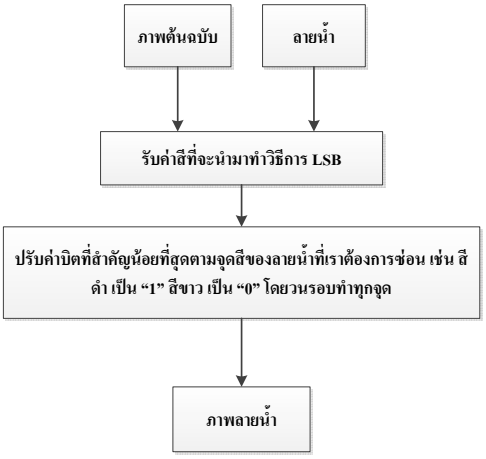
1) Jelly Bean (Color) (256x256)
2) Lena (Color) (512x512)
3) Elaine (Gray) (512x512)
4) French (Binary) (512x512) [6]

3.2 อัลกอริทึมลายน้ำ

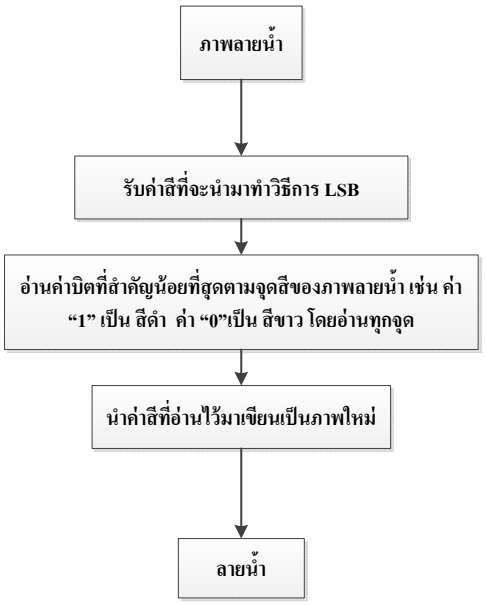
เป็นการศึกษาอัลกอริทึมทั้งสาม เขียนขึ้นมาตามทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยมีการเขียนขึ้นและนำมาทดลองใช้

งานบนโปรแกรม MATLAB ก่อนที่จะนำไปแปลงเป็นกรอบงานบนแอนดรอยด์แพลตฟอร์ม โดยอัลกอริทึมที่ใช้ในการฝังและถอดลายน้ำ มีดังต่อไปนี้

1) LSB จะมีขั้นตอนการฝังและถอดลายน้ำตามภาพที่ 5 และ 6 โดยลายน้ำที่ใช้จะเป็นภาพแบบไบนารีเท่านั้น



ภาพที่ 5: การฝังลายน้ำด้วยวิธีการ LSB



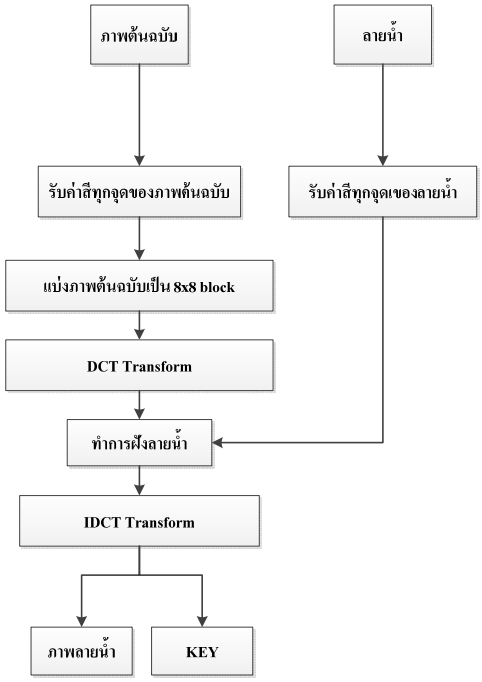
ภาพที่ 6: การถอดลายน้ำด้วยวิธีการ LSB

2) DCT มีขั้นตอนการฝังและถอดลายน้ำตามภาพที่ 7 และ 8 โดยลายน้ำที่ใช้จะเป็นภาพไบนารีเท่านั้น

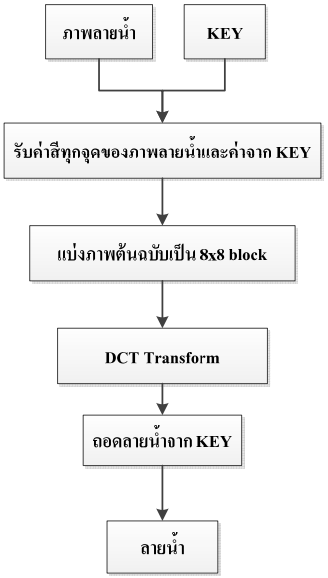
3) BiasedBi มีขั้นตอนวิธีการตามในบทความ ซึ่งในงานวิจัยของอัลกอริทึม BiasedBi ได้แพร่ออกมาเป็นรูปแบบบทความและตัวอย่างโปรแกรม ในบทความนี้จึงได้โปรแกรมตัวอย่างที่เผยแพร่นั้นนำมาทดลองในงานวิจัยนี้

3.3 การออกแบบกรอบงาน

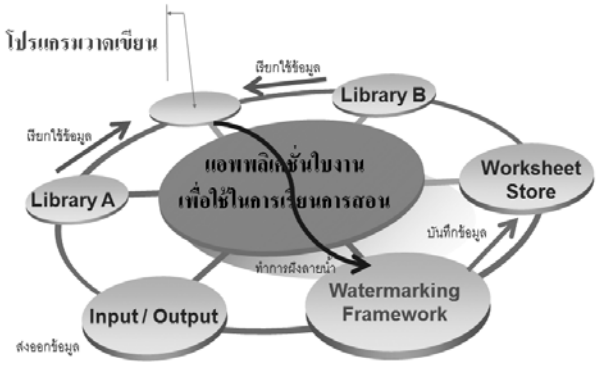
จะนำเสนอการออกแบบกรอบงานโดยพิจารณาสองส่วน คือ รูปแบบแอพพลิเคชั่นทั่วไป และงานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบระบบตรวจสอบลายน้ำดิจิตอลบนอุปกรณ์พกพา [7] ซึ่งในส่วนแรกนั้นแต่ละแอพพลิเคชั่นนั้น จะมีโครงสร้างขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาดังนั้นจึงไม่มีรูปแบบใดตายตัว ดังนั้นในงานวิจัยนี้นี้จึงใช้รูปแบบแอพพลิเคชั่นเพื่อการศึกษา โดยเป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับการวาดเขียนและบันทึกภาพขึ้นมา และนำเอาบางส่วนของงานวิจัยการออกแบบระบบตรวจสอบลายน้ำดิจิตอลบนอุปกรณ์พกพาบางส่วนมาพิจารณาเพื่อสร้างเป็นกรอบงานเพื่อตรวจสอบการคัดลอกภาพ โดยมีการทำงานเบื้องต้นดังภาพที่ 9



ภาพที่ 7: การฝังลายน้ำด้วยวิธีการ DCT



ภาพที่ 8: การถอดลายน้ำด้วยวิธีการ DCT



ภาพที่ 9: โครงสร้างของโปรแกรมวาดเขียนทำงานร่วมกับกรอบงานการตรวจสอบการคัดลอกภาพโดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำ

4. ผลการทดลอง

4.1 การทดลองอัลกอริทึมลายน้ำ

เป็นการศึกษาอัลกอริทึมทั้งสาม และทำการทดลองในการฝังและถอดลายน้ำ โดยหัวข้อที่ทดลองมีดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการฝังลายน้ำในภาพสีและภาพขาวดำ เป็นการค้นคว้าและทดลองว่าอัลกอริทึมใดสามารถฝังลายน้ำลงบนภาพสี ภาพขาวดำ และภาพไบนารี ได้บ้าง ซึ่งได้ผลการทดลองดังที่แสดงในตารางที่ 1

2) วัดประสิทธิภาพความคล้ายจากค่า PSNR เป็นการทดลองเพื่อหาว่าภาพลายน้ำที่ฝังโดยอัลกอริทึมใดมีความคล้ายกับภาพต้นฉบับมากที่สุด โดยผลการทดลองเป็นไปตามที่ได้แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้เฉพาะวิธีการ LSB และ DCT คือ ภาพทั้งสามแบบที่ใช้วิธีการ DCT มีความคล้ายคลึงกับภาพต้นฉบับมากกว่าการใช้วิธีการ LSB

3) วัดประสิทธิภาพด้านความเร็ว เป็นการเปรียบเทียบความเร็วในการฝังและถอดลายน้ำของแต่ละอัลกอริทึมโดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตารางที่ 3 โดยวิธีการ LSB จะได้ค่าเฉลี่ยเวลาน้อยกว่าวิธีการ DCT เนื่องจากมีการวนรอบในการฝังลายน้ำน้อยกว่า

ตารางที่ 1: ผลการทดลองฝังลายน้ำลงบนภาพข้อมูลทดลอง

ชื่อภาพ	ความสามารถในการฝังลายน้ำในภาพ		
	LSB	DCT	BiasedBi
Jelly Bean	O	O	X
Lena	O	O	X
Elaine	O	O	X
French	X	X	O

ตารางที่ 2: ผลการทดลองวัดค่า PSNR

ชื่อภาพ	PSNR (dB)		
	LSB	DCT	BiasedBi
Jelly Bean	29.398819	78.6532	-
Lena	15.418044	75.6389	-
Elaine	15.259763	76.8753	-
French	-	-	17.9955

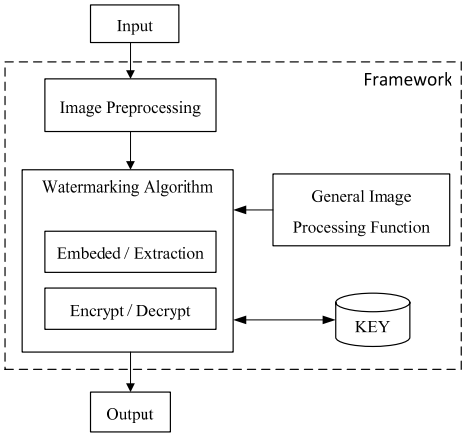
ตารางที่ 3: ผลการทดลองวัดความเร็วของอัลกอริทึม

ชื่อภาพ	เวลาที่ใช้ในการฝังและถอดลายน้ำ (วินาที)					
	LSB		DCT		BiasedBi	
Jelly Bean	0.3120	0.2964	0.2808	0.1560	-	-
Lena	0.4680	0.3588	0.8112	0.4368	-	-
Elaine	0.4524	0.3588	0.8112	0.4056	-	-
French	-	-	-	-	0.6084	0.6240

4.2 ต้นแบบกรอบงาน

จากการทดลองอัลกอริทึมและการออกแบบกรอบงาน บทความนี้จึงเสนอโครงร่างกรอบงานที่มีโครงสร้างการทำงานดังภาพที่ 10 โดยมีส่วนฟังก์ชันการเตรียมประมวลผลภาพ ฟังก์ชันอัลกอริทึมลายน้ำ ฟังก์ชันทั่วไปสำหรับการประมวลผลภาพลายน้ำ (ตัวอย่างเช่น ฟังก์ชัน DCT และ IDCT) และส่วน KEY ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อให้ลายน้ำที่ถูกฝังโดยกรอบงานนี้มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตรงกัน เพื่อที่ทุกแอพพลิเคชั่นที่ใช้งาน

ร่วมกับกรอบงานนี้จะมีความสามารถในการถอดลายน้ำได้เหมือนกัน



ภาพที่ 10: โครงสร้างของต้นแบบกรอบงานการตรวจสอบการคัดลอกภาพสำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตโดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำ

5. สรุปผล

จากการทดลองและการออกแบบจะได้ต้นแบบกรอบงานตรวจสอบการคัดลอกภาพสำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต โดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำ ที่มีอัลกอริทึมทั้งสามตามที่ได้ออกแบบไว้ใน 3 อัลกอริทึม คือ DCT LSB และ BiasedBi และสามารถทำงานบนแอนดรอยด์แพลตฟอร์มได้ตามที่ตามผลการทดลองอัลกอริทึม ข้อดีของกรอบงานนี้ คือ อัลกอริทึมที่ทำงานบนบนแอนดรอยด์แพลตฟอร์มสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับการทำงานบน MATLAB ผู้พัฒนาแอพพลิเคชั่นสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันของอัลกอริทึมลายน้ำได้ ทำให้มีความสะดวกสบายมากกว่าการเพิ่ม หรือเขียนอัลกอริทึมขึ้นมาใหม่ หากฝังลายน้ำบนภาพใดๆ โดยกรอบงานเดียวกันนี้แล้ว แอพพลิเคชั่นอื่นๆ ถูกพัฒนาด้วยกรอบงานเดียวกันนี้ก็สามารถถอดลายน้ำได้เช่นกัน ทำให้มีความสะดวกในการริเริ่มใช้ลายน้ำโดยมีมาตรฐานเดียวกัน ส่วนปัญหาที่พบในต้นแบบของกรอบงานตรวจสอบการคัดลอกภาพสำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต โดยใช้อัลกอริทึมลายน้ำนี้มี 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเนื่องจากการพัฒนากรอบงานพัฒนาบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์ โดยเรียกใช้งานเฉพาะไลบารีภาษาจาวาของแพลตฟอร์มแอนดรอยด์เท่านั้น จึงมีปัญหาเรื่องความเร็วในการฝังหรือถอดลายน้ำอันเนื่องมาจากการประมวลผลภาพที่จำเป็นต้องวนรอบอาร์เรย์เพื่อการอ่านการแก้ไข และการเขียนจุดสีแต่ละจุดของภาพ ส่วนที่สองคือเนื่องจากความสามารถของเครื่องที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นมีความสามารถไม่เท่ากัน ดังนั้นถ้ากรอบงานถูกใช้ในเครื่องที่มีความสามารถต่ำ อาจทำให้เกิดปัญหาการหยุดทำงานหรือไม่มีการตอบสนองของโปรแกรมได้

แนวทางการศึกษาต่อคือการทำกรอบงานในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำการประมวลผลภาพแทนเครื่องของผู้ใช้ ในแนวทางนี้จะสามารถแก้ปัญหาด้านความเร็วของเครื่องที่มีประสิทธิภาพต่ำได้ หรือ อีกแนวทางหนึ่งคือการทำกรอบงานในรูปแบบของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) โดยใช้รูปแบบของการบริการเป็นใช้ซอร์ฟแวร์เป็นการบริการ (Software as a Service) ร่วมกับการใช้แพลตฟอร์มเป็นการบริการ (Platform as a Service) ดังนี้แล้วในการประมวลภาพนอกจากจะสามารถประมวลผลภาพขนาดเล็กให้ทำงานในเครื่องของผู้ใช้ และประมวลภาพขนาดใหญ่ให้ทำงานบนเซิร์ฟเวอร์การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแล้ว ยังสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลไว้บนเซิร์ฟเวอร์ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] T.Morkel, J.H.P Eloff, M.S. Oliver. An Overview of Image Steganography. Sandton, South Africa: electronically; 2005.

[2] Fabien A. P. Petitcolas, Ross J. Anderson, Markus G. Kuhn. Information Hiding. Information Hiding Second International Workshop Proceedings., Portland, Oregon, USA, April 14–17, 1998. p. 219–39.

[3] Petitcolas FAP. Watermarking schemes evaluation. IEEE Signal Processing Magazine. 2000 Sep;17(5):58 –64.

[4] Richardson IE. H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next-generation Multimedia. John Wiley & Sons; 2004.

[5] Das S, Bandyopadhyay P, Paul S, Ray AS, Banerjee M. A New Introduction towards Invisible Image Watermarking on Color Image. Advance Computing Conference, 2009. IACC 2009. IEEE International. 2009. p. 1224 –1229.

[6] Lu H, Kot AC, Susanto R. Binary image watermarking through biased binarization. 2003 International Conference on Multimedia and Expo, 2003. ICME '03. Proceedings. 2003. p. III – 101–4 vol.3.

[7] Li B, Zhang Y. Design of Digital Watermark Detection System Based on Handheld Devices. 2012 International

Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE). 2012. p. 52 –55.

[8] Z.J. Xu, Z.Z. Wang, Q. Lu, Research on Image Watermarking Algorithm Based on DCT, Procedia Environmental Sciences, Volume 10, Part B, 2011, Pages 1129-1135,ISSN1878-0296, 10.1016/j.proenv.2011.09.180.

การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP

The Synthesis of an Online Collaborative Learning Model using Multiple Intelligence for Groupings and use CIPP for Evaluation

ปราโมทย์ ตงฉิน (Pramote Tongchin)[1] และ มนต์ชัย เทียนทอง (Monchai Tiantong)[2]

[1]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

[2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]pm_pn@hotmail.com, [2]monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน โดยการใช้วิธีการสนทนากลุ่มและเพื่อประเมินผลความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์ที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้แบบประเมิน ทำการประเมินความเหมาะสมโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลการวิจัยพบว่า โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP จากการสนทนากลุ่มของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์ประกอบด้วยโมดูลย่อย ๆ จำนวน 11 โมดูล ได้แก่ 1) MI Test Module 2) GPA Module 3) MI Matching Module 4) Subject Database Module 5) Analytic Content Module 6) Introspective Content Module 7) Interactive Content Module 8) STAD (Analytic) Module 9) STAD (Introspective) Module 10) STAD (Interactive) Module และ 11) CIPP Model Module ซึ่งแต่ละโมดูลมีหน้าที่แตกต่างกัน เพื่อสนับสนุนให้การเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ประสบผลสำเร็จ ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.47, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = .52) สรุปได้ว่าสามารถนำโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นไปใช้ได้อย่างเหมาะสมในขั้นต่อไป

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบร่วมมือ พหุปัญญา

Abstract

This research aimed to synthesize an online collaborative learning model using Multiple Intelligence for groupings and use CIPP for evaluation by 10 experts using focus group discussion, and to evaluate the appropriate of the synthesized model from 5 experts using evaluation questionnaire.Theresearch results found that the synthesized model consisted of 11 modules as follows : 1) MI Test module 2) GPA module 3) MI Matching module 4) Subject Database module 5) Analytic Content module 6) Introspective Content module 7) Interactive Content module 8) STAD (Analytic) module 9) STAD (Introspective) module 10) STAD (Interactive) module, and 11) Cipp module. Each module has different function to well support an online learning model using Multiple Intelligence for groupings and use CIPP for evaluation. The results on the appropriate of the synthesized model by expert found that on good level

(Mean = 4.47, SD. = .52). In conclusion, that can be used the synthesized model properly in the next phase.

Keyword : Collaborative Multiple Intelligence

1.บทนำ

นับจากที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ผ่านมามีการปรับโครงสร้างหน่วยงานในการจัดการศึกษาในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศอันได้แก่ การรวม หน่วยงานของการจัดการศึกษาให้มีการบริหารงาน อยู่ภายใต้กระทรวงศึกษาธิการ และมีการแบ่งเขตพื้นที่การศึกษา ให้มีการบริหารงานในรูปแบบของเขตพื้นที่ นอกจากนี้ หน่วยงานจัดการศึกษาต่าง ๆ ได้เปลี่ยนรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นให้ครูอาจารย์ได้นำรูปแบบวิธีการสอน ที่มุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ แสดงให้เห็นได้ว่าการปฏิรูปการศึกษากำลังดำเนินต่อไปอย่างเห็นได้ชัด [1] การจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถนำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ โดยทฤษฎีการเรียนรู้จะกล่าวถึงลักษณะ ขั้นตอนและวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์โดยตรง [2] พื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอน เช่น ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ และทฤษฎีพหุปัญญา [3] แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อคิดเห็นระหว่างกันเพื่อให้ได้ซึ่งองค์ความรู้ หรือสร้างสรรค์ผลงานชิ้นใหม่ถือเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ร่วมกัน นั้นคือเหตุผลสำคัญในการเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูล ความรู้ของแต่ละคนเพื่อก่อให้เกิดโอกาสที่จะสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ร่วมกัน [4] การเรียนรู้ร่วมกันยังเป็นที่นิยมสำหรับรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกหัวข้อ รายวิชา ทั้งในระดับการศึกษาตอนต้น จนถึงระดับอุดมศึกษา เพื่อก่อให้เกิดการแข่งขันในการเรียนรู้ของผู้เรียน และการเรียนรู้รายบุคคล[5]

ทฤษฎีพหุปัญญา ของการ์ดเนอร์ ชี้ให้เห็นถึงความหลากหลายทางปัญญาของมนุษย์ ซึ่งมีหลายด้าน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทั้งกลุ่มเด็กปกติ เด็กที่มีความบกพร่องและเด็กที่มีความสามารถพิเศษ [6] การจัดกลุ่มทางพหุปัญญาประกอบด้วย 3 กลุ่มหลักคือ [7]

1. กลุ่มวิเคราะห์ เป็นกลุ่มพหุปัญญาที่เน้นกระบวนการคิด การวิเคราะห์
2. กลุ่มพินิจพิจารณา เป็นกลุ่มพหุปัญญาที่เน้นจินตนาการความเข้าใจ
3. กลุ่มปฏิสัมพันธ์ เป็นกลุ่มพหุปัญญาที่เน้น การสื่อสาร การถ่ายทอด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักพหุปัญญา แบ่งกิจกรรมได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มของพหุปัญญา

กลุ่มพหุปัญญา	กิจกรรมการเรียนรู้
กลุ่มวิเคราะห์	กิจกรรมแบบจำลอง
	กิจกรรมแสวงหาความรู้
	กิจกรรมทำแบบฝึกหัด
	กิจกรรมกรณีตัวอย่าง
กลุ่มพินิจพิจารณา	กิจกรรมแสวงหาความรู้
	กิจกรรมตั้งคำถาม
	กิจกรรมทำแบบฝึกหัด
	กิจกรรมกรณีตัวอย่าง
กลุ่มปฏิสัมพันธ์	กิจกรรมอภิปราย
	กิจกรรมแสวงหาความรู้
	กิจกรรมตั้งคำถาม
	กิจกรรมกรณีตัวอย่าง

ทฤษฎีพหุปัญญา [8,9] เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามความสามารถของผู้เรียนโดยยึดศักยภาพ ความถนัด ลีลาการเรียนรู้ และสติปัญญาที่หลากหลายได้รับการพัฒนาทุก ๆ ด้านไปพร้อม ๆ กัน ถือว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ร่วมสมัยที่อยู่ในความสนใจของนักการศึกษาและผู้ปกครอง โดยมีการประเมินจากแบบสอบถามในการจำแนกความสามารถทางปัญญาซึ่งความสามารถนั้น เป็นความสามารถที่จะ ค้นหา แก้ปัญหาและสร้างผลผลิตที่มีคุณค่าเป็นที่ยอมรับในสังคม ซึ่งในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบพหุปัญญาในบางรายวิชาอาจจะไม่ ครอบคลุมปัญญาในทุก ๆ ด้าน จึงได้มีการจัดกลุ่มทางพหุปัญญา เพื่อให้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้

ด้วยเหตุผลและแนวทฤษฎีดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการออกแบบสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลัก พหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP เพื่อได้จะนำผลของการวิจัยครั้งนี้ไปสร้างรูปแบบโมเดลการเรียนรู้ตามหลักพหุปัญญา ให้ตรงกับกลุ่มความถนัดในด้านต่างๆ ตามหลักทฤษฎีพหุปัญญาโดยการสร้างเนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ให้กับนักศึกษา เพื่อจะได้เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ ของนักเรียน นักศึกษาให้มีประสิทธิภาพและผลการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่มครั้งนี้ กระทำขึ้นจากการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 คน โดยการใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม โดยการนำเสนอภิปราย และสรุปผล

3.2 ประเมินความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

3.3 ผู้เชี่ยวชาญ มีคุณสมบัติดังนี้ มีคุณวุฒิระดับปริญญาเอก หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการ หรือมีประสบการณ์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก ในงานด้านการศึกษา หรือการเรียนการสอนออนไลน์ และมีประสบการณ์การทำงานมาไม่ต่ำกว่า 2 ปี

3.4 การวิจัยครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน 1) ศึกษาและสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 3) สังเคราะห์รูปแบบระบบการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPPโดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม 4) ประเมินรับรองรูปแบบระบบการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP 5) ปรับปรุงแก้ไขและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดดำเนินการ ดังนี้

4.1 ดำเนินการโดยศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยจากฐานข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตที่เผยแพร่ในฐานข้อมูลออนไลน์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของการเรียนรู้ในแต่ละบุคคล ทฤษฎีการเรียนรู้ นวัตกรรมทางการศึกษา ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการวิจัย เครื่องมือและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ รวมทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และการปฏิรูปการศึกษาไทยในทศวรรษที่สอง

4.2 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ได้นำข้อมูลจากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสาร มาใช้กำหนดกรอบคำถามในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญอย่างมีโครงสร้าง (Structured Interview) โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ในส่วนงานนี้ได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อนำข้อมูลมาสรุปกรอบแนวคิดในการดำเนินงานสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบระบบการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPPโดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ในขั้นตอนต่อไป

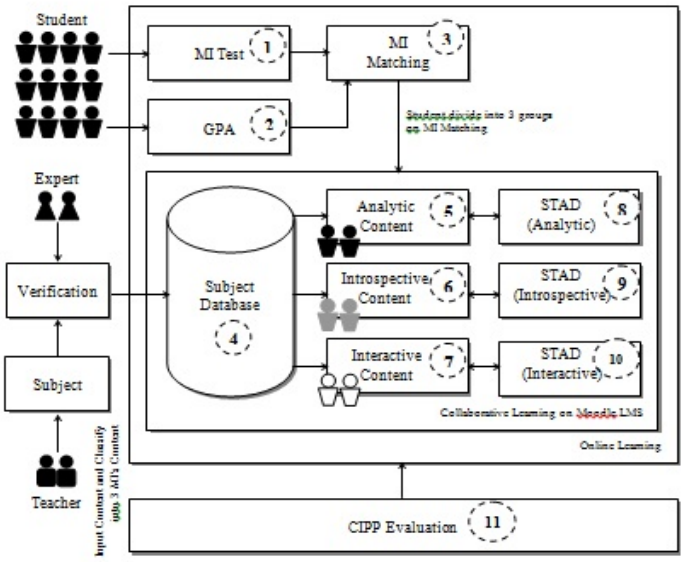
4.3 สังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ผู้วิจัยได้นัดหมายผู้เชี่ยวชาญ จำนวนทั้งหมด 10 คน มาประชุมพร้อมกันในการดำเนินการสนทนากลุ่ม เพื่อหาโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP

4.4 เพื่อประเมินความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ผู้วิจัยได้ส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินรับรองว่าแต่ละองค์ประกอบในรูปแบบที่ได้สังเคราะห์ขึ้นมานี้ สามารถนำไปใช้สนับสนุนการเรียนการสอนปกติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่ผู้เรียนได้ ในระดับความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม จำนวน 5 คน

4.5 ปรับปรุงแก้ไข และสรุปผล เมื่อรวบรวมแบบประเมินความเหมาะสมเสร็จสิ้นจากขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงรูปแบบระบบการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และจัดทำเป็นแผนภูมิกรอบแนวคิดของโมเดลการเรียนรู้ พร้อมทั้งข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ แต่ละโมดูลที่ประกอบเป็นโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลจากการสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นโมดูล 11 โมดูล ดังนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการสังเคราะห์โมเดล

5.1.1 Multiple Intelligence (MI) Test Module จัดแบบทดสอบวัดความสามารถทางพหุปัญญาของผู้เรียนในแต่ละคนและนำข้อมูล จากแบบทดสอบ ไปสรุปจัดกลุ่มความถนัดของผู้เรียน เป็น 3 กลุ่ม ทางพหุปัญญา ได้แก่ 1. กลุ่มวิเคราะห์(Analytic) 2.กลุ่มพินิจพิจารณา(Introspective) 3. กลุ่มปฏิสัมพันธ์(Interactive)

5.1.2 GPA Module จัดเก็บระดับผลเกรดเฉลี่ยสะสมของผู้เรียนแต่ละคนที่เข้าสู่ระบบการเรียนรู้ผ่านทางระบบออนไลน์ ที่มีแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัว เกี่ยวกับระดับผลเกรดเฉลี่ยสะสม เพื่อนำไปจัดใน Module MI Matching ต่อไป

5.1.3 MI Matching Module แบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความถนัดทางพหุปัญญาเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม จากผลของแบบทดสอบความถนัดทางพหุปัญญาและแบ่งผู้เรียนตามผลเกรดเฉลี่ยสะสม ในระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน เข้ากลุ่มของพหุปัญญาทั้ง 3 กลุ่ม โดยวิธีการ Matching

5.1.4 Subject Database Module เป็นฐานข้อมูล (Data Base) จัดเก็บหัวข้อ เนื้อหาบทเรียน และสาระการเรียนรู้จากการ Verification ของผู้เชี่ยวชาญ (Expert) จากหัวข้อ (Subject) ที่ครูผู้สอน(Teacher)สร้างขึ้นเพื่อรองรับการเรียนรู้จากผู้เรียนที่มีความถนัด ทางพหุปัญญาทั้ง 3 กลุ่ม คือ1. กลุ่มวิเคราะห์(Analytic)2.กลุ่มพินิจพิจารณา (Introspective) และ 3.กลุ่มปฏิสัมพันธ์(Interactive)

5.1.5 Analytic Content Module จัดเนื้อหาและสื่อสาระการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อที่ตรงกับความถนัดทางพหุปัญญาด้านวิเคราะห์ (Analytic) ซึ่งเป็น กลุ่มพหุปัญญาที่เน้นกระบวนการคิด การวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย1.ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะและ
คณิตศาสตร์2.ความสามารถทางปัญญาด้านดนตรีและจังหวะ 3.ความสามารถทางปัญญาด้านธรรมชาติ

5.1.6 Introspective Content Module จัดเนื้อหาและสื่อสาระการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อที่ตรงกับความถนัดทางพหุปัญญาด้านพินิจพิจารณา (Introspective) ซึ่งเป็นกลุ่มพหุปัญญาที่เน้น จินตนาการ ความเข้าใจ ซึ่งประกอบด้วย 1. ความสามารถทางปัญญาด้านภายในตนเอง 2. ความสามารถ

ทางปัญญาด้านมิติหรือด้านภาพ3.ความสามารถทางปัญญาด้านอัตถภวนิยม

5.1.7 Interactive Content Module จัดเนื้อหาและสื่อสาระการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อที่ตรงกับความถนัดทางพหุปัญญา ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ซึ่งเป็นกลุ่มพหุปัญญาที่เน้น การสื่อสาร การถ่ายทอดซึ่งประกอบด้วย 1. ความสามารถทางปัญญาด้านภาษา 2.ความสามารถทางปัญญาด้านระหว่างบุคคล 3.ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

5.1.8 STAD (Analytic) Module จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลุ่มแบบ STAD มีการแข่ง การให้รางวัล ซึ่งตรงกับกลุ่มพหุปัญญากลุ่มการวิเคราะห์ (Analytic)มีกิจกรรมการเรียนรู้คือกิจกรรมการจำลองสถานการณ์ กิจกรรมแสวงหาความรู้ กิจกรรมการทำแบบฝึกหัด และกิจกรรมกรณีตัวอย่าง

5.1.9 STAD (Analytic) Module จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลุ่มแบบ STAD มีการแข่ง การให้รางวัล ซึ่งตรงกับกลุ่มพหุปัญญากลุ่มพินิจพิจารณา(Introspective)มีกิจกรรม การเรียนรู้คือกิจกรรมแสวงหาความรู้ กิจกรรมการตั้งคำถาม กิจกรรมการทำแบบฝึกหัด กิจกรรมกรณีตัวอย่าง

5.1.10 STAD (Interactive) Module จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลุ่มแบบ STAD มีการแข่ง การให้รางวัล ซึ่งตรงกับกลุ่มพหุปัญญา กลุ่มปฏิสัมพันธ์ (Interactive)มีกิจกรรม การเรียนรู้คือกิจกรรมแสวงหาความรู้ กิจกรรมการตั้งคำถาม กิจกรรมการทำแบบฝึกหัด กิจกรรมกรณีตัวอย่าง

5.1.11 CIPP Model Module ประเมินผลระบบตาม CIPP Model ทั้ง 4 ด้าน 1. บริบท (Context)2. ปัจจัยการป้อนเข้า (Input) 3. กระบวนการ (Process) 4. ผลผลิต (Product) ได้แก่ 1. บริบท (Context) 2. ปัจจัยป้อนเข้า (Input) เป็นการประเมินโครงสร้างของบทเรียนที่ทำการสร้างขึ้นโดยหาค่า IOC เพื่อให้บทเรียนที่สร้างตรงกับความถนัดของนักศึกษาแต่ล่ะกลุ่มตามหลักพหุปัญญาโดยใช้แบบสอบถามและให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน 3. กระบวนการ (Process) วัดจากคะแนนของนักศึกษา เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 4. ผลผลิต (Product) สร้างแบบสอบถามวัดความสามารถ และสมรรถนะประเมินจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู นักศึกษา และสรุปผล

5.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2 : ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดล

Module	$\overline{X}$	**SD**	แปลผล
1. MI Test Module	4.20	.45	มาก
2. GPA Module	4.20	.45	มาก
3. MI Matching Module	4.40	.55	มาก
4. Subject Database Module	4.60	.55	มากที่สุด
5. Introspective Content Module	4.40	.55	มาก
6. Introspective Content Module	4.40	.55	มาก
7. Interactive Content Module	4.40	.55	มาก
8. STAD (Analytic) Module	4.60	.55	มากที่สุด
9. STAD (Analytic) Module	4.60	.55	มากที่สุด
10. STAD (Interactive) Module	4.60	.45	มากที่สุด
11. CIPP Model Module	4.40	.55	มาก
รวม	**4.47**	**.52**	มาก

6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม(Focus Group) ที่ได้จากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากผลการวิจัยได้กรอบแนวคิด ประกอบด้วย 11 โมดูล ได้แก่

1. MI Test Module
2. GPA Module
3. MI Matching Module
4. Subject Database Module
5. Introspective Content Module
6. Introspective Content Module
7. Interactive Content Module
8. STAD (Analytic) Module
9. STAD (Analytic) Module
10. STAD (Interactive) Module

11. CIPP Model Module

หลังจากนั้นจึงนำโมดูลการเรียนรู้ออนไลน์แบบร่วมมือโดยจัดกลุ่มผู้เรียนตามหลักพหุปัญญาและประเมินผลแบบ CIPP ไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสม ผลปรากฏมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.47 สามารถนำรูปแบบโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ไปใช้งานได้ ซึ่งผู้วิจัยจะนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้นี้ไปดำเนินการวิจัยในขั้นต่อไป โดยการนำไปพัฒนาและทดลองใช้กับการเรียนการสอนจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอุดมศึกษา พ.ศ. 2549.กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2549.

[2] สุรกานต์ จังหาร, "หลักการสอน",คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,2546.

[3]วารีรัตน์ แก้วอุไร และคณะ. "การพัฒนารูปแบบการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้". กรุงเทพ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2546.

[4] Rong Wang. Caihong Sun, Li Yu, "Design of Social Group Collaborative Learning System," Computer Science and Software Engineering, International

[5] Sangkom Pumipuntu, Siriporn Phromchanthuek, ""Collaborative Learning " , the Learning Method through Internet,"Convergence Information Technology,International conference on, vol. l, pp.3-7,2008

[6] ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. "ทฤษฎีพหุปัญญา" . Avialable on line at http//:www.happyhomeclinic.com/a01-multiple intelligence.htm

[7] Water Mckenzie. "Multiple Intelligence Domains". AvailableonlineatURL:http://surfaquarium.com/MI/mi_domains.htm

[8] อารี สัณหฉวี และอุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. 15 สิงหาคม 2548. พหุปัญญ (Online). Available URL: http://www.thaigifted.org

[9] Gardner H. 2005, August 15. Intelligence in seven steps(Online).AvailableURL:http://www.newhorizons.org/future/Creating_the_Future/crfut_gardner.html

การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียน

The Synthesis of an Online Project-based Learning Model with Knowledge Management System by Analyzing of Student's Multiple Intelligence

สุมาลี สิกเสน (Sumalee Siksen)[1] และมนต์ชัย เทียนทอง (Monchai Tiantong)[2]

[1]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

[2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]sumaleesik@gmail.com, [2]drmonchai@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และ 2) เพื่อประเมินผลโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน และ 2) การประเมินรับรองผลโมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนที่สังเคราะห์ขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 6 โมดูล ได้แก่ 1. Multiple Intelligence Testing Module, 2.Multiple Intelligence Classification Module, 3. PjBL & KM Module, 4. Online Learning Module, 5. Teacher and Examiner Module, และ 6. Rubric Evaluation Module และ 2) ผลการประเมินรับรองโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นใช้แบบสอบถามแบบประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ให้การยอมรับโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.48) สรุปได้ว่าสามารถนำโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้นไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน พหุปัญญา

Abstract

The objective of this research were as follows : 1) to synthesize an online Project Based Learning model with knowledge management system by analyzing of student's Multiple Intelligence, and 2) to evaluate the synthesized model. The research methodology consisted of 2 steps as follows : 1) synthesis of an online Project Based Learning model with knowledge management system using focus group discussion from 10 experts, and 2) empirical evaluation of the synthesized model by 5 experts using purposive sampling. The data was analyzed by mean and standard deviation.

The research results revealed as follows : 1) an online Project Based Learning model with knowledge management system by analyzing of student's Multiple Intelligence from focus group discussion that consisted of 6 modules as : 1. Multiple Intelligence Testing Module, 2. Multiple Intelligence Classification Module, 3. PjBL & KM Module, 4. Online Learning Module, 5. Teacher and Examiner Module, and 6. Rubric Evaluation Module, and 2) the results of the synthesized model on empirical

evaluation by experts showed that they accepted the model in very good level ($\bar{X}$ = 4.64, SD. = 0.48). In conclusion, that can be used the synthesized model properly.

Keyword: Learning Model Synthesize, Project-based Learning, Multiple Intelligence

1. บทนำ

ระบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องให้เด็กมีทักษะในการเรียนรู้ควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีใหม่ ดังนั้นบุคลากรทางการศึกษาจำเป็นต้องเรียนรู้และหาวิธีกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข [1] สภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันส่วนใหญ่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นความสำคัญของการให้ความรู้หรือความสามารถทางด้านผลสัมฤทธิ์และเน้นการท่องจำมากกว่าเน้นทักษะการคิด เช่น การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ เป็นต้น ซึ่งทักษะเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในอนาคตเป็นอย่างมากเมื่อต้องออกไปปฏิบัติงาน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนจะต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์ที่หลากหลาย ทำให้เกิดความน่าสนใจเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว ตอบสนองความต้องการ ความสนใจ ความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนใช้สื่ออย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด [2]

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยสนับสนุนและส่งเสริม “ชุมชนผู้เรียน” (Community of Learner) [3] เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Learner Interaction) [4] คุณลักษณะการเรียนการสอนดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) เนื่องจาก 1) การเรียนรู้แบบโครงงานมีพื้นฐานมาจากปรัชญาการศึกษาแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Center) 2) การเรียนรู้แบบโครงงานสนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนโดยผ่านการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ความรู้ ข้อคิดเห็นระหว่างผู้เรียน 3) การเรียนรู้แบบโครงงาน ทำให้ผู้เรียนได้สร้างผลงานในลักษณะที่เป็นรูปธรรมเพื่อแสดงให้เห็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ [5]

โครงงานเป็นกิจกรรมที่ผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนตามทฤษฎีพหุปัญญาของ โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) [6] โดยเขาได้เสนอปัญญาไว้ 9 ด้าน ดังนี้ 1) ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Kinesthetic Intelligence) 2) ปัญญาด้านจิตวิญญาณและการดำรงอยู่ของชีวิต (Existential Intelligence) 3) ปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) 4) ปัญญาด้านตนเองหรือการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal) 5) ปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) 6) ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical and Mathematic Intelligence) 7) ปัญญาด้านดนตรี/จังหวะ (Musical Intelligence) 8) ปัญญาด้านความเข้าใจธรรมชาติ (Naturalistic Intelligence) และ 9) ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) หากผู้สอนเข้าใจจุดอ่อนจุดแข็งของเด็กนักเรียนแต่ละคน ก็สามารถช่วยเด็กให้ประสบความสำเร็จขึ้นมาได้ เพราะกิจกรรมโครงงานต้องใช้กระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ในสิ่งที่สงสัยและอยากรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

จากนวัตกรรมการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผนวกนวัตกรรมด้านพหุปัญญา (Multiple Intelligent) เข้าไปในระบบ โดยส่วนที่เพิ่มเข้าไปนี้จะทำหน้าที่เป็นระบบแนะนำผู้เรียน (Learner Guidance System) ให้ผู้เรียนทำโครงงานตามผลการวิเคราะห์ความฉลาดตามแนวทางของพหุปัญญา ส่วนนี้เปรียบเสมือนการทำหน้าที่แทนผู้สอนในชั้นเรียน โดยสังเคราะห์เป็นโมเดลการเรียนรู้ขึ้นมาใหม่ จากนั้นนำโมเดลที่สังเคราะห์แล้วไปทดลองใช้ โดยพัฒนาระบบการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบคำแนะนำผู้เรียนตามการวิเคราะห์พหุปัญญา ซึ่งจะสนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผล การ

วิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

2.2 เพื่อประเมินผลโมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผล การวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนที่สังเคราะห์ขึ้น

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน ด้านการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน ด้านพหุปัญญา และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน ด้านการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน ด้านพหุปัญญา และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 10 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive) โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้ 1) เป็นผู้สอนสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา สาขาจิตวิทยาการศึกษา หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง 2) จบการศึกษาระดับปริญญาเอก และ 3) มีประสบการณ์ทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยวิธีสนทนากลุ่ม (Focus Group) จำนวน 10 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการประเมินรับรองโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น จำนวน 5 คน

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูล ความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียน

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการประเมินโมเดล

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูล ความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

1) ศึกษาบทความ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมการศึกษา การเรียนรู้ด้วยโครงงาน การเรียนรู้แบบร่วมมือ เครือข่ายสังคมออนไลน์ เครื่องมือและ ซอฟท์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และทฤษฎีอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง

2) ร่างโมเดลการเรียนรู้ขั้นต้น โดยนำข้อมูลจากการศึกษาบทความ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากขั้นตอนที่ 1 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดไว้กว้าง ๆ ไว้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1. การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน 2. การวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียน 3. วัตถุประสงค์และหน้าที่ของรูปแบบการเรียนรู้ และ 4. การวัดและประเมินผล โดยมุ่งหวังการตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเป็นสำคัญ

3) นำโมเดลการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4) สังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group) โดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจำนวน 10 คน

5) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความ เหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินรับรองโมเดลการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของ ผู้เรียนที่สังเคราะห์ขึ้น

1) นำโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาและประเมินรับรอง ความเหมาะสม

2) ปรับปรุงโมเดลการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

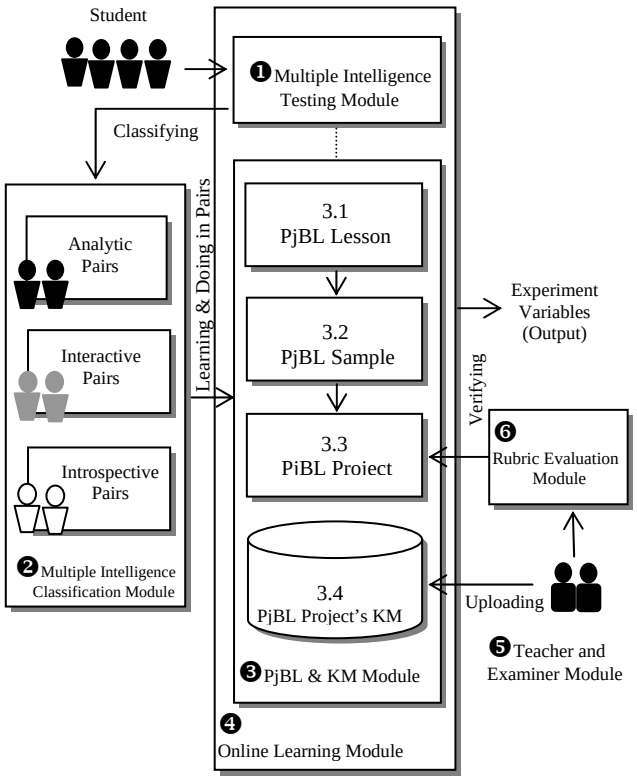
3) นำเสนอโมเดลการเรียนรู้ในรูปแบบแผนภาพประกอบความเรียง

4) วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดลการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเป็น 5 ระดับ ตามแนวของลิเคิร์ต (Likert)

5. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

5.1 การสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม ประกอบด้วย 6 โมดูล ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผล การวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียน (OPjMI Learning Model)

5.1.1 Multiple Intelligence Testing Module เป็นโมดูลสำหรับจำแนกผู้เรียนตามกลุ่มพหุปัญญา 3 กลุ่ม คือ กลุ่มวิเคราะห์ (Analytic) กลุ่มปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และกลุ่มพินิจพิจารณา (Introspective) เมื่อผู้เรียนเข้ามาลงทะเบียนระบบจะให้ผู้เรียนป้อนข้อมูลพื้นฐาน และทดสอบความสามารถทางพหุปัญญาของโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ จำนวน 90 ข้อ

5.1.2 Multiple Intelligence Classification Module เป็นโมดูลสำหรับจัดกลุ่มผู้เรียนโดยครูผู้สอนนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผู้เรียนตามพหุปัญหา 3 กลุ่ม มาทำการจัดกลุ่มผู้เรียนแบบคละกลุ่มโดยการเรียนร่วมมือแบบเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share)

5.1.3 PjBL & KM Module เป็นโมดูลสำหรับแนะนำการจัดทำโครงงานที่แตกต่างกันตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียน และรวบรวมผลงานที่ผ่านการประเมินโดยครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญมาสร้างเป็นองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

5.1.3.1 PjBL Lesson เป็นส่วนแนะนำขั้นตอนการจัดทำโครงงาน เช่น ขั้นตอนการทำโครงงาน สื่อ วัสดุที่ใช้ การเผยแพร่ การประเมินผล หรือคำแนะนำอื่นๆ ผ่านทางเว็บไซต์

5.1.3.2 PjBL Sample เป็นส่วนแสดงตัวอย่างของโครงงานแต่ละประเภท โดยในระยะแรกครูผู้สอนจะทำหน้าที่จัดเตรียมตัวอย่างของโครงงานแต่ละประเภทไว้ตามความเหมาะสมกับพหุปัญญาของผู้เรียน ได้แก่ พหุปัญญากลุ่มวิเคราะห์ (Analytic พหุปัญญากลุ่มปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และพหุปัญญากลุ่มพินิจพิจารณา (Introspective) โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลบนเว็บ (Web Database)

5.1.3.3 PjBL Project เป็นส่วนรวบรวมผลงานจากการทำโครงงานของผู้เรียนจำแนกตามประเภทของโครงงาน โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลบนเว็บ (Web Database) เพื่อรอการตรวจประเมินจากผู้สอน หรือผู้เชี่ยวชาญ

5.1.3.4 PjBL Project's KM เป็นส่วนรวบรวมและนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงงานของผู้เรียนที่ผ่านการประเมินจากผู้สอนหรือผู้ที่เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วทำการ Upload ขึ้นระบบ เพื่อเป็นการสร้างระบบฐานข้อมูลความรู้ด้านโครงงานซึ่งจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และเป็นเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ด้านโครงงานต่อไปในอนาคต

5.1.4 Online Learning Module เป็นโมดูลสำหรับผนวกการทำงานของ โมดูลที่ 1 และโมดูลที่ 3 ให้เป็นระบบการเรียนรู้แบบออนไลน์หรือผ่านเว็บไซต์ และในส่วนของเครื่องมือออนไลน์ สำหรับเป็นช่องทางติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนนั้น ประกอบด้วย ดังนี้ webboard, e-mail, facebook และ search engine ซึ่งความเหมาะสมของเครื่องมือออนไลน์นั้นมาจากการรวบรวมงานวิจัยและสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

5.1.5 Teacher and Examiner Module เป็นโมดูลสำหรับให้ผู้สอนประเมินผลงานที่ได้จากการทำโครงงานของ

ผู้เรียน แล้วทำการ Upload ขึ้นระบบออนไลน์ เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลความรู้ด้วยโครงงานแบบออนไลน์จำแนกตามพหุปัญญาของผู้เรียน และเป็นช่องทางให้ผู้สอนสามารถติดตามกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตลอดจนแจ้งผลการประเมินโครงงาน รวมทั้งข้อแนะนำต่างๆ กลับไปยังผู้เรียน

5.1.6 Rubric Evaluation Module เป็นโมดูลสำหรับสร้างระบบการประเมินผลงานที่ได้จากการทำโครงงานของผู้เรียนผ่านระบบออนไลน์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธีรูบริค ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (Rubrics Assessment) ประเภทแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่าเป็น 3 ระดับ โดยจำแนกการประเมินเป็น 3 ส่วน คือ การวางแผนการทำงาน กระบวนการทำงาน ผลงานและการนำเสนอ

5.2 ผลการประเมินรับรองโมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนที่สังเคราะห์ขึ้น

ได้นำโมเดลไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินรับรองความเหมาะสมของโมเดล ด้านองค์ประกอบของโมดูล ด้านวัตถุประสงค์ หน้าที่การทำงาน และการนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม นำเสนอได้ดังนี้

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดล ด้านองค์ประกอบของโมดูล

รายการประเมินความเหมาะสม	ผลการประเมิน $\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.Multiple Intelligence Testing Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
2. Multiple Intelligence Classification Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
3. PjBL & KM Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
4. Online Learning Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
5. Teacher and Examiner	5.00	0.00	**มากที่สุด**
6. Rubric Evaluation	4.40	0.55	**มาก**
7. ภาพรวมของโมเดล	4.40	0.55	**มาก**
ความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของโมดูล	4.60	0.50	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 พบว่า ความเหมาะสมของโมเดลด้านองค์ประกอบของโมดูล ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.50)

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดล ด้านวัตถุประสงค์และหน้าที่การทำงาน

รายการประเมินความเหมาะสม	ผลการประเมิน $\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. Multiple Intelligence Testing Module	4.80	0.45	**มากที่สุด**
2. Multiple Intelligence Classification Module	4.80	0.45	**มากที่สุด**
3. PjBL & KM Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
4. PjBL Lesson	4.60	0.55	**มากที่สุด**
5. PjBL Sample	4.60	0.50	**มากที่สุด**
6. PjBL Project	4.60	0.55	**มากที่สุด**
7. PjBL Project'KM	4.60	0.55	**มากที่สุด**
8. Online Learning Module	4.60	0.55	**มากที่สุด**
9. Teacher and Examiner Module	4.80	0.45	**มากที่สุด**
10. Rubric Evaluation Module	4.80	0.45	**มากที่สุด**
11. ความเหมาะสมของการติดต่อประสานงานของแต่ละโมดูล	4.60	0.55	**มากที่สุด**
ความเหมาะสมด้านวัตถุประสงค์และหน้าที่การทำงาน	4.67	0.47	**มากที่สุด**
ความเหมาะสมภาพรวมในการนำไปใช้งาน	4.64	0.48	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่า ความเหมาะสมของโมเดลด้านวัตถุประสงค์และหน้าที่การทำงาน ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.47) และความเหมาะสมภาพรวมในการนำไปใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.64, S.D. = 0.48)

6. สรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อสังเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนด้วยวิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และ 2) เพื่อประเมินผลโมเดลการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานแบบออนไลน์พร้อมระบบฐานข้อมูลความรู้ตามผลการวิเคราะห์พหุปัญญาของผู้เรียนที่สังเคราะห์ขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการสังเคราะห์โมเดลด้วยวิธีสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน ได้ OPjMI Learning

Model ซึ่งประกอบด้วย 6 โมดูล ได้แก่ 1) Multiple Intelligence Testing Module, 2) Multiple Intelligence Classification Moduleม 3) PjBL & KM Module, 4) Online Learning Module, 5) Teacher and Examiner Module, และ 6) Rubric Evaluation Module หลังจากนั้นประเมินรับรองโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญให้การยอมรับโมเดลที่สังเคราะห์ขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.48) สามารถนำโมเดลการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นไปใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, “การปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด” สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กรุงเทพฯ, 2543.

[2] กิดานันท์ มลิทอง, “เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม” สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2543.

[3] L. Anderson, “E-Learning at Augsburg College,” Retrieved May 18, 2007. *From http://www.augsburg.edu/eteam/report.pdf*

[4] H. Kahler, “Constructive interaction and collaborative work,” *Introducing a Method for Testing Collaborative Systems. Interactions,* Vol. 7, No. 3, pp. 27-34, 2000.

[5] J.W. Hargis, “Collaboration, Community and Project-Based Learning-Does It Still Work Online,” *Instruction Media,* Vol.32, No. 2, 2005

[6] ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์, “รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมแบบอีเลิร์นนิ่งกับพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างทางพหุปัญญา” วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คอมพิวเตอร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

การกรองผลการค้นหาเว็บด้วยความชอบของผู้ใช้และค่าความนิยม
Web Search Filter Using User Preference and Popular Profile

ภชพน ซื่อสัจลือสกุล (Pochpon Suesajlausakul)[1] และอรัญญา วลัยรัชต์ (Aranya Walairacht)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]S3611107@kmitl.ac.th, [2]kwaranya@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเครื่องมือค้นหาข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต (Search engine) ส่วนใหญ่ เมื่อผู้ใช้ใช้คำค้นหา (Keyword) ที่เหมือนกันมักจะส่งผลการค้นหาให้แก่ผู้ใช้ด้วยผลลัพธ์ที่คล้ายๆกัน แต่ในความเป็นจริงผู้ใช้แต่ละคนอาจมีความสนใจในเรื่องที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการค้นหาที่สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงตามความสนใจของผู้ใช้ โดยเก็บประวัติการใช้งานของผู้ใช้ในรูปแบบของข้อมูลเริ่มต้น (Predetermined profile), ข้อมูลผู้ใช้ (User profile) และข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้ (Popular profile) และใช้ข้อมูลทั้งสามส่วนนี้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง คำค้นหา, เอกสาร (เว็บไซต์) และหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถดึงข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความสนใจของผู้ใช้ขึ้นมา ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นและได้ผลการค้นหาที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องมือค้นหา ความชอบของผู้ใช้ ข้อมูลเริ่มต้น ข้อมูลผู้ใช้ ข้อมูลค่าความนิยม

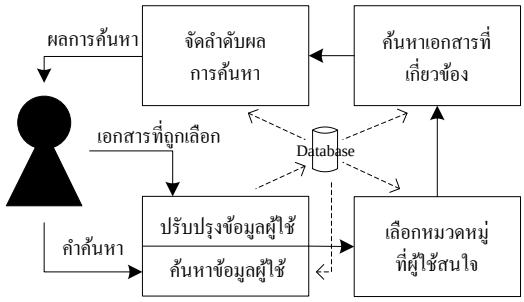
Abstract

Nowadays many search engines provide the same result to users if they search with the same query. In fact, different users have different purpose. Therefore, this paper presents technique to search and return interesting result for the users. Our system record user's search history to create profile which consists of predetermined profile, user profile and popular profile. We used them to consider the relation between term, document and category. Then we can determine the user preference for each user and return result to user. Experiment result on real click-through show our techniques improve efficiency of search engine and returned better relevance result for users.

Keyword: search engines, user preference, predetermined profile, user profile, popular profile.

1. บทนำ

ปัจจุบันจำนวนข้อมูลที่อยู่บนอินเตอร์เน็ตมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การค้นหาข้อมูลมีความลำบากมากขึ้น เช่น การค้นหาข้อมูลด้วยคำค้นหาคำเดียวกันแต่ถูกค้นหาโดยผู้ใช้ที่มีความสนใจแตกต่างกัน ผู้ใช้แต่ละคนย่อมต้องการผลการค้นหาที่ตรงตามความสนใจของตนเอง ซึ่งในเครื่องมือค้นหาส่วนใหญ่จะคืนค่าผลการค้นหาให้กับผู้ใช้ด้วยผลลัพธ์ที่เหมือนๆกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงความสนใจของผู้ใช้ (User preference) ที่เข้ามาใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น การค้นหาคำว่า "แอปเปิล" จะเห็นได้ว่าแอปเปิลอาจประกอบไปด้วย แอปเปิลที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ หรือแอปเปิลที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ผู้ใช้แต่ละคนย่อมต้องการแอปเปิลที่ต่างกันออกไป ดังนั้นเครื่องมือค้นหาที่ดีควรจะคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ในส่วนนี้ด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนหลักๆคือ ส่วนแรกระบบจะค้นหาเซตของหมวดหมู่ที่ผู้ใช้นั้นๆให้ความสนใจซึ่งสัมพันธ์กับคำค้นหาที่ป้อนเข้ามา โดยอ้างอิงจากประวัติการค้นหาของผู้ใช้ และในส่วนที่สองจะเป็นการคำนวณค่าน้ำหนักความสนใจของผู้ใช้จากเอกสารที่ผู้ใช้เลือกโดยอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นหา, เอกสาร และหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง และนำค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ไปหาเซตของหมวดหมู่ที่ผู้ใช้สนใจในขั้นตอนที่หนึ่ง ซึ่งมีการทำงานดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายการทำงานได้โดย เริ่มจากผู้ใช้ป้อนคำค้นหาเข้าสู่ระบบ จากนั้นระบบจะนำคำค้นหาที่ป้อนเข้ามาไปหาเซตของหมวดหมู่ที่ผู้ใช้สนใจ และค้นหาเอกสารที่เกี่ยวข้องซึ่งอยู่ในหมวดหมู่นั้นๆขึ้นมา ทำการจัดลำดับและส่งเป็นผลการค้นหาให้แก่ผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกเอกสารใดเอกสารหนึ่ง ระบบจะนำเอกสารนั้นๆมาคำนวณหาความสัมพันธ์ และนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปปรับปรุงข้อมูลผู้ใช้ของผู้ใช้แต่ละคน โดยใช้ฐานข้อมูลเว็บไซต์จาก ODP (Open Directory Project) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมเว็บไซต์จากทั่วโลกโดยอาสาสมัครที่มีการคัดเลือกเข้ามา ในปัจจุบันมีข้อมูลเว็บไซต์กว่า 5 ล้านเว็บไซต์ แบ่งออกเป็นหมวดหมู่กว่า 1 ล้านหมวดหมู่ และมีอาสาสมัครผู้รวบรวมเว็บไซต์กว่า 90,000 คน

ในส่วนที่ 2 กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย, การวัดผลและประเมิณผล ในส่วนที่ 4 เป็นผลการดำเนินงาน และส่วนสุดท้ายส่วนที่ 5 เป็นสรุปผลการดำเนินงาน

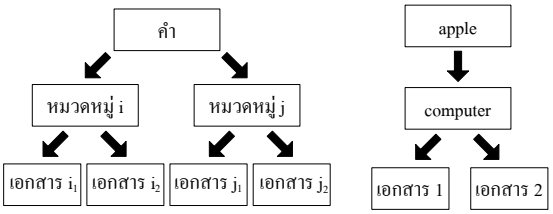
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหลายๆงานวิจัยก่อนหน้านี้ [1],[2] ได้พัฒนาวิธีการค้นหา และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นหาเข้ากับเซตของหมวดหมู่ หรือหมวดหมู่ที่ได้เลือกเอาไว้ แต่ยังคงส่งผลการค้นหาที่เหมือนๆกันออกมาให้กับผู้ใช้ โดยไม่ได้พิจารณาถึงความสนใจของผู้ใช้ที่ค้นหาคำนั้นๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่างานวิจัยเหล่านี้ใช้เพียงข้อมูลเริ่มต้นในการแสดงผลการค้นหาให้แก่ผู้ใช้เท่านั้น ขณะที่ [3] ได้ออกแบบงานวิจัยโดยให้ผู้ใช้งานเลือกหมวดหมู่ที่สนใจก่อนที่จะลงมือค้นหา ซึ่งจะเป็นการสร้างความยากลำบากในการใช้งานและเพิ่มเวลาให้กับผู้ใช้ ส่วน [4] ใช้ความชอบของผู้ใช้ในการค้นหาเอกสารและมีการปรับปรุงคำค้นหาให้กับผู้ใช้ แต่ยังไม่ได้ใช้งานข้อมูลผู้ใช้ในส่วนของการค้นหาข้อมูล โดยจะให้ผู้ใช้ระบุหมวดหมู่ที่ผู้ใช้ต้องการแทน

งานวิจัย [5],[6] เริ่มศึกษาเกี่ยวกับความสนใจของผู้ที่เข้ามาใช้งานโดยใช้ทั้งข้อมูลเริ่มต้น และข้อมูลผู้ใช้ในการแสดงผลการค้นหาออกมา และจัดหมวดหมู่ไว้ให้ผู้ใช้งาน แต่ยังคงจำกัดความลึกของหมวดหมู่ที่ใช้เพียงแค่ 3 ลำดับชั้นเท่านั้น ซึ่งทำให้การแบ่งหมวดหมู่ที่ได้มีความละเอียดลดลง ส่วน [7] ในระหว่างที่มีการใช้งาน เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกเอกสารที่สนใจ ระบบจะไม่คำนึงถึงค่าน้ำหนักของการค้นหาในครั้งก่อนหน้าทำให้ระบบไม่มีการเรียนรู้ความสนใจของผู้ใช้งาน และ [8] ได้จัดการการแบ่งหมวดหมู่ของเอกสาร โดยใช้ฐานข้อมูลของ ODP ให้กับผู้ใช้ แต่ยังไม่ได้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างหมวดหมู่ที่ผู้ใช้เลือกกับหมวดหมู่ที่เคยเลือกไว้ ซึ่งใน [9],[10] จะมีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว แต่ยังใช้การแสดงผลการค้นหาจากข้อมูลผู้ใช้เพียงอย่างเดียว

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้การบันทึกประวัติการใช้งานของผู้ใช้เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกเอกสาร เพื่อนำไปจัดทำข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งประวัติการใช้งานที่บันทึกไว้จะอยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์ของ คำที่ใช้ค้นหา, หมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหมวดหมู่นั้นๆ โดยใช้ความสัมพันธ์ทั้ง 3 ส่วนนี้ในการแสดงผลการค้นหาออกมา สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: โครงสร้างข้อมูล

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่ารากของโหนดคือคำที่ผู้ใช้ต้องการค้นหา ซึ่งในคำหนึ่งๆนี้ประกอบไปด้วยหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง และในแต่ละหมวดหมู่ก็ประกอบไปด้วยเอกสารต่างๆที่ถูกจัดอยู่ในหมวดหมู่นั้นๆ โดยเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 รูปแบบคือ ข้อมูลผู้ใช้, ข้อมูลเริ่มต้น และ ข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้ สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1 ข้อมูลผู้ใช้ (User Profile)

ข้อมูลผู้ใช้จะแสดงถึงประวัติความสนใจของผู้ใช้แต่ละคน และมีการปรับปรุงข้อมูลทุกๆครั้งที่ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน โดยจะแสดงเป็นค่าน้ำหนักซึ่งจะบ่งบอกถึงค่าความสนใจของผู้ใช้ที่มีต่อหมวดหมู่ต่างๆ เช่น คำว่า“แอปเปิล”มีค่าน้ำหนักในหมวดหมู่อาหารมากกว่าค่าน้ำหนักในหมวดหมู่คอมพิวเตอร์ แสดงว่าผู้ใช้สนใจหมวดหมู่อาหารมากกว่าคอมพิวเตอร์ โดยการหาค่าน้ำหนักที่กล่าวมานี้ได้จากการคำนวณเมตริกซ์ 3 เมตริกซ์คือ

1) Document-Term Matrix (DTM) เป็นเมตริกซ์ขนาด m*n ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอกสารกับคำ โดยที่ m คือจำนวนเอกสารที่ผู้ใช้เคยเลือกไว้ และ n คือจำนวนคำที่ไม่ซ้ำกันที่ปรากฏอยู่ในเอกสารนั้นๆ โดยที่ถ้าคำและเอกสารมีความสัมพันธ์กันจะมีค่าน้ำหนักมากกว่า 0 และถ้าไม่มีความสัมพันธ์กันจะมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0 ดังตารางที่ 1 โดยค่าน้ำหนักสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3), (4)

ตารางที่ 1: Document-Term Matrix

Doc\Term	apple	macbook	bacon	pie
D1	0.10	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	0.07	0.00	0.00
D3	0.11	0.08	0.00	0.00
D4	0.07	0.00	0.16	0.00
D5	0.00	0.00	0.00	0.21

Tf-idf (Term Frequency-inverse document frequency) เป็นการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสาร หรือในคลังข้อมูล โดยที่ค่าน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่คำนั้นๆปรากฏในเอกสาร และความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสารทั้งหมด ประกอบไปด้วยการคำนวณ 2 ส่วนคือ

- Tf (Term frequency) จะเป็นค่าความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสาร โดยจะคิดเพียงแค่เอกสารเดียวตามสมการ

$$tf_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{k,j}} \quad (1)$$

โดยที่ $n_{i,j}$ คือจำนวนครั้งที่คำ i ปรากฏในเอกสาร j และตัวหารคือจำนวนคำทั้งหมดที่อยู่ในเอกสาร j

- idf (inverse document frequency) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสำคัญของคำนั้นๆ กับจำนวนเอกสารทุกๆเอกสารที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลตามสมการ

$$idf_i = \log \frac{|D|}{|\{d : t_i \in d\}|} \quad (2)$$

เมื่อ $|D|$ คือจำนวนเอกสารทั้งหมดของผู้ใช้ และ $|\{d : t_i \in d\}|$ คือจำนวนเอกสารที่มีคำ i ปรากฏอยู่ โดยที่

$$(Tf - idf)_{i,j} = tf_{i,j} \times idf_i \quad (3)$$

LSI (Latent Semantic Indexing) เป็นการพิจารณาค่าน้ำหนักจากความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสารและเอกสารอื่นๆของผู้ใช้ และพิจารณาไปถึงคำที่ใช้ในความหมายที่ใกล้เคียงกัน เช่น drink, drinking, drinker ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$a_{ij} = g_i \log(tf_{ij} + 1) \quad (4)$$

โดยที่ g_i จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ของความถี่ของคำที่อยู่ในเอกสารที่ผู้ใช้เคยเลือกไว้ ดังสมการ

$$g_i = 1 + \sum_j (p_{ij} \log(p_{ij}) / \log(n)) \quad (5)$$

เมื่อ $p_{ij} = tf_{ij} / gf_i$ โดยที่ gf_i คือจำนวนครั้งที่คำ i ปรากฏอยู่ในเอกสารทั้งหมด, tf_{ij} คือจำนวนครั้งที่คำ i ปรากฏอยู่ในเอกสาร j และ n คือจำนวนเอกสารทั้งหมด

2) Document-Category Matrix (DCM) เป็นเมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเอกสารกับหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง โดยแต่ละแถวคือเอกสารที่ผู้ใช้เคยเลือกไว้ และแต่ละคอลัมน์คือหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถ้าเอกสารและหมวดหมู่มีความสัมพันธ์กันจะให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 และถ้าไม่มีความสัมพันธ์กันจะให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 0 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: Document-Category Matrix

Doc\Cat	MACINTOSH	MACBOOK	FRUIT	SANDWICH
D1	1.00	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	1.00	0.00	0.00
D3	0.00	1.00	0.00	0.00
D4	0.00	0.00	0.00	1.00
D5	0.00	0.00	1.00	0.00

โดยที่หมวดหมู่ MACINTOSH, MACBOOK เป็นหมวดหมู่ย่อยภายใต้หมวดหมู่ COMPUTER และหมวดหมู่ FRUIT, SANDWICH เป็นหมวดหมู่ย่อยภายใต้หมวดหมู่ COOK

การวัดความเหมือนของหมวดหมู่ (Hierarchical similarity measure)[10] เป็นการวัดความคล้ายคลึงของโหนดแต่ละโหนดที่อยู่ในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งงานวิจัยนี้นำมาใช้วัดค่าความสัมพันธ์ของเอกสารกับหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนไปดังตารางที่ 3 โดยมีวิธีคำนวณดังสมการที่ (6)

$$S(i,j) = e^{-\alpha \cdot l} \cdot \frac{e^{\beta \cdot h} - e^{-\beta \cdot h}}{e^{\beta \cdot h} + e^{-\beta \cdot h}}, \ \alpha = 0.2, \beta = 0.6 \quad (6)$$

เมื่อ h หมายถึงความลึกสูงสุดของโหนดที่เชื่อมระหว่างสองโหนดที่ต้องการวัด, l คือจำนวนเส้นเชื่อมระหว่างโหนดที่ต้องการวัด และ (i,j) คือโหนดที่ต้องการวัด โดยที่ค่า α, β คือค่าคงที่ที่เหมาะสมซึ่งได้จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ [11]

ตารางที่ 3: Document-Category Matrix(Similarity Measure)

Doc\Cat	MACINTOSH	MACBOOK	FRUIT	SANDWICH
D1	1.00	0.54	0.10	0.10
D2	0.54	1.00	0.05	0.05
D3	0.54	1.00	0.05	0.05
D4	0.10	0.05	0.42	1.00
D5	0.10	0.05	1.00	0.42

3) Category-Term Matrix (CTM) สร้างมาจากความสัมพันธ์ของเมตริกซ์ DTM และ DCM เป็นเมตริกซ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างหมวดหมู่และคำที่อยู่ในเอกสารของผู้ใช้ โดยที่แต่ละแถวจะแสดงถึงหมวดหมู่ที่ผู้ใช้สนใจ และแต่ละคอลัมน์จะแสดงถึงคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสารดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5 (ใช้การวัดความเหมือนของหมวดหมู่) โดยสามารถคำนวณค่าน้ำหนักได้ตามสมการที่ (7)

ตารางที่ 4: Category-Term Matrix

Cat\Term	apple	macbook	bacon	pie
MACINTOSH	0.11	0.00	0.00	0.00
MACBOOK	0.10	0.21	0.00	0.00
FRUIT	0.06	0.00	0.00	0.20
SANDWICH	0.06	0.00	0.31	0.00

ตารางที่ 5: Category-Term Matrix(Similarity Measure)

Cat\Term	apple	macbook	bacon	pie
MACINTOSH	0.20	0.11	0.03	0.02
MACBOOK	0.18	0.21	0.01	0.01
FRUIT	0.12	0.01	0.13	0.20
SANDWICH	0.12	0.01	0.31	0.09

Rocchio-Base Algorithm [3] ส่วนใหญ่จะใช้ในงานเกี่ยวกับการป้อนความเกี่ยวพันธ์ย้อนกลับ (relevance feedback method) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้สมการของ aRocchio (adaptive Rocchio-Base Algorithm) [5] ในการคำนวณ โดย aRocchio จะมีการเรียนรู้ความสนใจของผู้ใช้ จากการนำค่าน้ำหนักการค้นหาครั้งที่ผ่านมาของผู้ใช้มาคำนวณด้วย ดังสมการ

$$M(i,j)^t = \frac{N_i^{t-1}}{N_i^t} M(i,j)^{t-1} + \frac{1}{N_i^t} \sum_k^m DT(k,j) \times DC(k,i) \quad (7)$$

เมื่อ M^t คือค่าน้ำหนักที่เวลา t (เวลาปัจจุบัน), N_i^t คือจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหมวดหมู่ i ทั้งหมด, $M(i,j)^{t-1}$ คือค่าน้ำหนักของคำ j ที่สัมพันธ์กับหมวดหมู่ i เมื่อเวลา t-1 (เวลาการใช้งานครั้งที่ผ่านมา), m จำนวนคือเอกสารที่อยู่ใน DTM, $DT(k,j)$ คือค่าน้ำหนักของคำ j ที่สัมพันธ์กับเอกสาร k, $DC(k,i)$ คือค่าน้ำหนักของเอกสาร k ที่สัมพันธ์กับหมวดหมู่ i หรืออาจกล่าวได้ว่า $M(i,j)$ ก็คือค่าน้ำหนักของคำ j ในทุกๆเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหมวดหมู่ i

3.2 ข้อมูลเริ่มต้น (Predetermined Profile)

ข้อมูลเริ่มต้นคือข้อมูลที่แสดงค่าน้ำหนักของความสัมพันธ์ระหว่าง เอกสาร หมวดหมู่ และคำ ซึ่งประกอบไปด้วยเมตริกซ์ 3 เมตริกซ์เช่นเดียวกับข้อมูลผู้ใช้ โดยจะคำนวณค่าน้ำหนักทั้งหมดในแบบจำลองข้อมูลเริ่มต้นเพียงครั้งเดียวจากฐานข้อมูล ODP ก่อนที่จะเปิดให้ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน ซึ่งค่าน้ำหนักในข้อมูลเริ่มต้นนี้จะถูกนำไปใช้คำนวณหาผลการค้นหาให้กับผู้ใช้ทุกๆคน

3.3 ข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้ (Popular Profile)

ข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้ เป็นข้อมูลที่รวบรวมประวัติการใช้งานของผู้ใช้ทั้งหมด ใช้การคำนวณค่าน้ำหนักเช่นเดียวกับข้อมูลผู้ใช้ ซึ่งจะคำนวณค่าน้ำหนักทั้งหมดของผู้ใช้เข้าด้วยกันไม่แยกเป็นรายบุคคล โดยค่าน้ำหนักของข้อมูลค่าความนิยมนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแนวโน้มการใช้งานของผู้ใช้ทุกๆคนที่เข้ามาใช้งาน ประกอบด้วย เมตริกซ์ 3 เมตริกซ์เช่นเดียวกัน และนำไปคำนวณผลการค้นหาให้กับผู้ใช้ทุกๆคน

3.4 การจัดลำดับผลการค้นหา

การจัดลำดับผลการค้นหาเป็นการจัดลำดับจากค่าน้ำหนักที่คำนวณได้จากชุดข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะเรียงจากค่าน้ำหนักที่มากที่สุด (ผู้ใช้ให้ความสนใจมาก) ไปยังค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุด (ผู้ใช้ให้ความสนใจน้อย) โดยใช้การรวมค่าน้ำหนักของแต่ละชุดข้อมูลดังสมการที่ (8)

$$AvgProfile = \sum_{i=1}^{n} (profile_i) / n \quad (8)$$

โดยที่ $profile_i$ คือค่าน้ำหนักของข้อมูลเริ่มต้น, ข้อมูลผู้ใช้ หรือข้อมูลค่าความนิยมที่ต้องการจัดลำดับร่วมกัน และ n คือจำนวนชุดข้อมูลที่นำมาจัดลำดับร่วมกัน

3.5 การประเมินผล

AvgRank (Average rank) เป็นการประเมินผลการค้นหาว่าระบบมีการแสดงผลที่ตรงกับความสนใจของผู้ใช้หรือไม่ โดยวัดจากลำดับการเลือกเอกสารของผู้ใช้ ถ้าระบบมีการแสดงผลการค้นหาที่ดี เอกสารที่ผู้ใช้สนใจควรจะถูกจัดวางไว้ตำแหน่งต้นๆของผลการค้นหา และควรถูกคลิกเลือกโดยผู้ใช้ ซึ่งสามารถวัดผลได้ดังสมการที่ (9)

$$AvgRank(q) = \sum_{p \in S} R(p) / |S| \quad (9)$$

โดยที่ S คือเซตของเอกสารที่ถูกเลือกโดยผู้ใช้สำหรับการค้นหาด้วย q, $R(p)$ คือตำแหน่งของเอกสาร p ที่อยู่ในผลการค้นหา, $|S|$ คือจำนวนเอกสารที่ผู้ใช้เลือก (จำนวนสมาชิกในเซต S) โดยที่ค่า AvgRank ต่ำๆจะแสดงถึงประสิทธิภาพในการแสดงผลที่ดี

DCG (Discount Cumulated Gain-base measure) [12] เป็นการเปรียบเทียบผลการค้นหา โดยให้ผู้ใช้กรอกค่าคะแนนความสนใจแต่ละเอกสารที่อยู่ในผลการค้นหา และรวมค่าคะแนนความสนใจนั้นเข้าด้วยกัน ดังสมการที่ (10)

$$DCG(i) \begin{cases} G[1] & \text{If i = 1} \\ DCG[i-1] + G[i]/\log[i] & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

โดยที่ i คือตำแหน่งของเอกสาร, $G[i]$ คือค่าคะแนนความสนใจของผู้ใช้ที่มีต่อเอกสารตำแหน่งที่ i ซึ่งในการทดลองกำหนดค่าคะแนนความสนใจเป็น 3 ระดับคือ G[i] = 2 หมายถึงผู้ใช้สนใจมาก, G[i] = 1 หมายถึงผู้ใช้สนใจ และ G[i] = 0 หมายถึงผู้ใช้ไม่สนใจ ซึ่งค่า DCG ที่สูงจะแสดงถึงประสิทธิภาพในการจัดลำดับที่ดี

4. ผลการทดลอง

ในการเก็บผลการทดลองใช้ข้อมูลเว็บไซต์จากฐานข้อมูล ODP ซึ่งปัจจุบันมีจำนวน 5,170,000 เว็บไซต์ แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ 1,017,500 หมวดหมู่ โดยให้อาสาสมัครจำนวน 20 คนเข้ามาใช้งาน และบันทึกข้อมูลการค้นหาของผู้ใช้แต่ละคนไว้ แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดด้วยกันคือ

1) การแสดงผลการค้นหาโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น และข้อมูลผู้ใช้ (PU)

2) การแสดงผลการค้นหาโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น, ข้อมูลผู้ใช้ และข้อมูลค่าความนิยม (PUP)

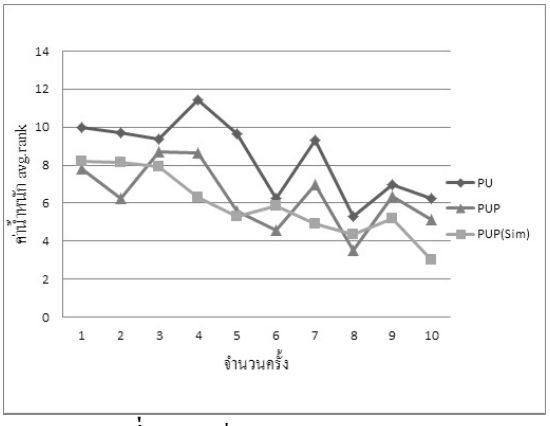
3) การแสดงผลการค้นหาโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น, ข้อมูลผู้ใช้, ข้อมูลค่าความนิยม และการวัดความเหมือนระหว่างหมวดหมู่ (PUP(Sim)) ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อผู้ใช้ดังตารางที่ 6

การทดลองที่ 1 เป็นการวัดผลค่าเฉลี่ยลำดับการคลิกเลือกเอกสารของผู้ใช้ในการค้นหาจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งจากภาพที่ 3 เห็นได้ว่า

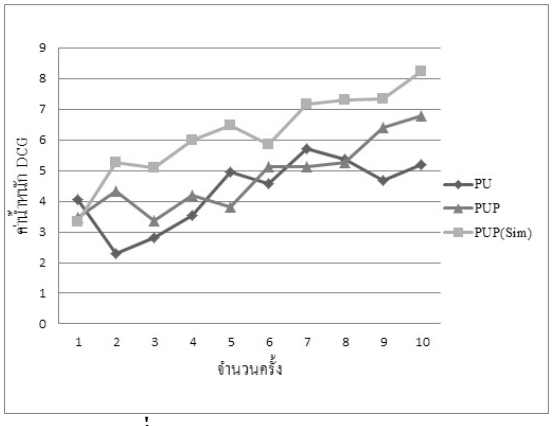
- วิธี PU จะให้ค่าเฉลี่ยลำดับการคลิกที่สูงที่สุด (แย่สุด) และเมื่อมีการใช้งานเรื่อยๆกราฟมีแนวโน้มที่ลดลงซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการค้นหาที่ดีขึ้น
- วิธี PUP ให้ค่าเฉลี่ยลำดับการคลิกที่ดีกว่าแบบแรกและกราฟมีลักษณะที่ลดต่ำลงเช่นเดียวกัน
- วิธี PUP(Sim) จะเห็นว่ามีค่าเฉลี่ยลำดับการคลิกดีที่ดีกว่าวิธี PUP อยู่เล็กน้อย แต่กราฟมีอัตราการแกว่งที่น้อยลง เนื่องจากการวัดความเหมือนระหว่างหมวดหมู่ของผู้ใช้จะช่วยให้การเรียงลำดับผลการค้นหาที่ผู้ใช้สนใจมีความละเอียดยิ่งขึ้น

ตารางที่ 6: ค่าเฉลี่ยการใช้งานต่อคน

สถิติ	จำนวน
จำนวนการค้นหา	33.00
จำนวนการคลิก	64.00
จำนวนหมวดหมู่ที่เลือก	11.00
จำนวนคำในเอกสารที่ผู้ใช้สนใจ	513.00
ค่าเฉลี่ยการคลิกต่อหมวดหมู่	5.82
ค่าเฉลี่ยการคลิกต่อการค้นหา	1.94



ภาพที่ 3: ค่าเฉลี่ยลำดับการคลิกเลือกเอกสาร



ภาพที่ 4: ประสิทธิภาพความสนใจของผู้ใช้

การทดลองที่ 2 เป็นการวัดประสิทธิภาพจากความสนใจของผู้ใช้ โดยให้ผู้ใช้เลือกคะแนนความสนใจในเอกสาร 20 ลำดับแรก ซึ่งจากภาพที่ 4 จะเห็นว่า

- ทั้ง 3 วิธีจะให้กราฟที่สูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อมีการใช้งานแสดงถึงผลการค้นหาที่ดีขึ้น
- การแสดงผลการค้นหาโดยวิธี PU จะให้ประสิทธิภาพที่แย่สุด รองลงมาคือ การแสดงผลการค้นหาโดยวิธี PUP
- การแสดงผลการค้นหาโดยวิธี PUP(Sim) จะให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เนื่องจากการวัดความเหมือนทำให้ได้หมวดหมู่ที่ใกล้เคียงกับหมวดหมู่ที่ผู้ใช้สนใจมากยิ่งขึ้น

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการแสดงผลการค้นหา โดยอ้างอิงจากความชอบของผู้ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลทั้งหมด 3 รูปแบบคือ ข้อมูลเริ่มต้น, ข้อมูลผู้ใช้ และข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้ หลังจากเปิดให้ผู้ใช้เข้ามาทดลองใช้งาน พบว่าการแสดงผลการค้นหาโดยวิธี PUP(Sim) ให้ประสิทธิภาพในการค้นหาดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ซึ่งการมีข้อมูลค่าความนิยมของผู้ใช้จะช่วยให้สามารถอ้างอิงหมวดหมู่จากผู้ใช้คนอื่นได้ในกรณีที่ประวัติการใช้งานของผู้ใช้ยังมีค่าไม่เพียงพอ และการวัดความเหมือนของหมวดหมู่จะเป็นการกระจายค่าน้ำหนักให้กับหมวดหมู่ที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้สามารถแสดงผลการค้นหาเฉพาะหมวดหมู่ที่ผู้ใช้สนใจได้ และในงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อ วางแผนที่จะนำไปทดลองกับผู้ใช้งานที่มากขึ้น เปิดให้ใช้งานระยะเวลานานขึ้น และมีการประเมินผลเพิ่มขึ้น ส่วนข้อมูลค่าความนิยมอาจแยกออกมาในลักษณะของเอกสารที่แนะนำ แทนที่จะรวมเข้าไปกับข้อมูลเริ่มต้นและข้อมูลผู้ใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Dolin, D. Agrawal, A. EI Abbadi, and J. Pearlman, "Using Automated Classification for Summarizing and Selecting Heterogeneous Information Sources," *D-Lib Magazine*, 1998.

[2] C. Yu, W. Meng, W. Wu and K.-L. Liu, "Efficient and Effective Metasearch for Text Databases Incorporating Linkages among Documents," *ACM SIGMOD international conference on Management of data*, New York, NY, USA, June. 21-24, pp. 187-198, 2001.

[3] J. Rocchio, "Relevance Feedback in Information Retrieval" *The Smart Retrieval System: Experiments in Automatic Document Processing*, pp.313-323, 1971.

[4] E. J. Glover, G. W. Flake, S. Lawrence, W. P. Birmingham, A. Kruger, C. L. Giles, D.Pennock, "Improving Category Specific Web Search by Learning Query Modifications," *IEEE trans. on Applications and the Internet*, pp. 23-32, 2001.

[5] F. Liu, C. Yu and W. Meng, "Personalized Web Search for Improving Retrieval Effectiveness," *IEEE Trans. On Knowledge and Data Engineering*, vol. 16, No. 1, p28-40, January 2004.

[6] J. Garofalakis , T. Giannakoudi , and A. Vopi, "Personalized Web Search by Constructing Semantic Clusters of User Profiles," *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES08) Part2*, pp. 238-247,2008.

[7] M.R. Surnalathal, V. Vaidehi, A. Kannan3 and S. Anandhi, "Information Retrieval using Semantic Web Browser – Personalized and Categorical Web Search," *IEEE Trans. on Signal Processing Communications and Networking (ICSCN 2007)*, pp.238-243, Feb. 22-24, 2007.

[8] T. Bounoy and A. Walairacht, "User Preference Retrieval using Semantic Categorization for Web Search," *IEEE Trans. Advanced Communication Technology (ICACT)*, vol. 2, pp. 1133-1138, 2010.

[9] L. Li , Z.Yang , B. Wang and M. Kitsuregawa, "Dynamic Adaptation Strategies for Long-Term and Short-Term User Profile to Personalize Search," *APWeb/WAIM'07*, pp. 228-240, 2007.

[10] L. Li, Z.Yang and M. Kitsuregawa, "Using Ontology-Based User Preferences to Aggregate Rank Lists in Web Search" *Pacific-Asia Conference Advances in Knowledge Discovery and Data Mining(PAKDD 2008)*, pp. 923-931, 2008.

[11] Y. Li, Z. A. Bandar, and D. McLean, "An Approach for Measuring Semantic Similarity between Words Using Multiple Information Sources," *IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering*, vol. 15, no. 4, pp. 871- 882, 2003.

[12] K. Järvelin and J. Kekäläinen, "IR evaluation methods for retrieving highly relevant documents," *ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 41-48, 2000.

ระบบระบุตำแหน่งและนำเสนอเส้นทางรถไฟฟ้าบีทีเอสโดย Google Maps API
BTS Skytrain-Navigator using Google Maps API

ตรีชฎา แก้วบำรุง (Treechada Kaewbamroong)[1] และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)[2]
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]oleap22@hotmail.com, [2]nawaporn@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานและแสดงเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุดได้ โดยสามารถระบุพิกัดเริ่มต้นของผู้ใช้งานด้วยการอนุญาตให้เว็บแอปพลิเคชันระบุตำแหน่งของเครื่องผู้ใช้งาน และสามารถบันทึกตำแหน่งพิกัดเริ่มต้นด้วยคำสั่ง Check-in ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนี้จะอาศัยการดึงพิกัดละติจูดและลองจิจูดจาก Google Maps API การพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล My SQL V.5.0.51 และใช้ Apache V.2.5.10 ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์

คำสำคัญ: แผนที่กูเกิล รถไฟฟ้าบีทีเอส กูเกิล แมปส์ เอพีไอ เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

This research aims to develop a web application that can identify the current position of the user and find the shortest path route the nearest BTS Skytrain station. The web application identify the user's location (using share location command).User can add his/her origin location by the Check-in command. The web application obtained location in latitude and longitude format using Google Maps API. Development of a web application through the Internet. The programming language using PHP with My SQL V.5.0.51 for database management system and Apache V.2.5.10 as a web server.

Keyword: Google Maps, BTS Skytrain, Google Maps API**,** Web Applications

1. บทนำ

การเดินทางในกรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีปัญหาสำคัญคือการจราจรติดขัดเนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวจำนวนเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่าจะมีการนำเสนอการแก้ปัญหาไว้หลายวิธีเช่น การรณรงค์ให้คนในกรุงเทพมหานครใช้รถเมล์ หรือรถไฟฟ้าบีทีเอส ซึ่งถ้าคนในกรุงเทพมหานครนิยมใช้รถโดยสารเหล่านี้ก็จะช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานคร แต่อุปสรรคใหญ่ซึ่งทำให้รถไฟฟ้าไม่เป็นที่นิยมคือ การที่ผู้โดยสารไม่รู้เส้นทางเพื่อไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส

จากปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำจึงได้นำเทคโนโลยี Google Maps API มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Web Application เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งานที่ต้องการหันมาใช้รถไฟฟ้าบีทีเอส หรือแม้กระทั่งนักท่องเที่ยวที่ต้องการเดินทางไปยังเป้าหมายได้สะดวกและปลอดภัยแต่เนื่องจาก Google Maps ไม่สามารถแสดงจุดสถานที่ต่างๆได้ละเอียด อาจดูยากสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่คุ้นเคย ผู้จัดทำจึงได้นำเสนอเทคนิค Google Maps API มาประยุกต์ใช้งานกับ Web Application เพื่อบอกจุดตำแหน่งที่เราอยู่อัตโนมัติ และนำเสนอเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุด พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดเส้นทางและสรุประยะเวลาในการเดินทาง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Google Maps API

API ย่อมาจาก Application Programming Interface เป็นบริการของบริษัท Google ที่มีไว้สำหรับผู้พัฒนาโปรแกรม ซึ่งผู้พัฒนาสามารถนำข้อมูลของ Google Maps คือค่าพิกัดภูมิศาสตร์บอกตำแหน่งสถานที่ต่างๆ โดยพิกัดภูมิศาสตร์นี้จะบอกให้เราทราบถึงตำแหน่งต่าง ๆ ของสถานที่บนผิวโลก โดยยึดตามระบบพิกัดทรงกลม (Spherical coordinate system) พิกัดภูมิศาสตร์ในปัจจุบัน ประกอบด้วยสองส่วน คือละติจูด และลองจิจูด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ห้องสมุด Kingston Frontenac Public Library (KFPL) [2] ใช้แผนที่ออนไลน์กูเกิล ในการเชื่อมต่อการค้นหารายชื่อและเส้นทางไปยังห้องสมุดที่ต้องการ ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้สามารถสืบค้นรายชื่อห้องสมุดและเข้าถึงข้อมูลบรรณานุกรมได้ และมีการจัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการค้นหา

สารัตถ์ [4] ได้พัฒนาระบบที่จะนำเอาข้อมูลสถานที่ราชการและสถานที่เอกชน รวมถึงสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่มานำเสนอข้อมูลในรูปแบบเชิงแผนที่โดยใช้ Google Maps ในการนำเสนอข้อมูล โดยสามารถแสดงแผนที่แบบย่อขยายโดยใช้ API code ได้ สามารถนำข้อมูลเชิงบรรยายเข้าไปจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยผ่าน UI ของระบบได้ สามารถแสดงรายละเอียดพร้อมรูปภาพประกอบของสถานที่ได้

ณัฐกรณ์ ตั้งพูนทรัพย์ [9] ได้พัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจเพื่อหาพื้นที่สร้างที่พักโดยการอ้างอิงจากสถานที่ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีผู้นำแผนที่กูเกิลมาประยุกต์ใช้กับการติดตามพัสดุอีเอ็มเอส จะทำให้ผู้ส่งทราบได้ว่าพัสดุของตนนั้นผ่านไปยังสำนักงานไปรษณีย์ใดบ้าง และมีการกระทำใดๆกับพัสดุบ้าง [8]

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า Google Maps API สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ออกแบบระบบโดยรวม

ออกแบบระบบแบ่งตามสิทธิผู้ใช้งานได้เป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 แสดงผลสำหรับผู้เยี่ยมชมระบบ โดยจะแสดงแผนที่กูเกิล บนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานต้องอนุญาต Shared location เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลระบุพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน เว็บแอปพลิเคชันจะประมวลผลหาสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ตำแหน่งของผู้ใช้งานมากที่สุดและแสดงเส้นทาง รายละเอียดเส้นทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดผู้ใช้งานไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุด ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของสมาชิก เมื่อผู้เยี่ยมชมระบบทำการสมัครสมาชิกแล้วจะสามารถสร้างหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ และบันทึกพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ด้วยคำสั่ง Check-in และส่วนที่ 3 เป็นส่วนของผู้ดูแลระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถใช้งานคำสั่งทุกอย่างได้เหมือนสมาชิกทั่วไปแต่มีสิทธิมากกว่าคือสามารถบล็อกสมาชิกและทำการเพิ่มพิกัดของสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสในแผนที่ได้

3.2 ออกแบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

ในการทำงานของระบบสามารถแบ่งบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบประกอบไปด้วย ผู้ดูแลระบบ สมาชิก และผู้เยี่ยมชม แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางความสามารถในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

การทำงานของระบบ	ความสามารถในการเข้าใช้งานระบบ		
	ผู้ดูแลระบบ	สมาชิก	ผู้เยี่ยมชม
สมัครสมาชิก			✔
แสดงเส้นทางและการค้นหาเส้นทาง	✔	✔	✔
ล็อกอินเข้าระบบ	✔	✔	
จัดการข้อมูลส่วนตัว	✔	✔	
ดูค่าโดยสาร	✔	✔	✔
อ่านข่าวสาร	✔	✔	✔
เพิ่มสถานที่ในแผนที่	✔	✔	

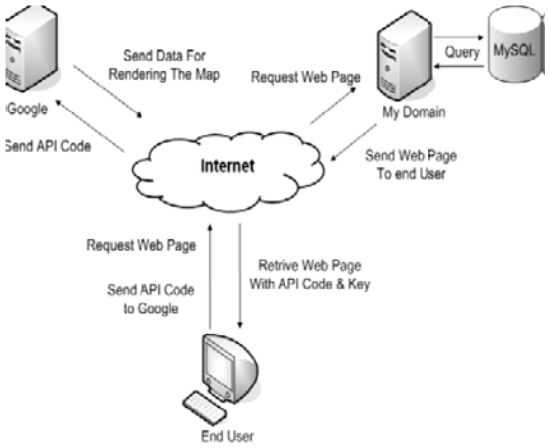
ตารางที่ 1: (ต่อ)

การทำงานของระบบ	ความสามารถในการเข้าใช้งานระบบ		
	ผู้ดูแลระบบ	สมาชิก	ผู้เยี่ยมชม
ออกจากระบบ	✔	✔	
จัดการสมาชิก	✔		
ให้คะแนนความพอใจ	✔	✔	
จัดการแผนที่ เพิ่ม-ลบ	✔		
เลือกสถานที่ที่ชอบ	✔	✔	

3.3 พัฒนาในส่วน Google Maps API

API (Application Programming Interface) เป็นลักษณะการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแล้ว เหมือนกับเป็นอินเตอร์เฟสของคลาสต่างๆ ซึ่งผู้ให้บริการจะมีไลบรารีหรือคลาสเพื่อให้บริการ โดยการเรียกใช้ผ่านอินเตอร์เฟสที่จัดไว้ให้

Google Maps API เป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ Google เพื่อเรียกอ่านข้อมูลทางภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นบริการที่ Google จัดเตรียมไว้ให้ โดยจะอิมพลีเม็นต์ด้วยภาษา JavaScript และรับส่งข้อมูลด้วยภาษา XML ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ จากภาพที่ 1 จะอธิบายถึงการทำงานกับ Google API โดยในการเรียกดูแผนที่แต่ละครั้งจำเป็นต้องมีการระบุ Google Maps API Key ตามที่ได้ลงทะเบียนไว้กับ Google เพื่อแจ้งความต้องการขอใช้ Google Maps API เพื่อทำการประมวลผลจากนั้น Google ก็จะส่งข้อมูลแผนที่กลับมาเพื่อแสดงข้อมูลแผนที่ให้กับผู้ที่ร้องขอผ่านทางเว็บเพจ



ภาพที่ 1: แสดงการทำงานร่วมกับ Google Maps API

ในการทำงานกับ Google Maps API เน้นไปที่การทำงานของภาษา JavaScript เป็นหลัก เนื่องจากการแสดงภาพแผนที่เป็นการทำงานในฝั่ง Client ทั้งสิ้น จึงต้องมีการจัดการส่วนแสดงผลของแอพพลิเคชั่นด้วยการใช้ความสามารถในการจัดการ DOM (Document Object Model) เป็นส่วนใหญ่และอ้างอิงตามมาตรฐาน W3C เป็นหลัก เพื่อลดปัญหาในการแสดงผลบนโปรแกรมบราวเซอร์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับ CSS (Cascading Style Sheets) ที่ควบคุมสไตล์ทั้งหมดหน้าเว็บ HTML

การสร้างแผนที่ด้วยโค้ดคำสั่งดังภาพที่ 2 คำสั่งในกรอบสี่เหลี่ยมหมายเลข 1 คือ Google Maps API Key เพื่อทำการประมวลผลจาก Google คำสั่งในกรอบสี่เหลี่ยมหมายเลข 2 ระบุละติจูดและลองจิจูดของศูนย์กลางแผนที่ที่ต้องการและคำสั่งในกรอบสี่เหลี่ยมหมายเลข 3 กำหนดหน้าต่างขนาดการแสดงผลของแผนที่

Example

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<script src="http://maps.googleapis.com/maps/api
/js?key=AIzaSyDY0kkJiTPVd2U7aTOAwhc9ySH6oHxOIYM&sensor=false">   1
</script>

<script>
function initialize()
{
var mapProp = {
  center:new google.maps.LatLng(51.508742,-0.120850),   2
  zoom:5,
  mapTypeId:google.maps.MapTypeId.ROADMAP
  };
var map=new google.maps.Map(document.getElementById("googleMap")
  ,mapProp);
}

google.maps.event.addDomListener(window, 'load', initialize);
</script>
</head>

<body>
<div id="googleMap" style="width:500px;height:380px;"></div>   3

</body>
</html>
```

ภาพที่ 2: แสดงตัวอย่างส่วนของโค้ดคำสั่งที่ใช้สร้างแผนที่

ทำการค้นหาตำแหน่งสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสทั้ง 30 สถานี เพื่อเก็บค่าละติจูดและลองจิจูด เพื่อสร้างฐานข้อมูล

3.4 ข้อจำกัดของ Google Maps API และเทคนิคการสร้างระบบ

ข้อจำกัดของ Google Maps API การร้องขอดูภาพเส้นทางสามารถทำได้ 25000 ต่อ 1 วัน ถ้าสมัครโดยใช้ Account ของ Google Maps API for Business สามารถ สร้างแผนที่ได้ถึงขนาด 2048 pixels การใช้ Waypoints อนุญาต ให้รับได้แค่ 23 จุด รวมจุดต้นทางและจุดปลาย และไม่สนับสนุนการร้องขอแบบ Transit การร้องขอตำแหน่ง ณ ปัจจุบันของผู้ใช้

เทคนิคการสร้างระบบ การเลือกสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุดให้แก่ผู้ใช้ โดยทำการคำนวณหาค่าระยะทางจากผู้ร้องขอไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสทุกจุด จากนั้นทำการเปรียบเทียบเลือกสถานีที่ใกล้ที่สุด เพื่อนำเสนอเส้นทางให้แก่ผู้ใช้

การแสดงสรุปรายละเอียดการเดินทางสามารถแสดงได้เฉพาะวิธีการเดินทางแบบ Driving เนื่องจากข้อจำกัดของ Google Maps API การบันทึกสถานที่ต้นทางของสมาชิก โดยการ Check-in และสามารถถ่ายภาพนำเสนอภาพล่าสุดที่บันทึกเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางของสมาชิกในอนาคต

4. ผลการดำเนินงาน

ในระบบระบุตำแหน่งและนำเสนอเส้นทางรถไฟฟ้าบีทีเอส โดย Google Maps API สามารถระบุพิกัดตำแหน่ง ณ ปัจจุบันของผู้ร้องขอเส้นทาง เหมาะกับนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวเมืองไทย และผู้ที่ต้องการเดินทางที่สะดวกรวดเร็วหรือแม้กระทั่งช่วยลดปัญหาจราจรติดขัด

4.1 ผู้ดูแลระบบ

ฟังก์ชันงานสำหรับผู้ดูแลระบบมีดังนี้

1 สามารถแสดงแผนที่ Google Maps บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานและนำเสนอเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุด

2 แสดงรายละเอียดการเดินทางและสรุปการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส พร้อมทั้งคำนวณเวลา และระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง

3 สามารถเลือกสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ต้องการจะเดินทางไปใช้บริการได้

4 สามารถสร้างแผนที่หรือลบแผนที่สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสและรายละเอียดเพิ่มเติม

5 สามารถบล็อกสมาชิก หรือยกเลิกการบล็อกสมาชิกที่ทำผิดระเบียบได้

6 แก้ไขข้อมูลสมาชิกได้

7 สามารถเข้าระบบด้วยการ Sign-in เมื่อต้องการแก้ไขรายละเอียดประวัติส่วนตัว และ Sign-out เมื่อต้องการเลิกใช้งาน

4.2 สมาชิก

ฟังก์ชันการทำงานสำหรับสมาชิกมีดังนี้

1 สามารถแสดงแผนที่ Google Maps บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานและนำเสนอเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุด

2 แสดงรายละเอียดสรุปการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส พร้อมทั้งคำนวณเวลา และระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง

3 สามารถเลือกสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส ที่ต้องการจะเดินทางไปใช้บริการได้

4 สามารถสร้างแผนที่สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสและรายละเอียดเพิ่มเติม

5 สามารถเข้าใช้ระบบโดยกดปุ่ม Sign-in เมื่อต้องการใช้งานระบบ แก้ไขรายละเอียดประวัติส่วนตัว และ Sign-out เมื่อต้องการเลิกใช้งาน

6 สามารถ Check-in และถ่ายภาพเพื่อบันทึกพิกัดตำแหน่งสถานที่ปัจจุบันได้

4.3 ผู้เยี่ยมชมระบบ

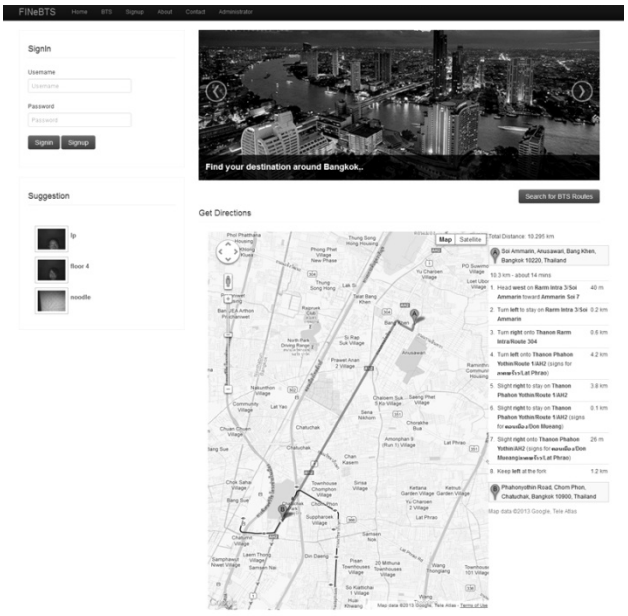
ฟังก์ชันงานสำหรับผู้เยี่ยมชมระบบมีดังนี้

1 สามารถแสดงแผนที่ Google Maps บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานและนำเสนอเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ใกล้ที่สุด

2 แสดงรายละเอียดสรุปการเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส พร้อมทั้งคำนวณเวลา และระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง

3 สามารถเลือกสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสที่ต้องการจะเดินทางไปใช้บริการได้

4 สมัครสมาชิก



ภาพที่ 3: แสดงการตัวอย่างส่วนหน้าต่างเว็บแอปพลิเคชัน

5. สรุป

เพื่อรณรงค์ให้คนหันมาเดินทางโดยรถไฟฟ้าบีทีเอสจะสามารถช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานครหรือแม้กระทั่งช่วยนักท่องเที่ยวที่ไม่ทราบตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันของตนเพื่อช่วยในการเดินทาง ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบระบุตำแหน่งและนำเสนอเส้นทางรถไฟฟ้าบีทีเอส แสดงตำแหน่งโดย Google Maps API ซึ่งจะนำมาใช้ในส่วนของการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากค้นหาเส้นทาง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากการค้นหานี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านการเดินทางเพื่อช่วยค้นหาสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสหรือการใช้งานที่สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปเป็นประโยชน์ได้ โดยในปัญหาพิเศษนี้ได้มีการเก็บค่าพิกัดของละติจูดและลองจิจูดไว้ในแฟ้มข้อมูลของเว็บไซต์ ซึ่งพิกัดของละติจูดและลองจิจูดมีความถูกต้องสูง

ผลสรุปของการวิจัยนี้นั้นจะเป็น ผลการทดสอบระบบโดยผู้พัฒนา ซึ่งจะเน้นทดสอบในส่วนของการแสดงผลของข้อมูล คือ การแสดงเส้นทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสในกรุงเทพมหานครสถานีที่ใกล้ตำแหน่งต้นทางที่สุด สรุประยะทาง รายละเอียดเส้นทางและเวลาในการเดินทาง การแสดงผลของเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า มีความถูกต้องของข้อมูลสามารถรองรับความต้องการผู้ใช้ได้ และเป็นที่น่าเชื่อถือ

6. ข้อเสนอแนะ

สามารถเพิ่มปลายทางเป็นป้ายหยุดรถเมล์หรือสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินได้และใช้แนวคิดนี้เป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือ อุปกรณ์อื่น หรือพัฒนาด้วยภาษาอื่น ๆ ได้ เช่น HTML5 และสามารถพัฒนาระบบให้กลายเป็น Social Network ได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] ปฐมพงษ์ ฉับพลัน และ ฐิมาพร เพชรแก้ว, “การประยุกต์ Google Maps API ในการเฝ้าระวังยาเสพติด,” *The 3rd National Conference on Information Technology: NCIT2010*, Bangkok, Thailand, Oct 28-29, 2010.

[2] Google, “Kingston Frontenac Public Library”, Accessed on November 15, 2012, from http://www.kfpl.ca.

[3] Google, “Google Maps”, Accessed on December 15, 2012, from http://maps.google.com.

[4] สารัตถ์ ขัตติยะ, ระบบฐานข้อมูลสถานที่ส่วนราชการและเอกชนภายในจังหวัดเชียงใหม่โดยผ่านแผนที่ภูมิศาสตร์กูเกิล, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.

[5] บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน), ระบบรถไฟฟ้าบีทีเอส, 2012 (เข้าถึงได้จาก http://www.bts.co.th/corporate/th/01-about-history.aspx).

[6] ประเวศน์ วงษ์คำชัย, *ใช้งาน AJAX และ PHP แบบมืออาชีพ*, เคทีพีคอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, กรุงเทพฯ, 2550.

[7] Tutorial, “API ในการใช้เพื่อหาพิกัดแผนที่”, 2012, (เข้าถึงได้จาก http://fscieng.csc.ku.ac.th/~burin/src/tutorial.html).

[8] ไปรษณีย์ไทย, “วิธีตรวจสอบสถานะสิ่งของส่งทางไปรษณีย์”, 2012, (เข้าถึงได้จาก http://track.thailandpost.co.th/trackinternet/Default.aspx).

[9] ณัฐกรณ์ ตั้งพูนทรัพย์, ระบบช่วยในการตัดสินใจเพื่อหาพื้นที่สร้างที่พักโดยอ้างอิงจากสถานที่ที่เหมาะสม, โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521.

การสืบค้นข้อมูลปลาแม่น้ำโขงแบบเชิงความหมายโดยใช้ออนโทโลยี
Semantic Search for Mekong River Fish using Ontology

มนตรี โคตะวี (Montree Kotawee)[1] และวรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ (Wararat Rungworawut)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[1]montree.k@hotmail.com, [2]wararat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลปลาแม่น้ำโขงโดยการสร้างออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขงเพื่อรวบรวมสร้างเป็นต้นแบบออนโทโลยีเนื่องจากความรู้เกี่ยวปลาแม่น้ำโขงนั้นมีหลายแหล่งข้อมูลและมีชื่อที่มีความหลากหลาย ดังนั้นการพัฒนาระบบการค้นหาข้อมูลปลาจากออนโทโลยีที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้การค้นหาจากชื่อปลา ชื่อแม่น้ำ และชื่อปลาทั่วไปที่เรียกโดยคนในท้องถิ่น ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาจะค้นหาโดยคำสำคัญชื่อปลา ชื่อแม่น้ำ และชื่อแม่น้ำทั่วไป การวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบการค้นหา ผลลัพธ์วัดโดยค่าความถูกต้อง (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม(F-Measure) ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องมีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าความครบถ้วนมีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากและเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ปลาแม่น้ำโขง ออนโทโลยี

Abstract

This research aims to develop an information retrieval system of fishes in Mekong River using ontology technology in order to create prototype. The problem is the data of fishes that collected in various resources. The resources collected difference name of fishes. Therefore, ontology prototype is designed and created in Mekong's fish especially in order to search information about fishes and related fishes. The search system will be developed with this ontology design by fish names, river names, and general fish names that are used by local people. The experimental results are measured from difference keywords by fish names river names, and general fish names using the average of precision, recall and F-measure. The average accuracy that is precision gives the highest value to 1.00. In addition, recall gives value 1.00 and the overall performance by F-measure gives 1.00. The performance of search system is very good level and efficiency.

Keyword: Mekong River Ontology

1. บทนำ

ปัจจุบันการรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลพันธุ์ปลาแม่น้ำโขงซึ่งเป็นความรู้ท้องถิ่นของภาคอิสานที่กำลังจะสูญหายไป ความรู้เรื่องปลาและระบบนิเวศในแม่น้ำโขงเป็นความรู้ที่สำคัญของคนในท้องถิ่นน่าจะมีการบันทึกไว้เพื่อให้คนรุ่นต่อไปได้และให้ความสำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ไว้ แต่การบันทึกความรู้นั้นมีหลากหลายวิธีการและการที่ให้ข้อมูลความรู้เรื่องพันธุ์ปลาแม่น้ำโขงนั้นมีแหล่งเผยแพร่ค้นคว้าที่กระจัดกระจายหลากหลาย อีกทั้งอยู่ในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการค้นคว้าเฉพาะกลุ่มเอกสาร หรือหนังสือที่อยู่ในรูปหนังสือ วารสาร งานวิจัยต่างๆ ทำให้ข้อมูลความรู้ที่สัมพันธ์กันจากกลุ่มข้อมูลแต่ละประเภทยากที่จะรวบรวมให้ได้ข้อมูลที่ตรงกันของข้อมูลและเกิดความสัมพันธ์ที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ครบถ้วนและถูกต้องสำหรับการค้นหาข้อมูลปลาแม่น้ำโขงเหล่านั้นได้

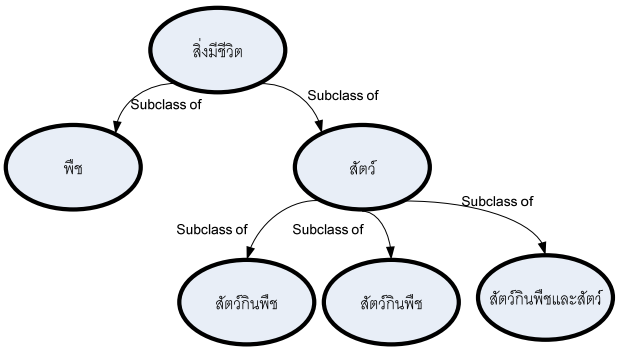
ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการแก้ปัญหาข้างต้นด้วยวิธีการสร้างออนโทโลยี (Ontology) โดยอาศัยคุณสมบัติของออนโทโลยี ในการสร้างโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่ง

หรือขอบเขต (Domain) ใดขอบเขตหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้เชิงแนวความคิด จะอธิบายความหมายของสิ่งที่สนใจ โดยใช้แนวคิดของออนโทโลยี (Ontology) ในการแสดงความสัมพันธ์ของรายละเอียดของปลาแม่น้ำโขงด้วยภาษาโอดับเบิ้ลยูแอล (OWL) และมีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูลด้วยอาร์ดีเอฟ (RDF) เพื่อให้ระบบสืบค้นข้อมูลปลาแม่น้ำโขงที่พัฒนาระบบค้นหาเป็นเชิงความหมายซึ่งประยุกต์เข้ากับการค้นหาเชิงความหมายของปลาแม่น้ำโขง ซึ่งระบบจะสามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลปลา ไม่ว่าจะเป็นชื่อปลา ชื่อแม่น้ำ และชื่อปลาทั่วไปก็สามารถที่จะสืบค้นข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ออนโทโลยี (Ontology)

ออนโทโลยี (Ontology) [1] เป็นการนิยามหรือกำหนดรูปแบบโครงสร้างของสิ่งที่เราสนใจให้มีความหมายตามขอบเขตขององค์ความรู้ซึ่ง Ontology นี้ได้ถูกกล่าวถึงในหลายองค์กรโดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์นั้นมีการใช้งานมานานแล้ว โดยในปัจจุบันได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในมาตรฐานของการออกแบบจำลองโครงสร้างของ extensible Markup Language (XML)[2] และการนิยามรูปแบบแนวคิดของโครงสร้างของฐานข้อมูล Ontology เป็นเทคโนโลยีทางด้านการพัฒนาภาษาเชิงความหมายสมัยใหม่ โดยเป็นภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถตีความหมายและทำตามคำสั่งได้ โดยลักษณะของ Ontology คือการนิยามรูปแบบ (Model) ภายในขอบเขตขององค์ความรู้เพื่ออธิบายสิ่งที่เราสนใจ (Domain) ให้ได้ใจความและถูกต้องมากที่สุด โดยใช้ภาษา OWL [3] เป็นภาษาที่ใช้แทนออนโทโลยีเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายข้อมูลร่วมกันสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นภาษา OWL จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งในงานเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) ที่ใช้ในการบรรยายข้อมูลเชิงความหมาย สามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลในลักษณะลำดับชั้น และอธิบายข้อมูล (Metadata) ที่มีความสัมพันธ์ในระบบฐานข้อมูลได้ รวมทั้งสามารถรองรับการบรรยายข้อมูลเชิงตรรกะ ชนิดข้อมูล และตัวบ่งปริมาณได้ ทำให้ข้อมูลที่ถูกแทนที่นั้นมีความหมายมากยิ่งขึ้น ลักษณะการบรรยายจะอยู่ในรูปของคลาส คุณสมบัติของคลาส และความสัมพันธ์ของคลาส



ภาพที่ 1: ตัวอย่างออนโทโลยี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่สร้างออนโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลมีหลายงานวิจัยแต่ละงานวิจัยจะแก้ปัญหาโดยสร้างโดเมนออนโทยีที่ต้องการเพื่อสืบค้นข้อมูลให้ได้อย่างถูกต้อง เช่น งานวิจัย [4] นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมจัดการออนโทโลยีกรณีศึกษาการแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นด้วยตนเองทำให้สามารถจัดการองค์ความรู้ให้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่วนงานวิจัย [5] ดำเนินการสอบถามความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านนกในประเทศไทยด้วยเหตุที่ว่านกในประเทศไทยมีอยู่มากมายหลายชนิด รวมไปถึงแหล่งข้อมูลที่มีอยู่มากมายทั้งหนังสือและเวบไซต์ต่างๆ ซึ่งได้แนะนำให้เริ่มต้นศึกษาโครงสร้าง การแบ่งหมวดหมู่หัวข้อจากคู่มือดูนกเนื่องจากเป็นหนังสือที่ได้รับความนิยมในหมู่นักดูนก รวมไปถึงหนังสือและเว็บไซต์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลองค์ความรู้ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปสร้างต้นแบบออนโทโลยีนกในประเทศไทย จากการวิเคราะห์ความต้องการในการใช้งานออนโทโลยีจากนั้นจึงได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลออนโทโลยีกำหนดขอบเขตของออนโทโลยีในการพัฒนาต้นแบบฐานข้อมูลองค์ความรู้นกในประเทศไทยด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยีโดยสร้างฐานความรู้ และงานวิจัย [6] พัฒนาต้นแบบระบบออนโทโลยีของพืชสมุนไพรไทย ในงานนี้ได้สร้างโมเดลความรู้ โดยนิยามแนวคิดเกี่ยวกับพืชสมุนไพรในรูปของออนโทโลยีครอบคลุมพืชสมุนไพรไทยที่ใช้เป็นส่วนประกอบของยาสามัญประจำบ้านแผนโบราณ 27 ชนิด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องยาสามัญฉบับที่ 2 ซึ่ง

เว็บแอพพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถใช้ค้นหาได้ทั้งข้อมูลและแสดงความสัมพันธ์ของพืชสมุนไพรไทยกับยาสามัญประจำบ้านแผนไทยได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ออกแบบโครงสร้างออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปลาแม่น้ำโขงสามารถนำไปวิเคราะห์ความต้องการในการใช้งานออนโทโลยี โดยผู้วิจัยทำการออกแบบโดเมนออนโทโลยีหลักเพื่อใช้ในการค้นหา 2 โดเมน ดังนี้

1) โดเมนออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขงเกี่ยวกับปลาแม่น้ำโขงซึ่งมีการวิเคราะห์และจัดเก็บเป็นในรูปของคลาสดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของคลาสในออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขง

คลาสที่	คลาส	รายละเอียด
1	Fishes	คลาสแทนข้อมูลปลาแม่น้ำโขง
2	Families	คลาสแทนข้อมูลวงศ์ของปลา
3	Conservation_status	คลาสแทนข้อมูลสถานภาพในปัจจุบัน
4	Taxonomy	คลาสแทนข้อมูลส่วนของอนุกรมวิธานปลา
5	Bony_fish	คลาสแทนข้อมูลปลากระดูแข็ง
6	Cartilaginous_fish	คลาสแทนข้อมูลปลากระดูกอ่อน

2) โดเมนออนโทโลยีแม่น้ำ

อธิบายเกี่ยวกับชื่อแม่น้ำที่ชนิดของปลาแม่น้ำโขงที่อาศัยอยู่ในชนิดแม่น้ำใดและที่มีความสัมพันธ์กับปลาแม่น้ำโขง มีการวิเคราะห์และจัดเก็บอยู่ในรูปคลาสดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 รายละเอียดของคลาสในออนโทโลยีแม่น้ำโขง

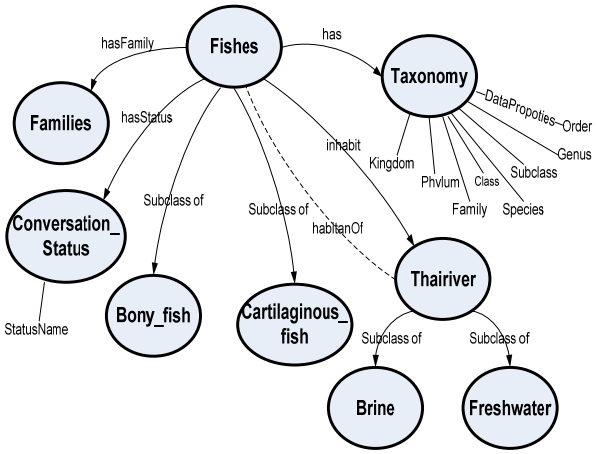
คลาสที่	คลาส	รายละเอียด
1	Brine	คลาสแทนปลาแม่น้ำเค็ม
2	Freshwater	คลาสแทนปลาแม่น้ำจืด

จากการออกแบบคลาสออนโทโลยีจึงสามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาสได้ ซึ่งรายละเอียดของ Object Property ในออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขงเป็นการบอกคุณสมบัติการเข้าถึงข้อมูลระหว่างสองคลาสโดยผ่านคุณสมบัติความสัมพันธ์แบบเชิงความหมาย

ตารางที่ 3 รายละเอียดของคุณสมบัติ (Property) ในออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขง

Property ที่	Property	รายละเอียด
1	has	เป็น Property ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Fishes และคลาส Taxonomy
2	hasFamily	เป็น Property ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Fishes และคลาส Families
3	hasStatus	เป็น Property ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Fish และคลาส Conservation_status
4	inhabit	เป็น Property ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Fish และคลาส Thairivers
5	habitanof	เป็น Property คุณลักษณะพิเศษที่ชื่อว่า InversePropoty ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์แบบย้อนกลับระหว่าง Thairiver และ fish

ออกแบบข้อมูลออนโทโลยีแบบ Data Property จะมีคุณสมบัติเฉพาะในการค้นหาประเภทของข้อมูลในคลาสนั้น เช่น คลาส Taxonomy จะมี Data Property ที่เกี่ยวกับอนุกรมวิธานของปลาซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทชัดเจนคือ Kingdom, Phvlum, Family, Class, Species, SubClass, Genus และ Order เป็นต้น และคลาส Conversation_Status ก็เช่นเดียวกันมี Data Property คือ StatusName



ภาพที่ 1: โครงสร้างออนโทโลยีโดยรวมของปลาแม่น้ำโขง

นอกจากนี้ในการออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในออนโทโลยีนั้นสามารถกำหนดข้อกำหนดการสร้างความสัมพันธ์ (Axioms) หมายถึงเป็นลักษณะเงื่อนไขหรือตรรกะในการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสหรือคุณสมบัติเพื่อการแปลงความหมายและสืบค้นได้อย่างถูกต้อง เช่น

subClassOf เป็นการประกาศคลาสที่มีรายละเอียดบางส่วนตามคลาสหลักหรือวัตถุแม่ โดยระหว่างคลาสหลักและคลาสย่อยจะต้องมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถเขียนเป็นภาษา OWL เช่น คลาส Fishes เป็นคลาสแม่และคลาสลูกคือ คลาส Bony_fish และ Osteicthyes

equivalentClass เป็นการประกาศให้คลาส 2 คลาสที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงสมมูลกัน เช่น คลาสชื่อ Bony_fish และคลาส Osteichthyes ซึ่งความหมายเหมือนกัน คือ class ปลากระดูกแข็ง แต่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถมองเป็นคลาสเดียวกัน จึงประกาศว่าทั้ง 2 คลาสมี equivalentClass ต่อกัน

disjointWith เป็นการประกาศให้คลาส 2 คลาสที่มีคลาสหลักเดียวกันแต่มีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกัน เช่น คลาส Bony_fish และคลาส Cartilaginous_fish ถึงแม้จะเป็นคลาสย่อยมาจากคลาส Fishes แต่ทั้ง 2 คลาสนั้นแยกกันชัดเจน

inverseOf เป็นการกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ที่มีความสัมพันธ์ที่ตรงข้ามกัน เช่น พร็อพเพอร์ตี้ มี inhabit คุณสมบัติที่ตรงข้ามกับพร็อพเพอร์ตี้ habitanOf ทำให้สามารถสืบค้นแบบย้อนกลับได้ เช่น Fishes จะอาศัยอยู่ใน Thairiver และหากสืบค้น Thairiver ก็จะพบปลาเช่นเดียวกัน

3.2 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาการสร้างต้นแบบออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขงแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 การสร้างออนโทโลยีโดยใช้โปรแกรมโปรทีเจ 4.1 [7] ซึ่งสามารถแปลงโครงสร้างออนโทโลยีให้เป็นภาษา OWL เพื่อนำไปใช้ในการสร้างกฎการค้นหา (Reasoner) ส่วนที่ 2 การพัฒนาหน้าเว็บแอพพลิเคชัน ขั้นตอนนี้สร้างเพื่อทดสอบว่าออนโทโลยีที่ได้ออกแบบ มีการแสดงความสัมพันธ์ของคลาสและให้ผลการสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ภาษาที่ใช้ในการเขียนเว็บแอพพลิเคชันเพื่อทำการติดต่อออนโทโลยีใช้ภาษา RAP (RDF API for PHP) [8] มาเขียนเพื่อการเข้าถึงข้อมูลจากออนโทโลยีที่อยู่ในรูปภาษา OWL ซึ่งได้มีการออกแบบกฎการค้นหาดังต่อไปนี้

```
SELECT *
WHERE (?Fishes,mf:name, ?keyword),
(?Fishes,mf:name,?name)
(?Fishes,mf:generalization,?generalization)
(?Families,mf:namefamily,?namefamily)
(?Fishes,mf:hasFamily,?Families)
(?Fishes,mf:hasStatus,?Conservation_status)
(?Conservation_status,mf:statusname,?statusname)
(?Fishes,mf:inhabit,?inhabit)
(?inhabit,trv:nameriver,?nameriver)
AND (?keyword ~~ "/^'.$keyword.'/")
```

ผลจากการออกแบบและพัฒนาระบบการสืบค้นข้อมูลปลาแม่น้ำโขงซึ่งมีการเชื่อมโยงจากส่วนของโครงสร้างออนโทโลยีปลาแม่น้ำโขงและแม่น้ำ และนำมาประกอบกับการพัฒนาระบบสืบค้นซึ่งนำกฎที่ได้จากการออกแบบในการสืบค้น ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2: ระบบการสืบค้นปลาแม่น้ำโขงโดยใช้ออนโทโลยี

3.3 การวัดประสิทธิภาพการสืบค้นของระบบ

การวัดประสิทธิภาพของระบบในการสืบค้นเชิงความหมาย โดยพิจารณาจากค่าวัดประสิทธิภาพอยู่ 3 ค่าวัด คือ ครบถ้วนของข้อมูล (Recall) ค่าความถูกต้องของข้อมูล (Precision) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) เพื่อวัดความถูกต้องจากการค้นหาข้อมูล โดยมีสูตรดังนี้

$$R = \frac{A}{A+C}$$

$$P = \frac{A}{A+B}$$

$$F-measure = \frac{2RP}{R+P}$$

เมื่อ

P คือ ค่าความถูกต้อง (Precision)

R คือ ค่าความครบถ้วน (Recall)

A คือ จำนวนชนิดของปลาที่ต้องการสืบค้นได้และถูกต้อง

B คือ จำนวนชนิดของปลาที่ต้องการสืบค้นได้แต่ผลลัพธ์การสืบค้นนั้นไม่ถูกต้อง

C คือ จำนวนชนิดของปลาที่ต้องการสืบค้นนั้นไม่ถูกแสดงขึ้นมา

4. ผลการดำเนินงาน

พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลปลาแม่น้ำโขง โดยสามารถสืบค้นด้วยชื่อปลา และจากชื่อแม่น้ำ ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพได้ใช้ข้อมูลปลาแม่น้ำโขงจำนวน 50 ชนิด ที่ถูกบรรยายและจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของ OWL และทำการสืบค้นผ่านระบบสืบค้นที่ได้พัฒนาขึ้น โดยทำการทดลองได้แยกผลการทดลองออกเป็น 3 แบบ คือ

ส่วนที่ 1 เป็นผลการทดลองจากการสืบค้นด้วยชื่อปลา ทดสอบชื่อปลา 5 ชนิด ที่อาศัยในแม่น้ำโขง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดการสืบค้นข้อมูลโดยชื่อปลา

ชื่อปลา	A	B	C	R	P
ปลาแก้มช้ำ	1	0	0	1.00	1.00
ปลากระเบน	1	0	0	1.00	1.00
ปลาฉลามหัวบาตร	1	0	0	1.00	1.00
ปลาแกง	1	0	0	1.00	1.00
ปลากระโห้	1	0	0	1.00	1.00

ส่วนที่ 2 เป็นผลการทดลองจากการสืบค้นด้วยชื่อทั่วไปของปลาซึ่งเป็นชื่อที่คนในท้องถิ่นนิยมเรียกกันทำให้ได้ข้อมูลได้ถูกต้อง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดการสืบค้นข้อมูลโดยชื่อทั่วไปของปลา

ชื่อทั่วไป	A	B	C	R	P
ตอง	3	0	0	1.00	1.00
สะกาง	2	0	0	1.00	1.00
สร้อยหลอด	1	0	0	1.00	1.00
เอี่ยน	2	0	0	1.00	1.00
คาบมัน	1	0	0	1.00	1.00

ส่วนที่ 3 เป็นผลการทดลองจากการสืบค้นด้วยชื่อแม่น้ำ โดยที่แม่น้ำเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาดังนั้น หากต้องการค้นหาข้อมูลในแม่น้ำอื่นก็สามารถค้นหาพันธุ์ปลาที่อาศัยในแม่น้ำนั้นได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดการสืบค้นข้อมูลโดยชื่อแม่น้ำ

ชื่อแม่น้ำ	A	B	C	R	P
แม่น้ำโขง	21	0	0	1.00	1.00
แม่น้ำชี	7	0	0	1.00	1.00
แม่น้ำเจ้าพระยา	10	0	0	1.00	1.00
แม่น้ำป่าสัก	6	0	0	1.00	1.00
แม่น้ำยม	5	0	0	1.00	1.00

พบว่าการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นทั้ง 3 แบบสามารถสืบค้นข้อมูลของปลาแม่น้ำโขงได้ตรงกับความต้องการ ได้ค่า Recall, Precision และ F-measure เท่ากับ 1.00 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวได้ประสิทธิภาพสูงสุดและอยู่ระดับดีมาก

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้มีการนำความรู้ทางออนโทโลยีมาสร้างฐานความรู้ซึ่งออนโทโลยีก็คือการแทนความรู้เฉพาะด้าน (Domain Knowledge) ด้วยการสร้างคอนเซปต์ของปลาแม่น้ำโขงให้มีความสัมพันธ์กันแบบลำดับชั้นเป็นการสร้างโครงสร้างฐานความรู้บนพื้นฐานของแนวความคิดที่เข้าใจตรงกัน โดยออนโทโลยีถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแทนความรู้เฉพาะด้านทำให้มีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิ อีกทั้งหากมีการเพิ่มเติมความรู้ก็สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการสืบค้นของข้อมูลปลาแม่น้ำโขงเชิงความหมายได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการรวบรวมองค์ความรู้อื่นให้เกิดประโยชน์และอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] Meenakshi Nagarajan, Karthik Gomadam, Hongyu yang, “PerCuro An Ontology Driven Drug Finding System” Available from: http://www.cs.uga.edu/~bala/semweb/interim_pres.ppt.

[2] W3C, 2003, “World Wide Web Consortium, Extensible Markup Language (XML)” Available from: http://www.w3.org/XML.

[3] Smith MK, Welty C, McGuinness DL. “OWL Web Ontology Language Guide”, Available from: http://www.w3.org/TR/owlguide/index.html

[4] วิไล อิ่มอุระ, “การพัฒนาฐานความรู้การแก้ปัญหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้นด้วยตนเองโดยวิธีออนโทโลยี: กรณีศึกษาสำนักงานสถิติแห่งชาติ”, *สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 2548.

[5] ศิวกร สิริวัฒนานันท์, “การสร้างต้นแบบออนโทโลยีนกในประเทศไทยด้วยวิกิพีเดีย”, *สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 2551.

[6] สิริรัตน์ ประกฤติกรชัย,“การสร้างต้นแบบออนโทโลยีของพืชสมุนไพรไทย”, *สารนิพนธ์ปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 2550.

[7] Stanford Center for Biomedical Informatics Research, “protégé” Available from: http://protege.stanford.edu/doc//users.html/.

[8] Web-based Systems Group,2002, “RAP - RDF API for PHP” Available from: http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/rdfapi/.

การพัฒนาระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา ด้วยการวิเคราะห์ความหมายแฝง
A Development Questions Answering Student Service System Using Latent Semantic Indexing

เรือนทิพย์ ทองใบ (Ruanthip Thongbai)[1] และกาญจนา วิริยะพันธ์ (Kanchana Viriyapant)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]potae_takisawa@hotmail.com, [2]kanchana.viriyapant@gmail.com

บทคัดย่อ

ในยุคสังคมออนไลน์ ข้อมูลต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องพัฒนาการค้นคืนสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบในการหาคำตอบซึ่งเป็นระบบที่ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ด้วยการรับคำขอจากผู้ใช้และได้รับผลลัพธ์ที่เป็นคำตอบตามที่ต้องการ โดยวิธีขั้นตอนในการหาคำตอบนั้นจะนำเสนออัลกอริทึมแบบ Vector Space Model และ Latent Semantic Indexing (LSI) มาเปรียบเทียบกันว่า อัลกอริทึมใดมีประสิทธิภาพมากที่สุด หลังจากพัฒนาระบบเสร็จแล้วได้ทำการทดสอบระบบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ (Vector Space Model) ในเรื่องของความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 89.1% ค่าความครบถ้วน (Recall) เท่ากับ 72% และค่าเอฟเมเชอร์ (F-Measure) เท่ากับ 77% ส่วนอัลกอริทึมแบบ Latent Semantic Indexing (LSI) ได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพ ในเรื่องของความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 90% ค่าความครบถ้วน (Recall) เท่ากับ 100% และค่าเอฟเมเชอร์ (F-Measure)เท่ากับ 95% จึงสรุปได้ว่า อัลกอริทึมแบบ Latent Semantic Indexing (LSI) สามารถค้นคืนเอกสารได้ดีกว่าแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ (Vector Space Model)

คำสำคัญ: การค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ ความคล้ายคลึง ระบบถามตอบ การบริการนักศึกษา

Abstract

In the online community era, the quantity data are increase very quickly. We must develop the Information retrieval more effective. The propose of this research was to develop the answer search engine. It will helps the user by take the word from the user and find the answer. This answer search engine processing uses a Comparison between the Vector Space Model and Latent Semantic Indexing (LSI). After ours development is complete. The vector space model evaluation results: Precision is 89.1% , Recall is 72% and F-Measure is 77%. Latent Semantic Indexing, it is the best high performance: Precision is 90%, Recall is 100% and F-Measure is 95 %. Predictable research: Latent Semantic Indexing (LSI) is efficient more than Vector Space Model.

Keyword: Information Retrieval, Similarity, FAQ systems, Student Services

1. บทนำ

ในปัจจุบันเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณและเนื้อหาที่หลากหลายมากขึ้น การสืบค้นและการจัดการเอกสารจะง่ายและถูกต้อง จะอาศัยหลักการค้นหาให้สอดคล้องและตรงกับดัชนี เพื่อให้การจัดเก็บและค้นคืนเอกสารได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานบริการนักศึกษา มีหน้าที่หลักในการรับบริการ แก้ไขปัญหา และให้ความช่วยเหลือนักศึกษาทั้งมหาวิทยาลัย ทำให้ข้อมูลปัญหาคำถามที่เข้ามาในแต่ละวันมีเป็น

จำนวนมาก ซึ่งบุคลากรที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาที่เข้ามาติดต่อประสานงาน ทำให้นักศึกษาที่มาติดต่อต้องรอคิวนาน ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบค้นหาข้อมูลด้วยวิธีการใหม่ ๆ มากขึ้น ซึ่งอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับการค้นหาข้อมูลมีมากมายหลายวิธี แต่ละอัลกอริทึมก็มีวิธีการและประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ (Vector Space Model) แต่เพื่อให้ระบบสามารถรองรับการค้นคืนข้อมูลเชิงความหมายได้เทคนิคที่นำมาใช้ในแต่ละส่วน ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำดัชนีที่จะสนับสนุนการค้นคืนข้อมูลเชิงความหมายได้แก่ วิธีการ Latent Semantic Indexing (LSI) และวิธีการออนโทโลจี (Ontology) [1]

ผู้วิจัย ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงมีแนวคิดเพื่อพัฒนาระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้นำแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ (Vector Space Model) และ การวิเคราะห์ความหมายแฝง (Latent Semantic Indexing : LSI) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Latent Semantic Analysis (LSA) มาเปรียบเทียบในระบบงานเพื่อการสืบค้นคำถามที่เกิดจากผู้ถาม โดยจะมีการเตรียมคำตอบไว้สำหรับผู้ถาม ว่าตรงกับความต้องการของผู้ถามหรือไม่ และอัลกอริทึมใดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาด้านการบริการนักศึกษา ทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กระบวนการเวคเตอร์สเปซ (Vector Space Model) แสดงเนื้อหาของเอกสารในรูปแบบเวคเตอร์ของคำ ที่ได้รับการปรับน้ำหนักแล้ว โดยเอกสารจะถูกแปลงไปเป็นเวคเตอร์ด้วยการแปลงคำแต่ละคำในเอกสารไปเป็นชุดคำที่เหมือน ๆ กัน (Corresponding Word Stem) แล้วทำการปรับน้ำหนักของชุดคำศัพท์ องค์ประกอบที่สอดคล้องกันเหล่านี้จะเป็นตัวแทนของเอกสาร ซึ่งเอกสารและคำค้นคืนของแบบจำลองเวกเตอร์สเปซจะแสดงออกมาเป็นเวกเตอร์ของคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสาร ก่อนทำขั้นตอนนี้จะต้องกำหนดรายการของคำมาก่อนที่จะสร้างเวกเตอร์ค่าในเวกเตอร์แต่ละเวกเตอร์จะระบุคำหนึ่ง ๆ ทีอยู่ในเอกสารนั้น ๆ [2]

2.1.2 หลักการของวิธีการวิเคราะห์ความหมายแฝง (Latent Semantic Indexing : LSI) การนำโครงสร้างความหมายของคำที่แฝงอยู่ในข้อมูลว่ามีบางส่วนคลุมเครือโดยนำการสุ่มทางเลือกของคำที่เกี่ยวข้องกับการค้นคืนมาใช้ ใช้เทคนิคทางสถิติในการประมาณค่าโครงสร้างที่แฝงอยู่ และกำจัดส่วนเกินที่ไม่เกี่ยวข้องที่ซ่อนอยู่ รายละเอียดของคำและเอกสารในโครงสร้างความหมายของคำที่แฝงอยู่คือสิ่งที่ใช้สำหรับทำดัชนีและการค้นคืน [1]

กระบวนการทำงานของการทำดัชนีความหมายแฝงได้มีการนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าการแยกค่าแบบเดี่ยว (Singular Value Decomposition: SVD) ในการแปลงเมตริกซ์คำสำคัญเอกสาร

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองเวคเตอร์สเปซ (Vector Space Model) เป็นแบบจำลองที่แสดงเนื้อหาของเอกสารในรูปแบบเวคเตอร์ของคำที่ได้รับการปรับน้ำหนักแล้ว ซึ่งเอกสารและคำค้นคืนของแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ จะแสดงออกมาเป็นเวกเตอร์ของคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสาร บางครั้งได้นำวิธีการค้นคืนสารสนเทศออนไลน์โดยประยุกต์วิธีการใช้จีเนติกอัลกอริทึมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคืนสารสนเทศภายใต้แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ ซึ่งใช้กับเอกสารที่มีข้อมูลมาก ๆ ได้ [2] และยังจัดการกับเอกสารที่มีความคล้ายคลึงกันได้เป็นอย่างดี [3]

การนำการวิเคราะห์หาความหมายแฝง (Latent Semantic Indexing : LSI) มาใช้กับการประมวลผลข้อความ (Text Processing) นั้นสืบเนื่องมาจากการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) ในยุคแรกใช้คำสำคัญ (Keywords) ในการระบุสิ่งที่ต้องการและทำการค้นคืนจากคำสำคัญที่ระบุ แต่ปัญหาก็คือ บางเอกสารที่ไม่มีคำที่ผู้ใช้ระบุแต่เอกสารนั้นตรงกับความต้องการ (Relevant Document) จะไม่ถูกค้นคืน [4] ซึ่ง การวิเคราะห์ความหมายแฝง เป็นวิธีการที่มีหลักการทำงานอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณทางสถิติ โดยพิจารณาจากการปรากฏร่วมของคำต่าง ๆ (Co-Occurrence) เป็นเทคนิคการทำดัชนีแบบใหม่

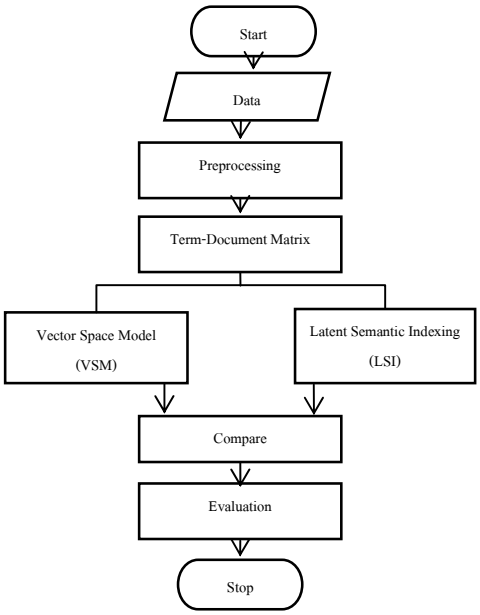
โดยใช้อัลกอริทึมการแยกค่าแบบเดี่ยว (Singular Value Decomposition) นำมาปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลภาษาไทย เพื่อให้การค้นหาข้อมูลสามารถใช้คำที่เป็นคำสำคัญหรือคำที่มีความหมายในเชิงหนื้อหา และสามารถเพิ่มค่าความถูกต้อง [5] และยังช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ [6] ซึ่งสามารถค้นหาและได้ผลลัพธ์ ที่ได้ใกล้เคียงกับกลุ่มคำที่ต้องการค้นหามากที่สุด เนื่องจากในการถอดความภาษาไทยด้วยการใช้เทคนิควิเคราะห์หาความหมายแอบแฝง มีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาระบบประเมินการเขียนถอดความที่เป็นภาษาไทยได้เป็นอย่างดีอีกด้วย [7]

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยข้างต้น แสดงให้เห็นว่าเทคนิคแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ เป็นการใช้คณิตศาสตร์เรียบง่ายในการคิด มีการพิจารณาความถี่ของคำ และสามารถจัด Ranking ของเอกสารได้ สามารถใช้ได้กับเอกสารที่มีข้อมูลมาก ๆ ได้ดี ซึ่งการใช้อัลกอริทึมข้างต้นสามารถช่วยค้นคืนเอกสารได้ดีแต่ก็ยังมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น บางเอกสารที่ไม่มีคำที่ผู้ใช้ระบุแต่เอกสารนั้นตรงกับความต้องการ (Relevant Document) จะไม่ถูกค้นคืนในการค้นคืนเอกสารนั้น [8] ในปัจจุบันได้มีนักวิจัยนำอัลกอริทึมอื่น ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการค้นคืนเอกสารมากมาย เช่น อัลกอริทึมแบบการหาความหมายแฝง ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่มีความสามารถทางด้านความเร็วในการค้นหาข้อมูล และได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มคำที่ต้องการค้นหามากที่สุด รวมทั้งช่วยลดปัญหาทางด้านเอกสารที่ค้นคืนไม่มีคำที่ผู้ใช้ระบุแต่เอกสารนั้นตรงกับความต้องการของผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดด้านต่าง ๆ ที่ได้จากงานวิจัยข้างต้นมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบงาน โดยได้ใช้หลักการพัฒนาระบบถามตอบภายใต้แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ ที่สามารถจัดการกับเอกสารมาก ๆ ได้และยังหาค่าความคล้ายคลึงกันของเอกสารได้เป็นอย่างดี [2], [3] เปรียบเทียบกับหลักการวิธีวิเคราะห์ความหมายแฝง โดยใช้อัลกอริทึมการแยกค่าแบบเดี่ยว (Singular Value Decomposition: SVD) ที่สามารถค้นหาและได้ผลลัพธ์ ที่ได้ใกล้เคียงกับกลุ่มคำที่ต้องการค้นหามากที่สุด [4], [5], [6]

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

กระบวนการทำงานของการวิเคราะห์ระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา ได้ใช้ อัลกอริทึม 2 แบบ คือ อัลกอริทึมแบบ Vector Space Model และอัลกอริทึมแบบ Latent Semantic Indexing (LSI) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเลือกคำตอบ โดยนำทั้ง 2 อัลกอริทึมมาเปรียบเทียบเพื่อหาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการวิเคราะห์ระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา

3.1.1 การนำข้อมูลในฐานข้อมูลเข้ามาผ่านกระบวนการจัดการกับข้อความ เข้ามาทำการตัดคำและเครื่องหมายต่าง ๆ ออก หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลการสืบค้นของผู้ใช้งานระบบที่ได้ส่งต่อไปยังกระบวนการของการสร้าง Term Document Matrix เพื่อทำการหาค่าน้ำหนักของคำต่อไป

3.1.2 ขั้นตอนการสร้าง Term-Document Matrix ส่วนนี้จะจัดการกับข้อความที่ได้มาจากฐานข้อมูลคำถาม โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการนับจำนวนในเอกสาร ว่ามีคำแต่ละคำในเอกสารจำนวนกี่คำ คำแต่ละคำมีปรากฏในเอกสารกี่เอกสารจากจำนวนเอกสารทั้งหมด และทำการนับคำด้วยว่ามีคำอะไรบ้างจากเอกสารทั้งหมดเพื่อที่จะนำไปใช้ทำเป็น Index Term และนำข้อมูลที่ได้

จากกระบวนการนับคำในกระบวนการก่อนมาทำการหาค่าน้ำหนักของคำ เพื่อที่จะนำไปสร้างเป็น Term – Document Matrix เพื่อส่งค่าที่ได้เข้าสู่กระบวนการต่อไป

3.1.3 จากนั้นแยกไปคำนวณด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ และการคำนวณค่านามแฝงด้วย SVD Algorithm เพื่อที่จะได้ใช้ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการผ่านกระบวนการเหล่านี้ มาทำการประมวลผลหาค่าความคล้ายคลึงกันของเอกสาร จากนั้นพัฒนาระบบถามตอบโดยใช้ Netbeans 7.2 ในการเขียนโปรแกรมการทำงานของระบบ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และ ค่าเอฟเมเชอร์ (F-Measure)

3.1.4 นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันว่าวิธีใดดีที่สุด และสรุปผลที่ได้

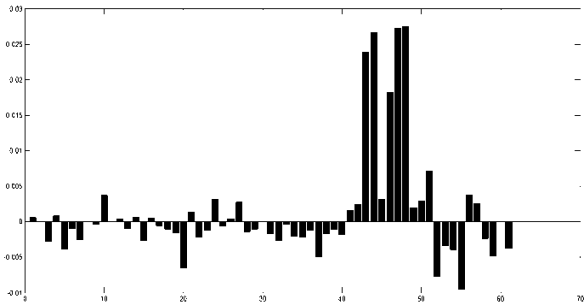
3.1.5 ประเมินผลระบบ

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผลของการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

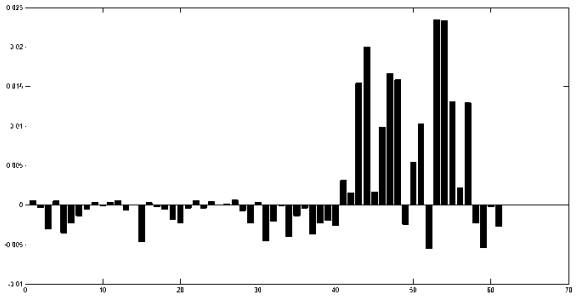
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

4.1.1 ผลการดำเนินงานแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ มีความแม่นยำในการเข้าถึงข้อมูล (Precision) แต่ได้ข้อมูลที่ไม่ค่อยตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Recall) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ผลการคำนวณค่าความคล้ายคลึงกันของเอกสารวิธี VSM

4.1.2 ผลการดำเนินงานของอัลกอริทึมแบบการวิเคราะห์หาความหมายแฝง (Latent Semantic Indexing : LSI) มีความแม่นยำในการเข้าถึงข้อมูล (Precision) และได้ข้อมูลที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Recall) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ผลการคำนวณค่าความคล้ายคลึงกันของเอกสารวิธี LSI

4.1.3 เมื่อนำส่วนของการออกแบบไปพัฒนาระบบ โดยใช้โปรแกรม Netbean แล้ว จากการพัฒนาระบบได้ผลลัพธ์ดังแสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: แสดงหน้าจอในส่วนของผู้ใช้หลังการสืบค้นคำถาม

4.2 ผลการประเมินระบบ

งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-Measure) [9] ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยเลือกคำสำคัญจำนวน 10 คำ เพื่อใช้ในการสืบค้น 10 ครั้ง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพ

Query	VSM			LSI		
	P	R	F	P	R	F
ทหาร	1	0.545	0.71	1	1	1
บริการ	1	0.94	0.97	0.88	1	0.94
บัตรนักศึกษา	1	0.44	0.61	0.83	1	0.91
นักศึกษา	1	0.612	0.76	1	1	1

รายวิชา	1	0.857	0.92	1	1	1
เอกสารทหาร	0.5	1	0.66	0.66	1	0.8
ลงทะเบียน	0.75	0.615	0.67	0.88	1	0.94
ปริญญาบัตร	1	0.5	0.66	1	1	1
รับปริญญา	0.66	0.75	0.7	0.75	1	0.86
ห้องพัก	1	1	1	1	1	1
ค่าเฉลี่ย	0.891	0.72	0.77	0.9	1	0.95

จากการทดสอบพบว่าของอัลกอริทึมแบบ Vector Space Model ได้ค่า Precision = 0.891 ค่า Recall = 0.72 และค่า F-Measure = 0.77 ส่วน การหาความหมายแฝง Latent Semantic Indexing (LSI) ได้ค่า Precision = 0.9 ค่า Recall = 1 และค่า F-Measure = 0.95

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา โดยผู้ใช้งานทั่วไป และทำการหาผลเฉลี่ยรวมจากผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมด้านความสามารถในการทำงาน ($\overline{X}$ = 4.23 ,S.D. = 0.06) ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน($\overline{X}$ = 4.16 ,S.D. = 0.11) ประสิทธิภาพในการทำงาน ($\overline{X}$ = 4.12 ,S.D. = 0.07) สรุปผลได้ว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยค่าค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.03

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบถามตอบด้านการบริการนักศึกษา ได้นำแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ และการหาความหมายแฝงมาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบถามตอบ แบบจำลองเวกเตอร์สเปซ มีความแม่นยำในการเข้าถึงข้อมูล (Precision) แต่ได้ข้อมูลที่ไม่ค่อยตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Recall) เพราะเป็นการเปรียบเทียบคำจาก Index โดยไม่ได้สนใจความหมายของคำ จึงทำให้ได้ค่าความแม่นยำ (Precision) มากกว่าค่าความครบถ้วน (Recall) ส่วนการหาความหมายแฝงมีความแม่นยำในการเข้าถึงข้อมูล(Precision) และได้ข้อมูลที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Recall) เนื่องจากสามารถใช้คำที่เป็นคำสำคัญหรือคำที่มีความหมายในเชิงเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการได้มากกว่า

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้ ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการบริการนักศึกษา ควรเรียนรู้ระบบและศึกษาเอกสารงานวิจัยฉบับนี้ให้ละเอียดและเข้าใจก่อนนำระบบไปใช้ และควรปรับปรุงข้อมูลให้ถูกต้องและเป็นปัจจุบันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ในการออกแบบและพัฒนาระบบถามตอบ สามารถนำหลักการนี้ไปใช้กับระบบงานอื่น ๆ ได้ และควรเพิ่มเติมขอบเขตของฐานข้อมูลให้กว้างขึ้น หรือใช้รูปแบบคำถามในลักษณะอื่น ๆ เพื่อให้การสืบค้นแม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ไกรศักดิ์ เกสร. “การค้นหาข้อมูลเชิงความหมาย แนวติดใหม่ของโปรแกรมการค้นหา (Search Engine) และแนวทางการพัฒนาในอนาคต”. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1*, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554.

[2] บังอร กลับบ้านเกาะ. *การค้นคืนสารสนเทศออนไลน์โดยใช้ซีเนติกอัลกอริทึม*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.

[3] ณัฐพร หอมเมือง. *การพัฒนาระบบถามตอบภายใต้แบบจำลองเวคเตอร์สเปซแบบผสมผสาน*. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[4] กนกรัตน์ และคณะ. “การตั้งคำถามจากข้อคิดเห็นของผู้เชียวชาญด้วยวิธีการวิเคราะห์ความหมายแอบแฝง สำหรับการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย”. *Proceedings of the Second Conference on Knowledge and Smart Technologies*, 2010

[5] ธีรเดช ตันไพบูลย์. *การจัดทำดัชนีคำไทยอัตโนมัติแบบแฝงความหมาย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543.

[6] อัษฎางค์ แดงไทย. *การย่อความเอกสารภาษาไทยโดยการวิเคราะห์หาความหมายที่แอบแฝง*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548

[7] ศุภวรรณ เปรมกุศลชัย. *การประเมินคุณภาพการถอดความภาษาไทยด้วยการวิเคราะห์หาความหมายแฝง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.

[8] Deerwester, S. et. Al. (1990). "Indexing by latent semantic analysis". *Journal of the AmericanSociety for Information Scienc++e*. 41(3): 91-407.

[9] *Guizhen Yang, Saikat Mukherjee, and I. V. Ramakrishnan, On precision and Recall of Multi-Attribute Data Extraction from Semistructured Sources [Electronic version]. 2003.*

ประสิทธิภาพของการสืบค้นเชิงความหมายแบบใช้คำค้น : กรณีศึกษาระบบ SKengine สำหรับการค้นหาพยานผู้เชี่ยวชาญในศาล

Performance of semantic keyword search: A case study of SKengine system for expert witness discovery

สิรยา สิทธิสาร (Siraya Sitthisarn)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ssitthisarn@gmail.com

บทคัดย่อ

การค้นหาเชิงความหมายแบบใช้คำค้นเป็นการสืบค้นข้อมูลที่ในรูปแบบ RDF ผ่านส่วนการติดต่อกับผู้ใช้แบบคำค้น ซึ่งคำค้นจากผู้ใช้จะถูกแปลงเป็นประโยคสอบถามเชิงความหมายที่สอดคล้องกับความหมายของคำค้นนั้นโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ระบบสืบค้นแบบนี้จะซ่อนผู้ใช้จากความยุ่งยากของ syntax ของภาษาสอบถามเชิงความหมายและโครงสร้างของออนโทโลจี ในบทความวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาถึงจำนวนคำค้นจากผู้ใช้ที่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพของการค้นหาเชิงความหมายแบบใช้คำค้น โดยจะเน้นศึกษาผลกระทบต่อประสิทธิภาพในด้านเวลาที่ใช้ในการคำนวณประโยคสอบถามและการจัดลำดับกราฟประโยคสอบถาม การทดสอบจะใช้กรณีศึกษาระบบ SKengine ซึ่งเป็นระบบค้นหาเชิงความหมายแบบคำค้นสำหรับค้นหาข้อมูลพยานผู้เชี่ยวชาญในศาล โดยผลการทดสอบพบว่าจำนวนคำค้นแปรผกผันกับประสิทธิภาพในด้านเวลาและการจัดลำดับกราฟที่ถูกต้อง

คำสำคัญ: การค้นหาเชิงความหมายแบบใช้คำค้น RDF ประโยคภาษาสอบถามเชิงความหมาย

Abstract

Semantic keyword search enhances the performance of keyword search technique by transforming keywords into a semantic query automatically. Therefore a user can query information in RDF format using keyword interface. The benefit of a semantic keyword search is to hide the ontology structure and the complexity of the formal semantic query from users. In this paper, the investigation of performance of semantic keyword search is proposed. The study focused the impact of the number of user keywords to computation time and the accuracy of query graph ranking. The semantic keyword search system for expert witness discovery named SKengine was a case study. After testing, the results showed that the number of keywords was inversely related to the time performance and ranking accuracy of SKengine.

Keyword: semantic keyword search, RDF, Semantic query

1. บทนำ

เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) มีบทบาทสำคัญสำหรับการจัดการข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสืบค้นโดยอาศัยความหมายเป็นสำคัญ [1] ซึ่งการสืบค้นแบบเว็บเชิงความหมายจะทำให้การค้นหามีความถูกต้องมากขึ้น และแก้ปัญหาเรื่องความกำกวมของการสืบค้นข้อมูลแบบเดิม (ใช้คำค้น) ที่ยังอาศัยการดึงเอกสารหรือข้อมูลที่มีคำค้นเหล่านั้นปรากฏอยู่โดยไม่คำนึงถึงความหมายที่แท้จริง

เว็บเชิงความหมายประกอบด้วยเทคโนโลยีต่างๆมากมายหลายระดับ แต่จะพบว่าเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับออนโทโลจี (Ontology) และภาษา RDF [2] มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิผลในการค้นหา เนื่องจากออนโทโลจีคือต้นแบบองค์ความรู้ (Knowledge model) ซึ่งจะมีการบรรยายความรู้เหล่านั้นในลักษณะแนวคิด (Concept) และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด (Relation) แนวคิดและความสัมพันธ์เหล่านี้จะนำมาใช้เป็นส่วนเมตาดาต้า (Metadata) ในการอธิบายความหมายของข้อมูล เมตาดาต้าและข้อมูลเหล่านี้จะแสดงอยู่ในรูปภาษา RDF ซึ่งจะทำให้ระบบสืบค้นสามารถเข้าใจ

ความหมายของข้อมูลได้ นอกจากนี้ภาษา RDF ยังเอื้ออำนวยในการรวมประสานข้อมูลหรือความรู้จากหลายๆแหล่งข้อมูลเข้าด้วยกันได้

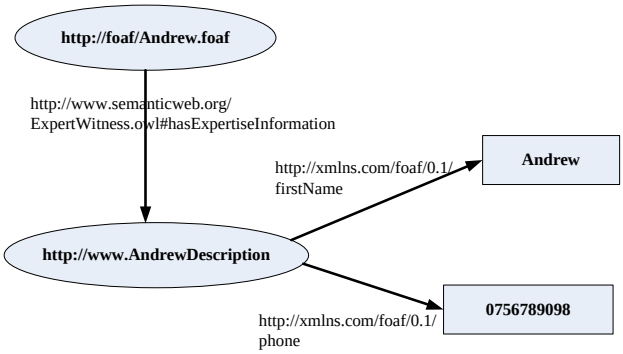
ในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมาพบว่ามีจำนวนของข้อมูลในรูปแบบ RDF เพิ่มมากขึ้นทั้งนี้รวมถึงข้อมูลผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆ [3] แต่ทว่าการเข้าถึงข้อมูลประเภทนี้ต้องใช้ภาษาสอบถามเชิงความหมาย (Semantic query) ยกตัวอย่างเช่น SPARQL [4] ซึ่งภาษาแบบนี้ไม่เหมาะกับผู้ใช้ทั่วไป เนื่องจากมันมี syntax ที่ซับซ้อนและผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจกับโครงสร้างของออนโทโลจีจึงจะสามารถสร้างประโยคสอบถามได้

เพื่อแก้ปัญหานี้หลายๆงานวิจัยได้นำเสนอระบบสืบค้นเชิงความหมายแบบใช้คำค้น (Semantic Keyword Search) [6, 8, 9] ซึ่งจะให้ผู้ใช้กรอกกลุ่มคำค้นเข้าสู่ระบบ จากนั้นระบบจะทำการแปลงกลุ่มของคำค้นให้เป็นประโยคของภาษาสอบถามเชิงความหมายที่สอดคล้องกับความหมายของกลุ่มคำค้นนั้นโดยอัตโนมัติ จากการศึกษาพบว่างานวิจัยเหล่านั้นได้เน้นทดสอบระบบในส่วนของประสิทธิผลในการสืบค้น แต่ยังขาดการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ จากพฤติกรรมผู้ใช้ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ ดังนั้นในบทความวิจัยนี้จึงนำเสนอการศึกษาผลกระทบของจำนวนคำค้นจากผู้ใช้ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านเวลาที่ใช้ในการคำนวณประโยคสอบถาม และการจัดลำดับกราฟประโยคสอบถาม ทั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ระบบ SKengine ซึ่งเป็นระบบค้นหาเชิงความหมายแบบคำค้นสำหรับค้นหาข้อมูลพยานผู้เชี่ยวชาญในศาลเป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นตัวแทนของระบบที่ใช้เทคนิคการสร้างกราฟของประโยคสอบถาม

2. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาษา RDF

ภาษา RDF เป็นภาษาที่อาศัยไวยากรณ์ของภาษา XML เพื่อแสดงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่แอพพลิเคชั่นสามารถเข้าใจได้ ใน RDF ข้อมูลจะถูกแสดงในรูปแบบของประโยค (Statement) ซึ่งในแต่ละประโยคประกอบด้วย 3 ส่วนคือประธาน (Subject), ความสัมพันธ์ (Predicate) และ กรรม (Object) [2] รูปประโยคในภาษา RDF สามารถแสดงได้ในลักษณะกราฟ ซึ่งประธานและกรรมจะแทนด้วยโหนด ส่วนความสัมพันธ์จะแทนด้วยเส้น โหนดมีอยู่ 2 ชนิดคือรีซอร์ส (Resource) และลิตเทอร์รอล (Literal) โดยลิตเทอร์รอลจะแทนค่าที่เป็นค่าคงที่ เช่นตัวอักษรและตัวเลข ส่วนรีซอร์ส (Resource) จะแทนด้วย URI โดยรีซอร์สเป็นได้ทั้งประธานและกรรมของประโยค ภาษา RDF ยังเอื้ออำนวยในการรวมประสานข้อมูลหรือความรู้จากหลายๆแหล่งข้อมูลเข้าด้วยกันได้ เนื่องจากประโยค RDF เป็นการประกอบกันของรีซอร์สที่แสดงในรูป URI ซึ่งแต่ละ URI จะเป็นชื่อเฉพาะไม่ซ้ำกันทั่วโลก ดังนั้นการใช้ URI ทำให้สามารถประสานข้อมูลผ่านแหล่งข้อมูลที่ต่างกันโดยไม่จำเป็นต้องมีการแปลความ ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่าง RDF กราฟของข้อมูลผู้เชี่ยวชาญคนหนึ่งที่ชื่อ Andrew



ภาพที่ 1: ตัวอย่าง RDF กราฟของข้อมูลผู้เชี่ยวชาญที่ชื่อ Andrew

รูปประโยคในภาษา RDF ยังสามารถแสดงได้โดยอาศัย XML syntax ซึ่งเรียกว่า RDF/XML ในภาพที่ 2 แสดงข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญที่ชื่อ Andrew ในรูปแบบ RDF/XML ที่สอดคล้องกับกราฟในภาพที่ 1

```
<j.2:ExpertWitness rdf:about="http://foaf/Andrew.foaf">
  <j.2:hasExpertiseInformation>
  <j.2:PersonalDescription
rdf:about="http://www.AndrewDescription">
   <foaf:firstName>Andrew</foaf:firstName>
   <foaf:phone>07567890987</foaf:phone>
 </j.2:PersonalDescription>
 </j.2:hasExpertiseInformation>
```

ภาพที่ 2: ตัวอย่างข้อมูลผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบ RDF/XML

2.2 ภาษา SPARQL

หน่วยงาน W3C (www.w3c.org) ได้กำหนดให้ภาษา SPARQL เป็นภาษามาตรฐานในการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบ RDF โดยภาษา SPARQL จะทำงานอยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบรูปประโยคของ RDF กับรูปประโยคสอบถาม

(Query statement) ซึ่งถ้าพบว่ามีรูปแบบที่เข้ากันได้ก็จะดึงส่วนประโยค RDF ที่ตรงกับคำสั่งออกมา [4]

ซึ่งประโยค SPARQL ในภาพที่ 3 นี้จะทำการค้นทุกประโยคใน RDF ที่มี Predicate เป็น foaf:firstName และมี Object เป็นอะไรก็แล้วแต่ ซึ่งหลังจากประโยคนี้ถูกประมวลผลมันก็ดึงข้อมูลของคนใดๆ ที่มีชื่อขึ้นมา

```
PPEFIX foaf:http://xmlns.com/foaf/0.1/
SELECT ?x
WHERE {?x foaf:firstName ?name.}
```

ภาพที่ 3: ตัวอย่างของ SPARQL

2.3 การค้นข้อมูลเชิงความหมายโดยใช้ส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้แบบคำค้น

กลไกการค้นหาแบบนี้จะทำการรับกลุ่มคำค้น (Keyword phrase) จากผู้ใช้และแปลงให้อยู่ในรูปประโยคภาษาสอบถามเชิงความหมายอย่างอัตโนมัติ โดยจะพยายามสกัดความหมายที่เชื่อมโยงกันของแต่ละคำค้นแล้วทำการสร้างประโยคภาษาสอบถามเชิงความหมายที่มีความหมายแตกต่างกันออกไปขึ้นมา เทคนิคในการแปลงคำค้นเป็นประโยคภาษาสอบถามเชิงความหมายมีด้วยกัน 2 แบบหลักๆ คือ

(1) การกำหนดรูปแบบของเทมเพลต

เทคนิคนี้กลไกการค้นหาจะกำหนดเทมเพลตสำหรับสร้างประโยคของภาษาสอบถามเชิงความหมายไว้ล่วงหน้าก่อนการประมวลผล รูปแบบของเทมเพลตจะถูกกำหนดขึ้นจากการจัดผสมกันของชนิดเอนทิตี้ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในแต่ละตำแหน่งคำของกลุ่มคำค้น เมื่อผู้ใช้กรอกกลุ่มคำค้นเข้าสู่ระบบ คำค้นแต่ละตัวจะถูกแมพกับ RDF และออนโทโลจีเอนทิตี้ ที่มีความหมายสอดคล้องกัน เช่น คำว่า “Toy” อาจจะสามารถแมพกับ class:ToyProduct เป็นต้น จากนั้นเอนทิตี้เหล่านั้นจะถูกแมพกับเทมเพลตที่สอดคล้องกับชนิดของมัน ตัวอย่างของระบบที่ใช้เทคนิคแบบเทมเพลตได้แก่ SemSearch [6] และ Quick[7] แม้ว่าเทคนิคนี้จะพัฒนาได้ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ก็ไม่ยืดหยุ่นเนื่องจากต้องมีการกำหนดเทมเพลตไว้ล่วงหน้า

(2) การใช้เทคนิคการสร้างกราฟ

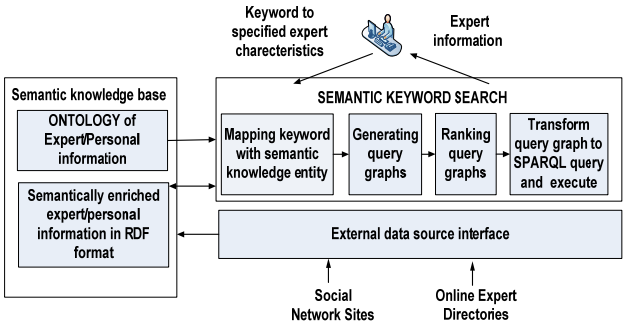
เทคนิคแบบนี้จะใช้อัลกอลิทึม (Algorithm) ที่อาศัยวิธีการล่อง RDF กราฟ (RDF graph traversing) เพื่อสร้างส่วนของกราฟย่อย (RDF sub graph) ที่คาดว่าจะสอดคล้องกับความหมายของคำค้นขึ้นมา กราฟที่สร้างขึ้นนั้นจะมีลักษณะเป็นทรี (Tree) โดยจะสามารถแสดงได้ในรูปแบบ (r, $\{e_1,e_2,e_3..e_n\}$) ซึ่ง r คือรูทโหนดของกราฟและเป็นคำตอบของการสอบถาม ส่วน e_n ใดๆ คือเอนทิตี้ที่แมพกับคำค้นต่าง ๆ ตัวอย่างระบบที่ใช้เทคนิคการสร้างกราฟเช่น SPARK[8] และ Q2Semantic[9] ซึ่งระบบเหล่านี้มีความแตกต่างกันตรงที่อัลกอลิทึมที่ใช้และเทคนิคในการลดค่าใช้จ่ายในการคำนวณกราฟ ในแง่การพัฒนาวิธีการสร้างกราฟจะมีความซับซ้อนกว่าแต่ก็มีความยืดหยุ่นกว่าแบบเทมเพลต

3. กระบวนการดำเนินงานในระบบ SKengine

เนื่องจากในการศึกษาประสิทธิภาพของระบบสืบค้นเชิงความหมายผู้วิจัยจะใช้ระบบ SKengine ซึ่งเป็นระบบค้นหาพยานผู้เชี่ยวชาญในศาลเป็นกรณีศึกษา ดังนั้นในส่วนต่อไปนี้จะอธิบายถึงสถาปัตยกรรมและกลไกการสืบค้นของระบบ SKengine

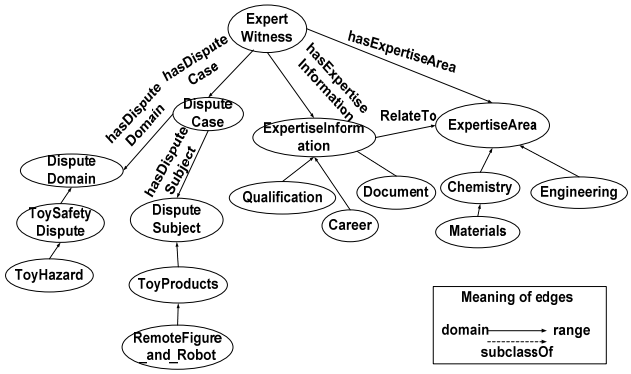
3.1 สถาปัตยกรรมของ SKengine

SKengine เป็นระบบสืบค้นเชิงความหมายโดยใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบคำค้น โดยมีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลบุคคลที่อยู่ในรูปแบบ RDF สถาปัตยกรรมระบบในระดับสูง (Conceptual architecture) จะถูกแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งระบบ SKengine ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ



ภาพที่ 4: สถาปัตยกรรมของระบบ SKengine

(1) ฐานความรู้เชิงความหมาย (Semantic knowledge base) : เป็นแหล่งที่จัดเก็บออนโทโลจีและข้อมูลเชิงความหมายในรูปแบบของ RDF ในที่นี้จะใช้ออนโทโลจีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลผู้เชี่ยวชาญที่สามารถเป็นพยานในศาล [5] ดังแสดงในภาพที่ 5 และข้อมูล RDF ของผู้เชี่ยวชาญที่สอดคล้องกับออนโทโลจีนั้น ซึ่งข้อมูลผู้เชี่ยวชาญจะได้มาจากการให้ผู้เชี่ยวชาญอธิบายข้อมูลของตนเองโดยใช้คำศัพท์ต่างๆในออนโทโลจี



ภาพที่ 5: ออนโทโลจีข้อมูลพยานผู้เชี่ยวชาญพยานในศาล

(2) ส่วนการติดต่อกับข้อมูลภายนอก (External data source interface) : จะเป็นส่วนติดต่อที่ทำให้ SKengine สามารถดึงข้อมูลผู้เชี่ยวชาญมาจากแหล่งอื่นๆ เช่นจาก เว็บ social network แล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูป RDF จากนั้นนำข้อมูลมาเก็บในฐานความรู้

(3) ส่วนของกลไกการค้นหาข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic keyword search) : จะเป็นกลไกการสืบค้นที่มีการรับกลุ่มคำค้นจากผู้ใช้และทำการแปลงให้อยู่ในรูปของประโยคสอบถามเชิงความหมายในภาษา SPARQL ตัวอย่างเช่น เมื่อผู้ใช้สืบค้นด้วยกลุ่มคำค้นว่า “overheated remote-control toy” เพื่อค้นหาผู้เชี่ยวชาญที่สามารถมาเป็นพยานในศาลสำหรับการฟ้องร้องบริษัทผลิตของเล่นประเภทควบคุมด้วยรีโมตคอนโทรลแห่งหนึ่ง ซึ่งกรณีฟ้องร้องคือตัวรีโมทนั้นมีความร้อนเกินขนาดและเป็นอันตรายต่อเด็ก ซึ่งเมื่อผู้ใช้กรอกกลุ่มคำค้นเข้าไป SKengine จะทำการสร้างประโยค SPARQL ที่สอดคล้องกับความหมายของคำค้นดังภาพที่ 6

```
PREFIX expert: http://www.semanticweb.org/ExpertWitness.owl#
PREFIX dispute: http://www.semanticweb.org/Dispute.owl#
PREFIX rdf: http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
PREFIX toy: http://www.semanticweb.org/ToyProducts.owl#
SELECT DISTINCT ?person where {
?person expert:hasDisputeCase ?a .
?a dispute:hasDisputeDomain> ?CIns0 .
?CIns0 rdf:type dispute:BatteryOverheat .
?a dispute:hasDisputeSubject ?CIns2.
?CIns2 rdf:type toy:ToyProducts .
?CIns2 rdf:type toy:RemoteFigure_and_Robot> . }
```

ภาพที่ 6: ตัวอย่างประโยค SPARQL ที่ถูกสร้างจาก SKengine ซึ่งมีความหมายสอดคล้องกับคำค้น “overheated remote-control toy”

ซึ่งหลังจากมันถูกประมวลผลแล้วเสร็จก็จะทำการดึงข้อมูลผู้เชี่ยวชาญขึ้นมาให้ผู้ใช้

3.2 กระบวนการสร้างประโยคสอบถามเชิงความหมาย

การที่จะได้ประโยคสอบถามเชิงความหมายดังในภาพที่ 6 นั้น เริ่มต้นกลไกการค้นข้อมูลจะทำการแมพแต่ละคำค้นเข้ากับเอนทิตี้ (class, property และ literal) ที่ปรากฏอยู่ในฐานความรู้เชิงความหมาย เช่นคำว่า “overheated” สามารถแมพได้กับ class: BatteryOverheat , คำว่า “remote-control” สามารถแมพได้กับ class: RemoteFigure_and_Robot ส่วนคำว่า Toy นั้นสามารถแมพได้ทั้ง class: ToyProduct และ literal: toy company

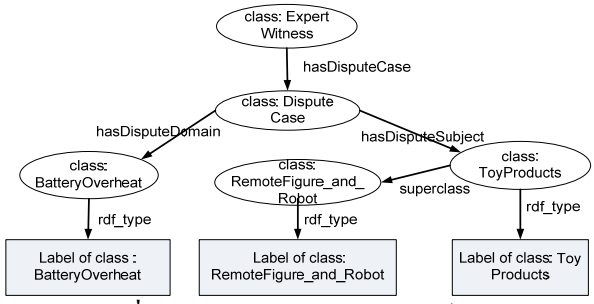
จากนั้นกลุ่มของเอนทิตี้ที่สอดคล้องกับแต่ละคำค้นจะถูกนำมาจัดสุ่มเป็นกลุ่มๆ เพื่อให้ได้กลุ่มของเอนทิตี้ที่มีความหมายที่หลากหลาย จากตัวอย่างข้างต้นจะได้กลุ่มของเอนทิตี้ 2 กลุ่มคือ

query set 1: {class:BatteryOverheat, class:Remote-Figure_and_Robot, class:ToyProduct} และ

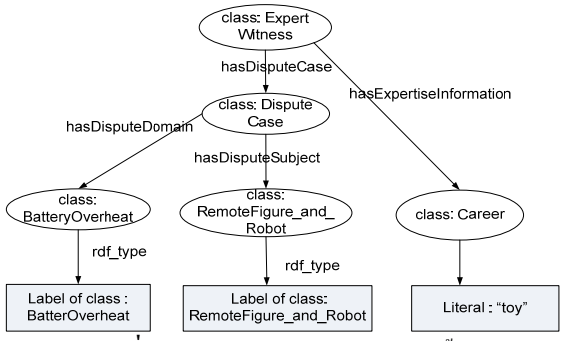
query set 2: { class:BatteryOverheat, class:RemoteFigure_and_Robot, literal: “toy company”}

จากนั้นกลุ่มของเอนทิตี้จะถูกนำไปสร้างกราฟของประโยคสอบถาม โดยในการสร้างกราฟจะใช้อัลกอลิทึมที่ชื่อ “Fix-root query graph construction” [5] โดยอัลกอลิทึมนี้จะผลิตกราฟของประโยคสอบถามต่างๆขึ้น โดยในงานด้านการค้นหาผู้เชี่ยวชาญนั้นเราจะทราบชนิดของคำตอบที่ต้องการอยู่แล้วว่าคือ “ผู้เชี่ยวชาญ” ดังนั้นจะทำการกำหนดชนิดของรูทโหนดเป็น Class: ExpertWitness การทำงานของอัลกอลิทึมจะใช้วิธีการสร้างกราฟจากโหนดล่างสุด (โหนดของเอนทิตี้ต่างๆใน query set) แล้วใช้หลักการรวมโหนดและการขยายการเชื่อมต่อไปยังโหนดใหม่ไปทีละชั้นๆ กระทั่งไปถึงโหนดรูท (Root node) ที่กำหนดไว้ โดยการเชื่อมต่อไปยังโหนดใหม่จะพิจารณาจากโครงสร้างของออนโทโลจี และเนื่องจากมีกลุ่มของเอนทิตี้หลายกลุ่มดังนั้นกราฟที่สร้างขึ้นจึงสามารถมีได้มากกว่าหนึ่งเช่นกัน ดังเช่นกราฟที่ SKengine สร้างขึ้นจากคำค้น “overheated remote-control toy” มีจำนวนสองกราฟดังแสดงในภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับเพื่อจัดว่ากราฟใดที่ตรงกับความหมายของกลุ่มคำค้น

และตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด ซึ่งประโยคที่มีค่าลำดับสูงสุดจะถูกแปลงไปเป็นประโยค SPARQL และจะถูกประมวลผลเพื่อดึงข้อมูลออกมาให้ผู้ใช้ ซึ่งการทำงานในการค้นหาเชิงความหมายจะถูกซ่อนจากผู้ใช้เสมือนว่าผู้ใช้ใช้ระบบสืบค้นแบบคำค้นที่มีการใช้กันทั่วไป



ภาพที่ 7: กราฟที่สอดคล้องกับกลุ่มเอนทิตี้ query set 1



ภาพที่ 8: กราฟที่สอดคล้องกับกลุ่มเอนทิตี้ query set 2

4. การทดสอบประสิทธิภาพระบบ SKengine

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทดสอบเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนคำค้นจากผู้ใช้ต่อประสิทธิภาพในการจัดลำดับกราฟของประโยคสอบถามที่สอดคล้องกับความหมายของคำค้นและต่อเวลาในการคำนวณสำหรับสร้างประโยคสอบถาม SPARQL

หน่วยที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดลำดับคือ MRR (Mean Reciprocal Rank) หน่วยนี้ใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพการจัดลำดับข้อมูลต่างๆ โดยพิจารณาว่า ค่าข้อมูลที่ถูกต้องถูกจัดให้อยู่ในลำดับใด MRR ถูกประยุกต์ใช้เพื่อวัดการจัดลำดับของประโยค SPARQL โดยค่า MRR คำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$\mathrm{MRR} = \frac{1}{|Q|}\sum_{i=1}^{Q}\frac{1}{rank_i} \qquad (1)$$

โดย $|Q|$ = จำนวนของกลุ่มคำค้นทั้งหมดและ rank_i = ลำดับที่ถูกต้องของประโยค SPARQL ที่ SKengine ทำการจัดลำดับ การพิจารณาว่ากราฟใดตรงกับความหมายของกลุ่มคำนั้นเราจะใช้การเปรียบกับเซทของ SPARQL มาตราฐานที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนหน่วยการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาเราจะทำการวัดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยรวมของ SKengine ในแต่ละคำค้น รวมทั้งวัดเวลาในการประมวลผลในแต่ละองค์ประกอบหลักของกลไกสืบค้นแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.1 การเตรียมข้อมูลการทดสอบ

สำหรับอินพุทของการทดสอบจะประกอบด้วย เซตของกลุ่มคำค้น (Set of Keyword Phrase) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มคำค้น 96 กลุ่ม ซึ่งคำค้นนี้ได้มาจากกลุ่มคำถามที่เป็นได้ว่าผู้ใช้จะทำการสอบถามจากฐานความรู้ (Competency questions) ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 โดยจำนวนคำค้นจะอยู่ในช่วง 1-8 คำ

ตารางที่ 1: ตัวอย่างคำถาม กับ คำค้น

Competency Question	Relevant Keywords	# Keywords
Who is an expert witness in a dispute case associated with a burning hazard, due to an overheated battery in a remote controlled toy?	Overheated remote-control toy	3
Who has a PhD in Engineering qualification?	PhD engineering	2

โดยเราจะได้เซตของกลุ่มคำค้น (Keyword Phrase Set) 1-8 โดย KP set n ใดๆ จะมีสมาชิกเป็นกลุ่มคำค้นที่มีจำนวนคำค้น n ตัว ซึ่งในแต่ละเซตประกอบด้วยกลุ่มคำค้นจำนวน 12 กลุ่ม ในการทดลองนี้ฐานความรู้จะประกอบด้วยออนโทโลจีของผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบ RDF จำนวน 75 ข้อมูล

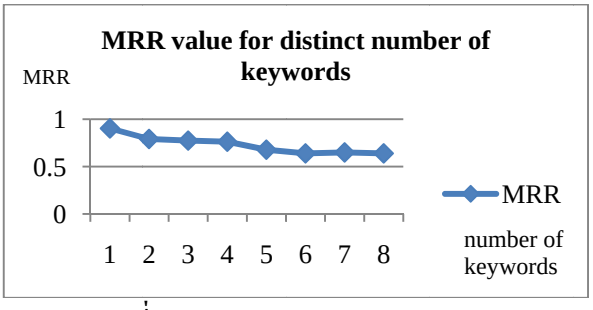
4.2 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบ แต่ละ KP set จะเป็นอินพุทสู่ SKengine จากนั้นเมื่อแต่ละกลุ่มคำค้นถูกประมวลผล ผู้ทดสอบจะทำการบันทึกว่าประโยค SPARQL ที่สอดคล้องกับความหมายของคำค้นนั้นถูกจัดลำดับให้อยู่ที่ลำดับใด เมื่อทำการประมวลผลกลุ่มคำค้นในแต่ละ KP set แล้วเสร็จก็ทำการหาค่า MRR ของแต่เซต ส่วนการหาประสิทธิภาพด้านเวลาผู้ทดสอบจะทำการบันทึกเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยรวมของแต่ละกลุ่มคำค้นและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของการแมพเอนทิตี้ การสร้างกราฟประโยคสอบถาม และเวลาที่ใช้ในการจัดลำดับ ซึ่งเวลาเหล่านี้สามารถตรวจสอบได้จาก Log ของการประมวลผล

4.3 ผลการทดสอบ

(1) ประสิทธิภาพของการจัดลำดับกราฟ

ผลจากการทดสอบหาประสิทธิภาพของการจัดลำดับประโยค SPARQL ได้แสดงในภาพที่ 9 ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนคำค้นที่เป็นอินพุทจากผู้ใช้แปรผกผันกับค่า MRR

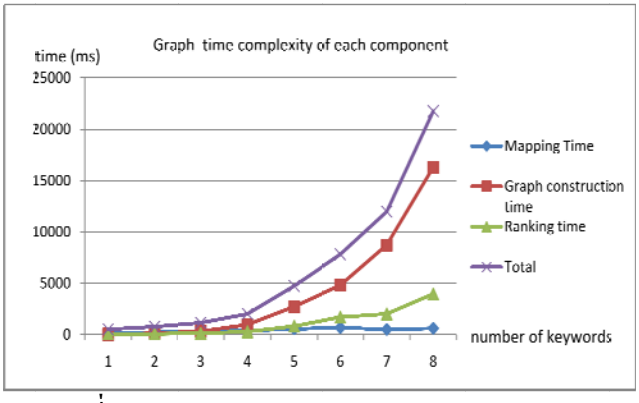


ภาพที่ 9: กราฟแสดงค่า MRR สำหรับแต่ละ KP set

ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการที่กลุ่มคำค้นประกอบด้วยคำหลายๆ คำนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านความกำกวมในแง่ความหมายของคำและความกำกวมในแง่ความสัมพันธ์ระหว่างคำที่มากกว่าจำนวนคำน้อยๆ ซึ่งอาจมีผลทำให้กระบวนการในการสร้างประโยคสอบถามทั้งในส่วนการสร้างกราฟและการจัดลำดับกราฟเกิดความผิดพลาด

(2) เวลาที่ใช้ในการประมวลผล

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพด้านเวลาของ SKengine แสดงในภาพที่ 10 ซึ่งมันแสดงให้เห็นว่าจำนวนคำในกลุ่มคำค้นมีผลต่อเวลาในการคำนวณและสร้างประโยคสอบถามเชิงความหมาย ซึ่งหากพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของกลไกการสืบค้นเราจะพบว่าเวลาในการสร้างกราฟของประโยคสอบถามมีความสัมพันธ์แบบ exponential กับจำนวนคำค้น ทั้งนี้เนื่องมาจากว่ายิ่งจำนวนคำมากก็ยิ่งต้องมีจำนวนเอนทิตี้ที่ถูกแมพกับคำเหล่านั้นมากขึ้น ซึ่งกลุ่มเอนทิตี้เหล่านี้จะนำมาใช้เป็นโหนดตั้งต้นสำหรับการสร้างกราฟ ซึ่งถ้าโหนดตั้งต้นมากก็จะทำให้การท่องกราฟต้องใช้เวลามากขึ้นนั้นเอง และถ้าจำนวนกราฟที่ผลิตมามากเวลาที่ใช้ในการจัดลำดับก็จะมากสอดคล้องกัน



ภาพที่ 10: กราฟแสดงเวลาในการประมวลผลในแต่ละ KP set

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาถึงผลกระทบของจำนวนคำค้นต่อประสิทธิภาพของการสืบค้นเชิงความหมายแบบคำค้น โดยได้ทำการทดสอบกับกรณีศึกษาระบบ SKengine ที่ใช้สำหรับค้นหาพยานผู้เชี่ยวชาญในศาล ระบบ SKengine เป็นตัวอย่างของระบบค้นหาเชิงความหมายที่ใช้เทคนิคการสร้างกราฟของประโยคสอบถาม ในการวัดประสิทธิภาพของระบบ SKengine พบว่าเมื่อผู้ใช้กรอกจำนวนคำค้นที่มากขึ้นก็จะมีผลทำให้ความถูกต้องของจัดลำดับประโยค SPARQL ที่ตรงกับความหมายของคำค้นต่ำลง และจำนวนคำค้นที่มากขึ้นทำให้เวลาในการประมวลผลกลุ่มคำค้นนั้นช้ากว่ากลุ่มคำค้นจำนวนน้อยๆ ซึ่งนอกจากการศึกษาเรื่องปัจจัยด้านจำนวนคำค้นแล้ว การศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ จากพฤติกรรมผู้ใช้ที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบค้นหาเชิงความหมายก็เป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเป็นประโยชน์สำหรับการนำระบบไปประยุกต์ใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Antoniou and F.V. Harmelen, *A semantic web primer*, The MIT Press :Massachusetts, USA, 2004..

[2] F. Manola and E. Miller, "RDF Primer" [Cited: Available from: http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/].

[3] C. Bizer, T. Heath, and T. Berners-Lee, "Linked data - the story so far". *Journal on Semantic Web and Information Systems*, 2009.

[4] E. Prud'hommeaux and A. Seaborne. "SPARQL Query Language for RDF" [Cited Available from: http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/].

[5] S. Sitthisarn, L. Lau, and P. Dew. "Semantic keyword search for expert witness discovery". *The: International Conference on Semantic Technology and Information Retrieval* (*STAIR*'11), Kuala Lumpur, Malaysia. 2011.

[6] Y. Lei, V. Uren, and E. Motta. "Semsearch : A seach engine for semantic web". *The 15th International conference on Knowledge Engineering and Knowledge management (EKAW)*, 2006.

[7] G. Zenz, X. Zhou, E. Minack, W. Siberski and W. Nejdl, "From keywords to semantic queries incremental query construction on semantic web". *Web Semantics:Science, Services and Agents on the World Wide Web*, Vol. 7, pp. 166-176, 2009

[8] Q. Zhou, C. Wang, M. Xiong, H. Wang and Y. Yu, "SPARK:Adapting Keyword Query to Semantic Search", *The 6th International Semantic Web Conference and the 2nd Asian Semantic Web Conference (ISWC/ASWC2007)*, Busan, Korea, 2007.

[9] H. Wang, K. Zhang, Q. Liu, T. Tran and Y. Yu, "Q2Semantic: A Lightweight Keyword Interface to Semantic Search". *The 5th European Semantic Web Conference (ESWC2008*), 2008.

ระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี
An Ontology – Based Search Engine System for Medications

ฉิชกุล อาคะมา (Nitchakul Arkama)
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Nitchakul.ar@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูล โดยใช้ออนโทโลยี เนื่องจากปัจจุบันการนำเสนอข้อมูลยามีเพิ่มมากขึ้นและมีข้อมูลที่หลากหลายแตกต่างกัน ข้อมูลจึงกระจัดกระจายและยากต่อการเชื่อมโยง โดยทั่วไปเมื่อผู้ใช้ค้นหาข้อมูลยาจะค้นหาได้เฉพาะคำที่มีลักษณะเหมือนกับคำที่ค้นหา จึงอาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ครอบคลุมส่งผลให้ผู้ใช้ยาขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องชื่อสามัญทางยาและชื่อทางการค้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี รวบรวมข้อมูลและพัฒนาในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) ด้วยภาษา PHP ใช้ฐานข้อมูล MySQL และทำการพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีโดยใช้โปรแกรม Hozo-Ontology Editor มีการประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 และผู้ใช้ทั่วไปได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ทดสอบประสิทธิภาพของการสืบค้นวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความถูกต้อง (F-Measure) สรุปผลการทดสอบการค้นหาแบบธรรมดามีค่าเฉลี่ยค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 60 และผลของการค้นหาโดยใช้ออนโทโลยีได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 85 ดังนั้นประสิทธิภาพการค้นหาของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ออนโทโลยีมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากกว่าการค้นหาแบบธรรมดา

คำสำคัญ: ยา ระบบสืบค้น ออนโทโลยี

Abstract

This research issue aims to improve efficiency of search engine for medications by using ontology-based technology. The system allows users to search for more knowledge of medicine. This program is presented in the form of a web application. From the study, applying the ontology database system will enhance the accuracy of the result that users are trying to find. After that, we test this system and make an evaluation to study satisfaction of user.

The results from the evaluation of the Ontology system was showing good satisfactory level from relevant people in hospital as follow. The professor give satisfaction level an average of 3.95 points. standard deviation of 0.63. And normal user give a mean of 4.13, standard deviation equal to 0.77 can be concluded that the system was developed with this average satisfaction level of the system is good. Performance of the measurement Precision is equal to 85 percent while traditional method is equal to 70 percent. So the performance of information retrieval by using developed system was effective.

Keywords: Medicine, Search engine, Ontology

1. บทนำ

ยาเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งในชีวิต โดยส่วนใหญ่พบว่าผู้ใช้ยาไม่รู้จักชื่อยาสามัญ แต่มักจำชื่อทางการค้า ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายจากการใช้ยาได้ ดังนั้นการเรียกชื่อยาให้ถูกต้องตรงตามชื่อสามัญมีข้อดี เพราะการเรียกชื่อยาตามชื่อสามัญทำให้ผู้ใช้ไม่ยึดติดกับยี่ห้อยา ป้องกันการใช้ยาซ้ำซ้อน และป้องกันการใช้ยาเกินขนาดจากยาชนิดเดียวกัน ที่แตกต่างกันที่ชื่อทางการค้า หรือการซื้อเพราะจำยี่ห้ออาจได้มาซึ่งยา 2 รายการที่เป็นยาชื่อสามัญเดียวกัน หรือรักษาโรคเหมือนกันได้ และป้องกันการแพ้ยาจากการใช้ยาซ้ำ เนื่องจากยาที่ได้จากต่าง

โรงพยาบาล ชื่อการค้าต่างกัน แต่เป็นตัวยาเดียวกันได้ และที่สำคัญจะช่วยลดการสิ้นเปลืองเงินที่ต้องจ่ายค่ายาเพิ่มจากการไม่รู้ว่าเป็นตัวยาชนิดเดียวกันอีก

เนื่องจากข้อมูลยามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและในรูปแบบที่ต่างกัน ทั้งข้อมูลในรูปแบบของงานวิจัยทางวิชาการ เอกสารทางวิทยาศาสตร์ หนังสือ เว็บไซต์ และผู้เชี่ยวชาญด้านยา ข้อมูลเหล่านี้มีเนื้อหาหรือข้อความที่แตกต่างกันและกระจัดกระจายกันออกไป ยากต่อการเชื่อมโยงข้อมูล เมื่อผู้ใช้ต้องการสืบค้นข้อมูลยาอาจทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่มีความหลากหลาย ซ้ำซ้อน และได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้ ส่งผลให้ผู้ใช้ยาขาดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องชื่อสามัญของยาและชื่อทางการค้าได้

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยาโดยใช้ออนโทโลยี รวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ หนังสือ และผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยนำออนโทโลยี ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยจำแนกสิ่งต่าง ๆ มาจัดเป็นหมวดหมู่อย่างมีระบบ มีกฎเกณฑ์ สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละระดับได้ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซับซ้อน ทั้งนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาและสอดคล้องตามความต้องการของผู้ใช้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

ออนโทโลยี คือ แนวความคิดในการบรรยายความรู้อย่างมีขอบเขตหรืออีกนัยหนึ่งเป็นการนิยามเพื่อกำหนดโครงสร้างและความสัมพันธ์ของสิ่งที่สนใจให้มีความหมายตามขอบเขตขององค์ความรู้ โดยใช้คลาส ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส และคุณสมบัติของคลาส รูปแบบของการบรรยายออนโทโลยีจะขึ้นอยู่กับภาษาที่ใช้แทนข้อมูลเชิงความหมาย เช่น ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ภาษาอาร์ดีเอฟ (RDF) และภาษา OWL (Ontology Web Language) เป็นต้น โดยแต่ละภาษาจะมีความสามารถและข้อจำกัดในการบรรยายข้อมูลได้แตกต่างกัน เช่น ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล เหมาะสำหรับใช้อธิบายและเก็บข้อมูลในส่วนเนื้อหา ทำให้ภาษาดังกล่าวไม่สามารถนำมาอธิบายความหมายของข้อมูลได้ ภาษา OWL เป็นภาษาที่ใช้บรรยายข้อมูลเชิงความหมายและตรรกะ สามารถใช้บรรยายโครงสร้างความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้ ดังนั้นภาษา OWL จึงเป็นภาษาที่มีความสามารถในการบรรยายข้อมูลเชิงความหมาย และบรรยายโครงสร้างความสัมพันธ์ของระบบดีกว่าภาษาอื่น จึงมีผู้นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาระบบด้านเชิงความหมายและการบรรยายโครงสร้างความสัมพันธ์ [1]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในปัจจุบันเพื่อนำมาพัฒนางานวิจัย ผู้วิจัยได้คัดเลือกงานวิจัยที่เหมาะสมและเกี่ยวข้องกับออนโทโลยี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในปัจจุบันสารสนเทศไม่สามารถตอบสนองความต้องการในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เนื่องจากสารสนเทศมีเป็นจำนวนมากเกินความต้องการ จึงต้องมีการเปลี่ยนรูปจากสารสนเทศให้มาอยู่ในรูปแบบขององค์ความรู้ (Body of Knowledge) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันมากยิ่งขึ้นว่าการจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM) ได้เข้ามามีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาระบบ โดยความรู้ที่พัฒนามี 2 ประเภท คือ ความรู้เด่นชัด (Explicit Knowledge) และความรู้ซ่อนเร้น (Tacit Knowledge) นำมาผ่านกระบวนการจัดการความรู้ (KM Processes) แต่การสร้างและการจัดการความรู้ซ่อนเร้น จะมีความยากและซับซ้อนกว่าความรู้เด่นชัด จึงต้องมีการประยุกต์ใช้โมเดลความรู้ Tuna Model [2] เพื่อทำให้กระบวนการสร้างและจัดการความรู้มีประสิทธิภาพ

ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) [3] เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง ซึ่งเป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงทำให้เกิดระบบสืบค้นที่มีประสิทธิภาพ สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและตรงประเด็น ภายใต้ความสัมพันธ์ของคำที่มีความหมายต่อกัน [4] และสามารถเชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ต้องการอย่างแท้จริง โดยเพิ่มความสามารถเข้าใจความหมายของคำเหมือนที่คนเข้าใจด้วยเพิ่มแท็กพิเศษ RDF (Resource Description Framework) ส่งผลให้เกิดนวัตกรรมการสืบค้นข้อมูลผ่านฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล

ในปัจจุบันมีการนำแนวคิดออนโทโลยี มาประยุกต์ใช้เข้ากับฐานความรู้ ของระบบงานสารสนเทศต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น การวินิจฉัยโรคทางจิตเวชทั่วไป [5] สมุนไพรไทย [6] นกในประเทศไทย [7] การนวดไทย [8] แนะนำการบริโภค

อาหาร [9] และแนะนำการท่องเที่ยว [10] เป็นความรู้เฉพาะทางที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบที่มีโครงสร้าง (Structured Knowledge) และ ผ่านกระบวนการพัฒนา ออนโทโลยี จึงสามารถนำไปใช้งานในโปรแกรมประยุกต์ให้มีความชาญฉลาด และเพิ่มความเป็นอัตโนมัติของกระบวนการมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยลดภาระของมนุษย์ เพิ่มความแม่นยำ ช่วยลดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ฐานความรู้ที่พัฒนาขึ้นจะต้องอาศัยแหล่งความรู้ทั้งที่อยู่ในรูปแบบเอกสารอ้างอิง และผู้เชี่ยวชาญอีกทั้งฐานความรู้ยังสามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน และนำข้อมูลกลับมาใช้ซ้ำได้ [11]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบงาน

การวิเคราะห์ความต้องการของการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี ผู้วิจัยได้สอบถามความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านยา และอ้างอิงจากหนังสือที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากข้อมูลยาในประเทศไทยมีอยู่มากมาย ผู้วิจัยจึงได้เลือกเก็บข้อมูลยาเม็ด และยาแคปซูล เป็นต้น และแยกประเภทยาอิงตามที่กำหนดไว้ในประราชบัญญัติยา ฉบับที่ 5 พุทธศักราช 2530 และจำแนกตามเภสัชตำรับของอังกฤษและอเมริกา

3.2 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลออนโทโลยี

3.2.1 กำหนดขอบเขตของออนโทโลยี

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี สร้างฐานความรู้โดยโปรแกรม โฮโซะ (Hozo) มีเนื้อหา ดังนี้

3.2.1.1 กลุ่มยาแบ่งตามประเภทกลุ่มเภสัชวิทยาได้ทั้งหมด 29 กลุ่ม

3.2.1.2 ชื่อของยา ประกอบด้วย ชื่อสามัญทางยาและชื่อทางการค้า

3.2.1.3 สรรพคุณ

3.2.1.4 ข้อควรระวังและคำเตือน

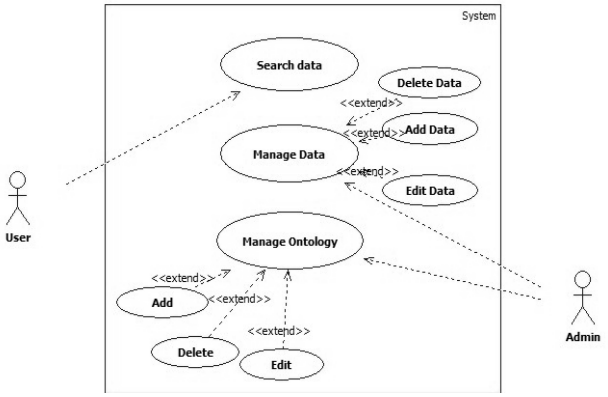
3.2.1.5 ขนาดยาที่ใช้

3.2.2 กำหนดคลาสให้กับฐานความรู้

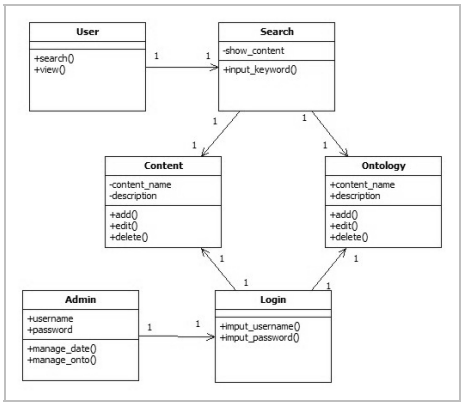
จากข้อมูลขอบเขตนำมาสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี สามารถกำหนดคลาสให้กับฐานข้อมูลตามลำดับดังนี้ คลาสระดับบนสุด ถัดมาคือคลาสหลัก (Superclass) แยกย่อยลงมาเป็นคลาส (Class) และคลาสระดับล่างสุดคือคลาสย่อย (Subclass)

3.3 การออกแบบ

ผู้พัฒนาใช้วิธีการออกแบบโครงสร้างระบบโดยใช้แผนภาพ UML (Unified Modeling Language) นำมาวิเคราะห์และแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้ ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) แสดงดังภาพที่ 1 ซีเควนไดอะแกรม (Sequence Diagram) และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสตามฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบโดยคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)



ภาพที่ 2 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)

3.4 การพัฒนาระบบ

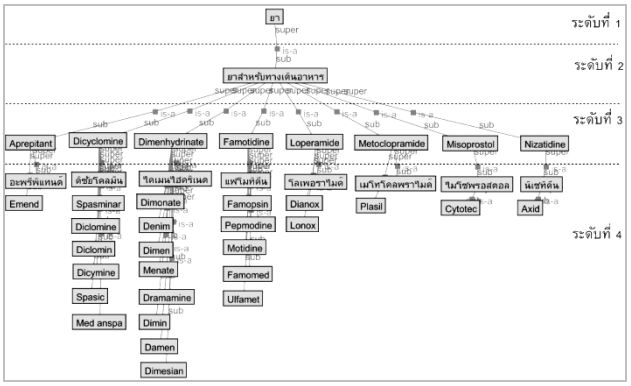
จากขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงกระบวนการทำงานของระบบ และขั้นตอนการพัฒนาระบบในส่วนของออนโทโลยีพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Hozo ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบฐานความรู้ และพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้ภาษา PHP

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี มี 2 ส่วน คือ ส่วนของการสร้างออนโทโลยี โดยใช้โปรแกรม Hozo และส่วนการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยาในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้ภาษา PHP ในการเขียน

4.1 พัฒนาออนโทโลยี โดยใช้โปรแกรม Hozo

ผลการพัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม Hozo แสดงรายละเอียดคลาสตามโครงสร้างที่ได้พัฒนาขึ้น ดังนี้ ระดับที่ 1 คือ ยา เป็นคลาสระดับบนสุดของระบบ ระดับถัดที่ 2 คือ กลุ่มเภสัชวิทยาสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มการรักษาทั้งหมด 29 กลุ่ม กำหนดให้เป็นคลาสหลัก ระดับที่ 3 คือ ชื่อสามัญของยา กำหนดให้เป็นคลาส ระดับที่ 4 คือ ชื่อทางค้าของยา กำหนดให้เป็นคลาสย่อย รายละเอียดคลาสย่อยจะประกอบไปด้วยชื่อการค้าของยา ซึ่งจะมีชื่อการค้าต่าง ๆ เป็นชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งของชื่อยาสามัญ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของออนโทโลยี

4.2 พัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้ภาษา PHP

ผลการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP ประกอบไปด้วยส่วนผู้ใช้งานทั่วไปเพื่อใช้สืบค้นข้อมูลยาที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล มีหน้าจอหลังแสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 หน้าจอหลักของระบบ

การค้นหาข้อมูลของระบบสามารถสืบค้นได้ 2 แบบคือ ค้นหาธรรมดา และค้นหาโดยออนโทโลยี แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 หน้าจอค้นหา

4.1 ผลการประเมินระบบ

ผลการประเมินระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และความชำนาญเรื่องยา และผู้ใช้งานทั่วไป เพื่อประเมินหาความพึงพอใจของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ทำให้ได้ทราบถึงผลการประเมินระบบด้านต่าง ๆ โดยสรุปทั้ง 3 ด้านดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน

หัวข้อการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		ทั่วไป	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
การปฏิบัติงานตามที่ผู้ใช้กระทำต่อระบบ	4.2	0.58	3.91	0.78
การใช้งานระบบ	4.1	0.69	3.91	0.8
การประมวลผลข้อมูลของโปรแกรม	4.1	0.62	4.03	0.72
สรุปผลการประเมิน	4.13	0.63	3.95	0.77

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบทั้ง 3 ด้านของผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ (Mean) ได้เท่ากับ 4.13 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.63 และผลการประเมินของผู้ใช้งานทั่วไปพบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 3.95 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.77 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี วัดประสิทธิภาพของระบบใช้การวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความถูกต้อง (F-Measure) โดยใช้สูตร (1) – (3) ดังนี้

$$\text{Precision} = \frac{\text{Number of relevant data retrieved}}{\text{Total number of data retrieved}} \quad (1)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{Number of relevant data retrieved}}{\text{Total number of retrieved data}} \quad (2)$$

$$\text{F-Measure} = \frac{2\,(\text{Precision} \times \text{Recall})}{\text{Precision} \times \text{Recall}} \quad (3)$$

การทดสอบนั้น ได้ทำการทดลองโดยการเก็บข้อมูลการค้นจริงของผู้ใช้ จากจำนวน 130 คำและนำมาแสดงผล 10 คำค้นแรกที่มีความถี่สูงสุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

คำค้น	Simple Search			Ontology Search		
	P	R	F	P	R	F
Paracetamol	1.00	0.83	0.91	1.00	0.83	0.91
Aspirin	1.00	0.58	0.74	1.00	0.58	0.74
Ketoconazole	0.86	0.80	0.83	0.86	0.80	0.83
Baclofen	1.00	0.80	0.89	1.00	0.80	0.89
Loperamide	0.73	0.89	0.80	0.73	0.89	0.80
Acarbose	0.92	1.00	0.96	0.92	1.00	0.96
Dapsone	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Allopurinol	1.00	0.93	0.97	1.00	0.93	0.97
Cytotec	0.75	0.83	0.79	0.75	0.83	0.79
Ibuprofen	0.82	0.78	0.80	0.82	0.78	0.80
สรุป	0.92	0.45	0.60	0.89	0.89	0.85

จากตารางที่ 3 สรุปผลการวัดประสิทธิภาพจากการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพของการสืบค้นข้อมูลยา โดยค้นหาแบบธรรมดามีค่าเฉลี่ยจากการสืบค้นได้ค่าความถูกต้อง (F-measure) เท่ากับร้อยละ 60 ส่วนการค้นหาโดยใช้ออนโทโลยีมีค่าเฉลี่ยจากการสืบค้นได้ค่าความถูกต้อง (F-measure) เท่ากับร้อยละ 85 จึงสามารถสรุปผลได้ว่าการออกแบบและพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถสืบค้นข้อมูลมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากกว่าค้นหาแบบธรรดา

5. สรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถทำงานได้ตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือระดับดี จัดทำระบบในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น และสามารถทำการสืบค้นข้อมูลและแสดงผลการค้นหาข้อมูลยาได้ถูกต้อง

5.2 อภิปรายผล

จากการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยี แล้วนำไปทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป ผลการประเมินมีความพึงพอใจได้ค่าเฉลี่ย (Mean) ของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 3.95 และผู้ใช้ทั่วไปเท่ากับ 4.13 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี และผลการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลยา โดยค้นหาแบบธรรมดามีค่าความถูกต้อง (F-measure) เท่ากับร้อยละ 60 ส่วนการค้นหาโดยใช้ออนโทโลยี มีค่าความถูกต้อง (F-measure) เท่ากับร้อยละ 85 ดังนั้นประสิทธิภาพการสืบค้นของระบบสืบค้นข้อมูลยา โดยใช้ออนโทโลยีมีของค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากกว่าการค้นหาแบบธรรมดา ในส่วนของปัญหาที่พบในการใช้งานระบบ คือ ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ค้นเจอบางคำ ยังแสดงผลและไม่เรียงลำดับความสำคัญก่อนหลัง และความซับซ้อนและต้องใช้ระยะเวลาในการทำความเข้าใจของออน

โทโลยี ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำให้ผู้ใช้งานสามารถสามารถใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการค้นหาข้อมูลและนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ดียิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นควรพัฒนาในส่วนของออนโทโลยี โดยออกแบบการจัดหมวดหมู่ให้ครอบคลุมข้อมูลเพิ่มขึ้น เพื่อสามารถรองรับการสืบค้นได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กานดา ศรอินทร์. *ระบบสืบค้นเฉพาะเจาะจงโดยใช้คำเฉพาะและออนโทโลยี*. การศึกษาอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,2548.

[2] วิจารณ์ พานิช. (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 1 สิงหาคม 2555,จาก kmi.or.th

[3] ชีวิน จิตร์อำไพ และเกียรติศักดิ์ โยชะนัง. *การค้นหาเว็บเซอร์วิสเชิงความหมายและตามข้อมูลคุณภาพ*. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. (พฤษภาคม 53) : 886-890.

[4] พนิดา ตันศิริ. (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 7 สิงหาคม 2555. จาก http://chonlinet.lib.buu.ac.th/opec/index.html

[5] กมเลศ วรธาดา. *การพัฒนาระบบช่วยในการวินิจฉัยโรคทางจิตเวชทั่วไป ด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยี*. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[6] สิริรัตน์ ประกฤติกรชัย. *การสร้างต้นแบบออนโทโลยีของพืชสมุนไพรไทย*. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[7] ศิวกร สิริวัฒนานันท์. *การสร้างต้นแบบออนโทโลยีนกในประเทศไทยด้วยวิกิพีเดีย*. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[8] วิไรวรรณ แสนชะนะ และคณะ. *การพัฒนาต้นแบบออนโทโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลการนวดไทยเพื่อการบำบัดรักษา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553.

[9] นภัส สุขสม และคณะ. (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 25 กรกฎาคม 2555 จาก www.nectec.or.th

[10] ชัชวาลย์ ศรีมนตรี. *ระบบสืบค้นข้อมูลการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับความสนใจส่วนบุคคลของผู้ใช้โดยใช้คำอธิบายออนโทโลยี*. การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

[11] ผุสดี บุญรอด. *Ontology Library Systems The key for sharing and reuse.* การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. (พฤษภาคม 53) : 347-352.

การพัฒนาปลั๊กอินฟรีเบสเพื่อสนับสนุนการค้นดูหน้าเว็บ
Development of Freebase Plug-Ins to Support Web Pages Browsing

รัตนาวลี อภิบาลเกียรติ (Rattanawalee Apibalkiat)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]rattanawalee.ap@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ฟรีเบสเป็นฐานข้อมูลแบบเปิดเกี่ยวกับบุคคล สถานที่ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกซึ่งมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในรูปแบบของกราฟองค์ความรู้ บทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาปลั๊กอินฟรีเบสสำหรับเบราว์เซอร์เพื่อสนับสนุนผู้ใช้ในการค้นดูหน้าเว็บ ปลั๊กอินจะทำการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับคำหลักที่ผู้ใช้ทำการเน้นบนหน้าเว็บ รวมถึงสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับคำหลักนั้นในเชิงความหมาย จากฐานข้อมูลฟรีเบส แล้วแสดงผลเป็นข้อมูลสนับสนุนให้กับผู้ใช้ในรูปแบบกราฟองค์ความรู้ การออกแบบและพัฒนาปลั๊กอินทำให้กับเบราว์เซอร์สองแพลตฟอร์ม ได้แก่ กูเกิลโครมและไฟร์ฟอกซ์ บทความจะแสดงตัวอย่างการใช้งานปลั๊กอิน ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างสะดวก และกราฟองค์ความรู้สามารถสนับสนุนผู้ใช้ในการทำความเข้าใจเนื้อหาของหน้าเว็บที่ค้นดูอยู่

คำสำคัญ: ฟรีเบส กราฟองค์ความรู้ ปลั๊กอิน เบราว์เซอร์

Abstract

Freebase is an open database of information about person, place, and thing entities in the world which are linked together into a knowledge graph. This paper describes a development of Freebase plug-ins for browsers to support Web pages browsing. A plug-in can search Freebase for information about a keyword that a user highlights on a Web page, together with other semantically related information. Then the search result will be displayed as a knowledge graph. We develop plug-ins for two browser platforms: Google Chrome and Firefox. We also present an example of how to use the plug-in to conveniently search for Freebase information and how the knowledge graph can help the user to better understand the Web page content.

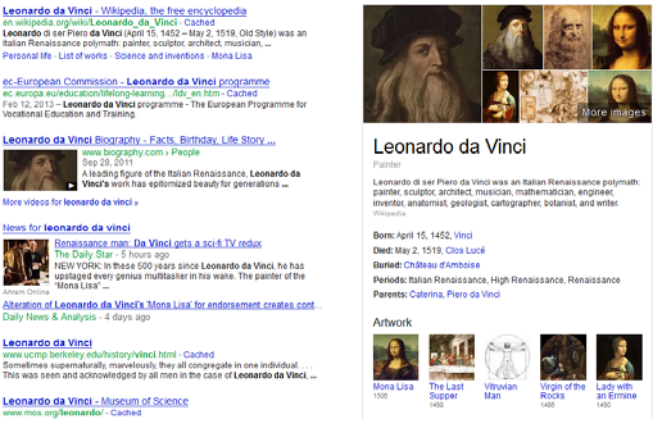
Keyword: Freebase, Knowledge Graph, Plug-in, Browser

1. บทนำ

สถานการณ์ต่อไปนี้เกิดขึ้นกับผู้ใช้เว็บโดยทั่วไปที่มักค้นดู (Browse) หน้าเว็บเพื่อติดตามเรื่องราวข่าวสารและค้นหาข้อมูลที่ต้องการอยู่เสมอ ผู้ใช้คนหนึ่งชอบการชมภาพยนตร์และการเดินทางท่องเที่ยว วันหนึ่งได้อ่านพบบทความในหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับการสร้างภาพยนตร์ผจญภัยเรื่องหนึ่ง ซึ่งมี Leonardo da Vinci เป็นตัวเอกของเรื่อง ดังภาพที่ 1 ผู้ใช้ทราบว่า Leonardo da Vinci เป็นจิตรกรที่มีชื่อเสียง แต่ไม่ทราบรายละเอียด จึงอยากรู้เรื่องราวเพิ่มเติมเกี่ยวกับจิตรกรผู้นี้ จึงค้นหาข้อมูลผ่านกูเกิลโดยใช้คำหลักว่า Leonardo da Vinci ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงรายการยูอาร์แอลของหน้าเว็บต่าง ๆ ที่มีคำว่า Leonardo da Vinci ปรากฏอยู่ บางรายการเกี่ยวข้องกับจิตรกรผู้นี้ บางรายการไม่เกี่ยวข้องเพียงแต่มีชื่อตรงกับคำหลัก ดังนั้นผู้ใช้จะต้องพิจารณาต่อไปว่าควรจะไปค้นดูหน้าเว็บใดต่อ กูเกิลได้ช่วยผู้ใช้มากขึ้นโดยการแสดงผลบางส่วนจากการค้นหาด้วยคำหลักนี้บนฐานข้อมูลฟรีเบสร่วมด้วย โดยฐานข้อมูลฟรีเบส (Freebase) [1] เป็นชุมชนเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่สมาชิกสามารถร่วมในการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเอนทิตี (Entity) ในโลก ได้แก่ บุคคล สถานที่ และสิ่งต่าง ๆ (Person, Place, and Thing) เอนทิตีเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในรูปแบบของกราฟองค์ความรู้ (Knowledge Graph) การ

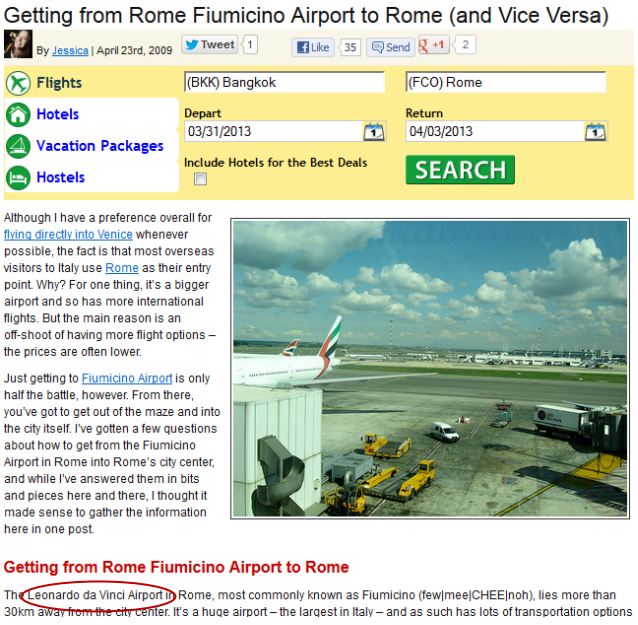
เชื่อมโยงเอนทิตีนี้ทำให้เป็นประโยชน์แก่การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน การแสดงผลจะระบุถึงเอนทิตี Leonardo da Vinci และคุณสมบัติของเอนทิตีนี้ เช่น วันเกิดและงานศิลปะ การแสดงผลการค้นหาจากฟรีเบสนี้นับเป็นอีกก้าวหนึ่งของกูเกิลในการค้นหาข้อมูลแบบเชิงความหมาย

ภาพที่ 1: หน้าเว็บบทความเกี่ยวกับภาพยนตร์



ภาพที่ 2: ผลการค้นหา Leonardo da Vinci ด้วยกูเกิล

อย่างไรก็ตามเนื่องจากผู้ใช้กำลังวางแผนไปเที่ยวที่กรุงโรมด้วยเช่นกัน จึงค้นดูบทความซึ่งมีผู้ที่เคยไปกรุงโรมได้เผยแพร่ประสบการณ์การเดินทางไว้ บทความนี้กล่าวถึง Leonardo da Vinci ว่าเป็นชื่อของสนามบินในกรุงโรม ดังภาพที่ 3 ผู้ใช้งานจึงสนใจที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสนามบินแห่งนี้ด้วยกูเกิลอีกครั้ง แต่เมื่อค้นหาด้วยคำหลักว่า Leonardo da Vinci ก็จะได้ผลลัพธ์ของการค้นหาเป็นข้อมูลเกี่ยวกับจิตรกรขึ้นมาก่อนดังในภาพที่ 2 ตามเดิม อันเนื่องมาจากวิธีการจัดอันดับ (Ranking) ผลการค้นหาของกูเกิล ซึ่งไม่ทราบถึงบริบทของการค้นหาว่าหมายถึงสนามบิน ไม่ใช่จิตรกร ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องค้นหาด้วยกูเกิลใหม่โดยเปลี่ยนคำหลักให้เฉพาะเจาะจงขึ้น เพื่อให้กูเกิลแสดงผลที่เกี่ยวข้องกับ Leonardo da Vinci ที่เป็นสนามบินออกมา หรือในกรณีนี้อาจเปลี่ยนไปใช้อีกชื่อหนึ่งของสนามบิน Leonardo da Vinci เป็นคำหลักแทน



ภาพที่ 3: หน้าเว็บบทความเกี่ยวกับการเดินทาง

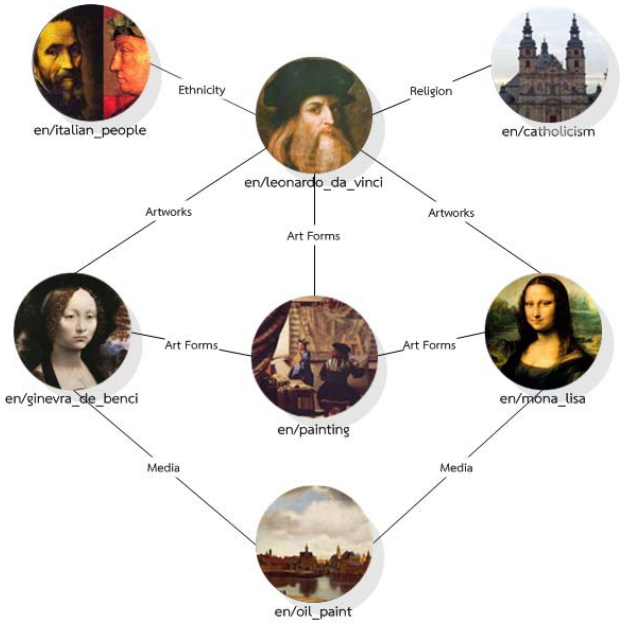
ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะช่วยให้ผู้ใช้ค้นดูหน้าเว็บได้สะดวกขึ้น โดยสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคำหลักที่ปรากฏบนหน้าเว็บเพิ่มเติมได้จากภายในหน้าเว็บที่กำลังค้นดูอยู่ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนที่จะสามารถช่วยให้ผู้ใช้ได้รับความรู้เพิ่มเติมและสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาบนหน้าเว็บนั้นได้ดียิ่งขึ้น บทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาปลั๊กอินสำหรับเบราว์เซอร์เพื่อทำการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับคำหลักที่ผู้ใช้ทำการเน้น (Highlight) บนหน้าเว็บ รวมถึงสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับคำหลักนั้น จากฐานข้อมูลชุมชนฟรีเบส ปลั๊กอินจะแสดงผลข้อมูลสนับสนุนเกี่ยวกับคำหลักที่ผู้ใช้ทำการเน้นในรูปแบบกราฟองค์ความรู้ และในกรณีที่คำหลักนั้นเกี่ยวข้องกับเอนทิตีในหลายบริบท ผู้ใช้สามารถเลือกแสดงผลในบริบทที่ต้องการได้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาปลั๊กอินสำหรับสองเบราว์เซอร์ ได้แก่ กูเกิลโครม (Google Chrome) และไฟร์ฟอกซ์ (Firefox)

หัวข้อที่ 2 ของบทความนี้กล่าวถึงฐานข้อมูลฟรีเบสซึ่งเป็นทฤษฎีหลักที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ส่วนรายละเอียดการพัฒนาปลั๊กอินและผลการประเมินนั้นจะนำเสนอในหัวข้อที่ 4 หัวข้อที่ 5 แสดงตัวอย่างการใช้งานปลั๊กอิน จากนั้นปิดท้ายด้วยบทสรุปในหัวข้อที่ 6

2. ฟรีเบส

ฟรีเบส [1] เป็นฐานข้อมูลแบบเปิดสำหรับเอนทิตีข้อมูลสิ่งต่าง ๆ ในโลก ข้อมูลบางส่วนนำมาจากหน้าเว็บวิกิพีเดีย (Wikipedia) อีกทั้งยังเปิดให้สมาชิกชุมชนออนไลน์ฟรีเบสสามารถมีส่วนร่วมในการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลได้ ในปัจจุบันฟรีเบสมีข้อมูลมากกว่า 23 ล้านเอนทิตีและเชื่อมโยงเอนทิตีเข้าด้วยกันเป็นกราฟองค์ความรู้ ข้อมูลแต่ละเอนทิตีหรืออาจเรียกว่าแต่ละหัวข้อ (Topic) จะมีไอดีที่เป็นเอกลักษณ์ (Unique Id) ซึ่งสามารถช่วยแยกแยะเอนทิตีจำนวนมากที่มีชื่อคล้ายคลึงกันได้

ข้อมูลในฟรีเบสมีการแบ่งหมวดหมู่ใหญ่ ๆ เป็น 10 หมวดหมู่ด้วยกัน ได้แก่ 1) Arts & Entertainment 2) Commons 3) Products & Services 4) Science & Technology 5) Society 6) Special Interests 7) Sports 8) System 9) Time & Space 10) Transportation ในแต่ละหมวดหมู่นี้จะประกอบไปด้วยเอนทิตีหรือหัวข้อต่าง ๆ ซึ่งอธิบายได้ด้วยโครงสร้างข้อมูลหรือสคีมา (Schema) สคีมาจะประกอบไปด้วย 1) โดเมน (Domain) ใช้สำหรับนิยามเนมสเปซ (Namespace) เพื่อการสร้างข้อมูล 2) ประเภท (Type) ใช้สำหรับนิยามชนิดของเอนทิตีหรือหัวข้อ อันได้แก่ ประเภท บุคคล สถานที่ หรือ สิ่งต่าง ๆ และ 3) คุณสมบัติ (Property) ใช้สำหรับนิยามคุณสมบัติของประเภท เอนทิตีหรือหัวข้อจะเกี่ยวข้องกับหนึ่งประเภทหรือหลายประเภทก็ได้ เช่น Leonardo da Vinci เป็นเอนทิตีประเภทบุคคลและประเภทศิลปินทัศนศิลป์ (Visual Artists) เป็นต้น แต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติเพิ่มเข้ามา เช่น คุณสมบัติวันเกิดสำหรับประเภทบุคคล และคุณสมบัติรูปแบบศิลปะ (Art Forms) และงานศิลปะ (Art Works) สำหรับประเภทศิลปินทัศนศิลป์ ตัวอย่างกราฟองค์ความรู้หากนำเสนอในเชิงรูปภาพจะเทียบเท่ากับภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อ แสดงในเชิงรูปภาพ

ฟรีเบสมีบริการให้กับนักพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล ซึ่งเรียกว่า ฟรีเบสเอพีไอ โดยเอพีไอนี้ช่วยให้สามารถทำการส่งข้อคำถาม (Query) เพื่อค้นหาข้อมูลหรือเพื่อเขียนข้อมูลลงในฟรีเบสได้ อีกทั้งมีไลบรารีที่สามารถใช้ได้สำหรับหลายภาษา ผู้วิจัยใช้งานฟรีเบสโดยใช้รหัสฟรีเบส (Freebase Id) เพื่อระบุเอนทิตีหรือหัวข้อใด ๆ และใช้เอพีไอในการส่งข้อคำถามเพื่อค้นหาข้อมูลด้วยภาษาเอ็มคิวแอล (MQL: Metadata Query Language) [2] ข้อคำถามและข้อมูลผลการค้นหาของเอ็มคิวแอลนั้นอยู่ในรูปแบบของเจสัน (JSON: JavaScript Object Notation) [3]

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

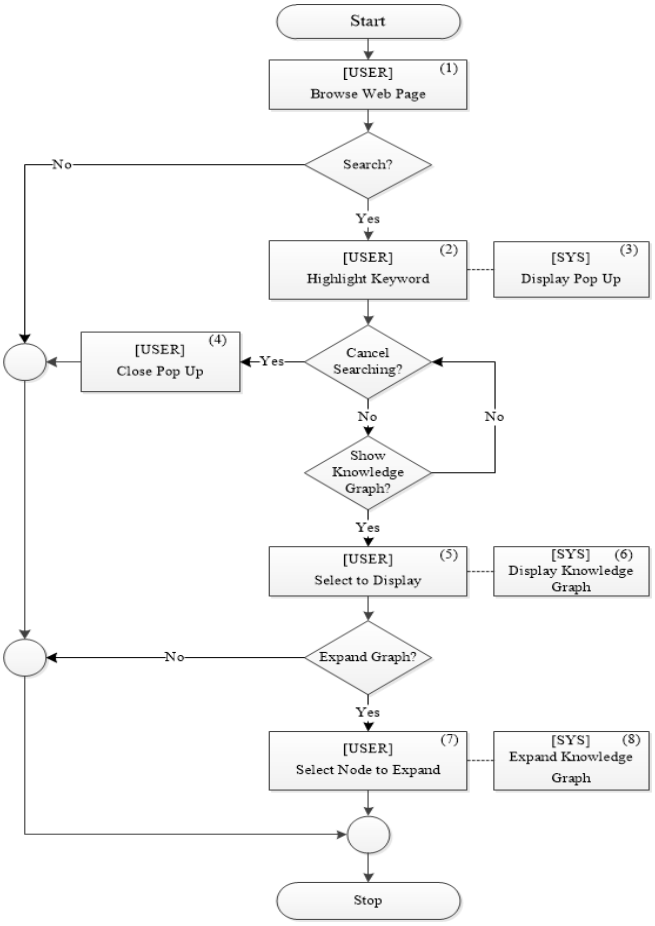
แอพพลิเคชันจำนวนมากได้รับการพัฒนาโดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลภายในฟรีเบส ตัวอย่างเช่น แอพพลิเคชัน Population [4] เป็นแอพพลิเคชันที่แสดงจำนวนประชากรทั่วโลกในรูปแบบวิชวล (Visual) เพื่อให้ผู้ใช้เห็นปริมาณมากน้อยของประชากรในประเทศต่าง ๆ และการกระจายตัวของประชากรทั่วโลก หรืออีกแอพพลิเคชันหนึ่งคือ Freebase Sets [5] เป็นแอพพลิเคชันสำหรับการค้นหาคุณลักษณะร่วมกัน (Common Attributes) ระหว่างเซตหัวข้อ (Topic Set) ในฟรีเบส เช่น การหาคุณลักษณะร่วมกันระหว่างหัวข้อ

Schindler's List, Jurassic Park และ Jaws จะได้ว่าทั้งสามเป็นหัวข้อประเภท Film เหมือนกัน มีบริษัทผู้สร้างคือ Universal Studios เหมือนกัน เป็นต้น งานวิจัยบางงานได้ใช้ฟรีเบสมาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลและแสดงผล เช่น งานวิจัยระบบ KaitoroBase [6] ได้เสนอเครื่องมือแบบวิชวลสำหรับเอกสารสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ โดยการสร้างสคีมาของข้อมูลเอกสารสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ลงในฟรีเบส และมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟ จึงทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานแบบนำทาง (Navigation) เพื่อเรียกดูข้อมูลเอกสารและความสัมพันธ์ระหว่างเอกสารได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัย FreeQ [7] ได้เสนอเครื่องมือที่มีส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกราฟิกสำหรับการสอบถามข้อมูลจากฟรีเบสโดยหากคำหลักสำหรับการค้นหาข้อมูลเกี่ยวข้องกับหลายหัวข้อในฟรีเบส เครื่องมือจะสอบถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติของหัวข้อที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อให้ผู้ใช้ระบุความต้องการที่ชัดเจนมากขึ้น เมื่อกำจัดความกำกวมได้แล้ว จึงแสดงผลการค้นหาที่ตรงกับที่ผู้ใช้ต้องการออกมาได้

4. การพัฒนาปลั๊กอินฟรีเบสสำหรับเบราว์เซอร์

4.1 การวิเคราะห์ความต้องการสำหรับปลั๊กอิน

งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองการพัฒนาปลั๊กอินเป็นแบบวอเตอร์ฟอล โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และปรับปรุงระบบ จากการวิเคราะห์ความต้องการ ปลั๊กอินจะต้องสนับสนุนผู้ใช้ให้สามารถค้นหาข้อมูลจากฟรีเบสได้ตามขั้นตอนในภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การทำงานของปลั๊กอินจากการวิเคราะห์ความต้องการ

หลังจากผู้ใช้ติดตั้งปลั๊กอินบนเบราว์เซอร์แล้ว จากนั้นเมื่อค้นดูหน้าเว็บใดและมีคำหรือวลีที่ต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติม ผู้ใช้จะสามารถเน้นคำบนหน้าเว็บเพื่อเลือกเป็นคำหลัก แล้วปลั๊กอินจะส่งคำหลักนั้นไปค้นหายังฟรีเบส ผู้ใช้จะได้ผลลัพธ์กลับมาแสดงบนเบราว์เซอร์ในรูปแบบข้อมูลขนาดย่อก่อน หากคำหลักนั้นเกี่ยวข้องกับหลายบริบทหรือหลายหัวข้อ ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกจากรายการข้อมูลขนาดย่อนั้นเพื่อขยายความว่าข้อมูลที่สนใจอยู่ในบริบทใด ระบบจะแสดงผลลัพธ์ในหน้าต่างใหม่ในรูปแบบกราฟองค์ความรู้ เพื่อให้เห็นข้อมูลของคำหลักและความสัมพันธ์ระหว่างคำหลักกับข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องได้

4.2 การออกแบบและพัฒนาปลั๊กอิน

เนื่องจากผู้วิจัยสนใจการพัฒนาปลั๊กอินสำหรับหลายเบราว์เซอร์ โดยมีเบราว์เซอร์เป้าหมายคือ กูเกิลโครม และไฟร์ฟอกซ์ การออกแบบจึงพยายามคำนึงถึงการนำกลับมาใช้

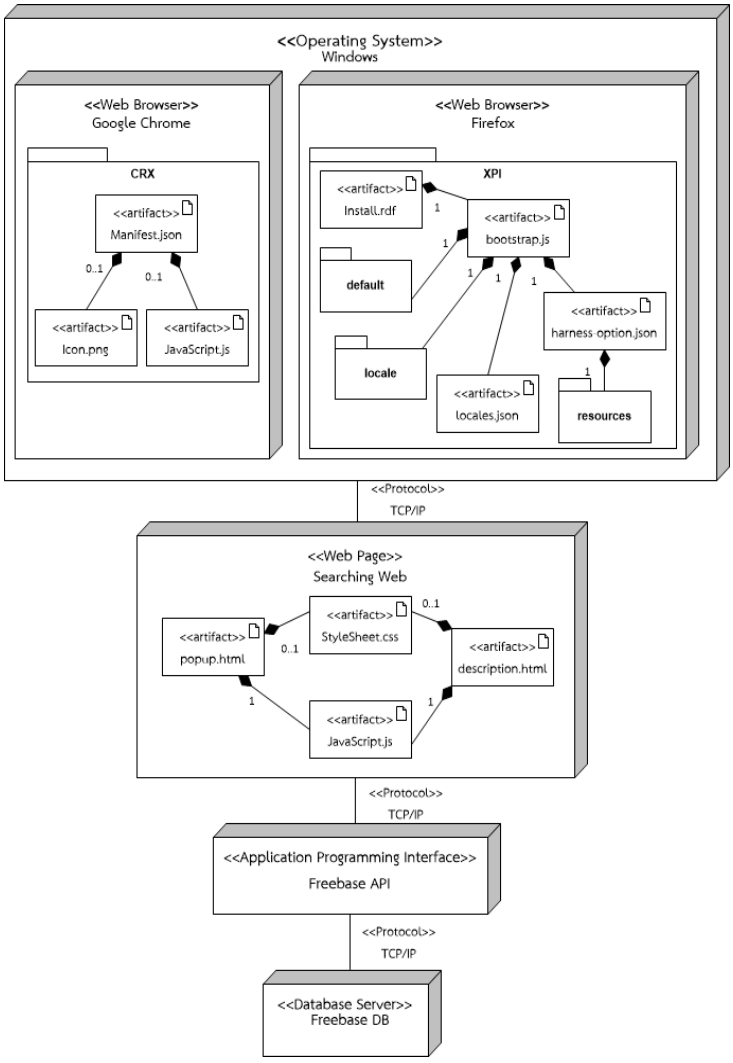
ซ้ำของแบบจำลองการออกแบบและชุดคำสั่งซึ่งจะพัฒนาตามการออกแบบด้วยเช่นกัน

4.2.1 *สถาปัตยกรรมของปลั๊กอิน*

ภาพรวมของสถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ปลั๊กอินเป็นดังแผนภาพคอมโพเนนต์ในภาพที่ 6 จากการศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาปลั๊กอินสำหรับทั้งสองเบราว์เซอร์ พบว่ามีความแตกต่างกันพอควร ส่วนที่สามารถใช้ร่วมกันได้จะมีเพียงส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลบนหน้าเว็บและการเข้าถึงฐานข้อมูล อันได้แก่ 1) การใช้เจสันในการจัดเก็บข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกับฟรีเบสในรูปแบบเมตาเดตา 2) การใช้ภาษาจาวาสคริปต์ในการพัฒนาเพื่อนำเสนอข้อมูล 3) การใช้ฐานข้อมูลของฟรีเบสโดยใช้ฟรีเบสเอพีไอ เพื่อส่งคำหลักไปยังฐานข้อมูล และส่งข้อมูลกลับในรูปแบบเมตาเดตาผ่านทางเอชทีทีพี และ 4) การใช้ซีเอสเอส (CSS: Cascading Style Sheets) ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับกำหนดการแสดงผลข้อมูลหน้าเว็บให้มีรูปแบบที่เหมาะสม ส่วนที่ต้องมีการออกแบบที่แตกต่างกันคือส่วนหลักในการทำปลั๊กอิน โดยไฟล์หลักในการทำปลั๊กอินของกูเกิลโครมจะใช้แพคเกจซีอาร์เอกซ์ (crx Package) [8] สำหรับการติดตั้งซอฟต์แวร์ ซึ่งแพคเกจนี้จะประกอบไปด้วยไฟล์ Manifest.json เป็นไฟล์หลักในการกำหนดการทำงานของปลั๊กอิน ไฟล์ Icon.png สำหรับทำ Logo และไฟล์ JavaScript ที่ใช้บรรจุคำสั่ง ในการใช้งานผู้วิจัยต้องทำการบีบอัดไฟล์ทั้งหมดเป็นไฟล์นามสกุล zip แล้วอัปโหลดขึ้นกระดานสำหรับผู้พัฒนา (Developer Dashboard) ของกูเกิลโครม ผู้ใช้จึงจะสามารถดาวน์โหลดแล้วติดตั้งใช้งานได้ ส่วนของไฟร์ฟอกซ์ใช้แพคเกจเอกซ์พีไอ (xpi Package) [9] ซึ่งประกอบไปด้วยไฟล์จำนวนหนึ่ง โดยมีไฟล์ที่กำหนดการทำงานหลักของปลั๊กอินคือ ไฟล์ install.rdf ซึ่งผู้วิจัยทำการสร้างปลั๊กอินจาก Add-on Builder ของไฟร์ฟอกซ์ เมื่อพัฒนาเรียบร้อยแล้วจะสามารถให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดแล้วติดตั้งใช้งานได้

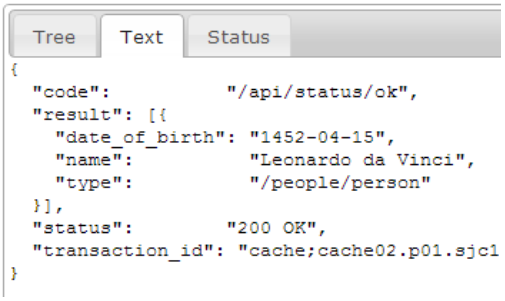
4.2.2 *ส่วนการทำงาน*

- *ส่วนการจับคำหลัก (Keyword Capture):* พัฒนาโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกคำหลักได้ตามต้องการ โดยการเน้นคำหรือวลีที่ต้องการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อคลิกขวาจะปรากฏ Context Menu ซึ่งประกอบด้วยเมนูของปลั๊กอินการค้นหาสำหรับทำการส่งคำหลักไปค้นหาในฟรีเบส
- *ส่วนฟรีเบสเอพีไอ:* ในการติดต่อกับฐานข้อมูลฟรีเบสผ่านฟรีเบสเอพีไอนั้น จำเป็นต้องผ่านกูเกิลเอพีไอ ซึ่งเรียกว่า ไคลเอนต์ไอดีของโอออท 2.0 (OAuth 2.0 client ID) เมื่อทำการลงทะเบียนการพัฒนาแล้วจะได้เอพีไอคีย์สำหรับการเชื่อมต่อกับฟรีเบสเอพีไอและสามารถนำไปใช้งานได้ ในการใช้งานนั้นจะใช้ภาษาเอ็มคิวแอลโดยลักษณะของภาษานี้จะเป็นการใช้รูปแบบวัตถุของเจสันเป็นข้อคำถามเพื่อส่งการร้องขอหรือตอบกลับตามมาตรฐานเอชทีทีพี ตัวอย่างข้อคำถามเกี่ยวกับวันเกิดของหัวข้อ Leonardo da Vinci ในประเภท Person ในรูปแบบเจสัน แสดงดังภาพที่ 7 (ก) และ (ข) ตามลำดับ
- *ส่วนการแสดงผล:* ในการแสดงผลข้อมูลจากการเน้นคำหลักนั้น เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งานของผู้ใช้ จึงมีการแสดงผลข้อมูลขนาดย่อในรูปของ Pop Up ก่อน เนื่องจากคำหลักอาจเกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายหัวข้อในฟรีเบส จากนั้นผู้ใช้จึงค่อยเลือกต่อไปว่า ต้องการให้แสดงรายละเอียดข้อมูลของหัวข้อใด จึงจะมีการเปิดหน้าต่างใหม่เพื่อแสดงผลในรายละเอียดของหัวข้อนั้นในรูปของกราฟองค์ความรู้



ภาพที่ 6: สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ปลั๊กอิน

(ก)



(ข)

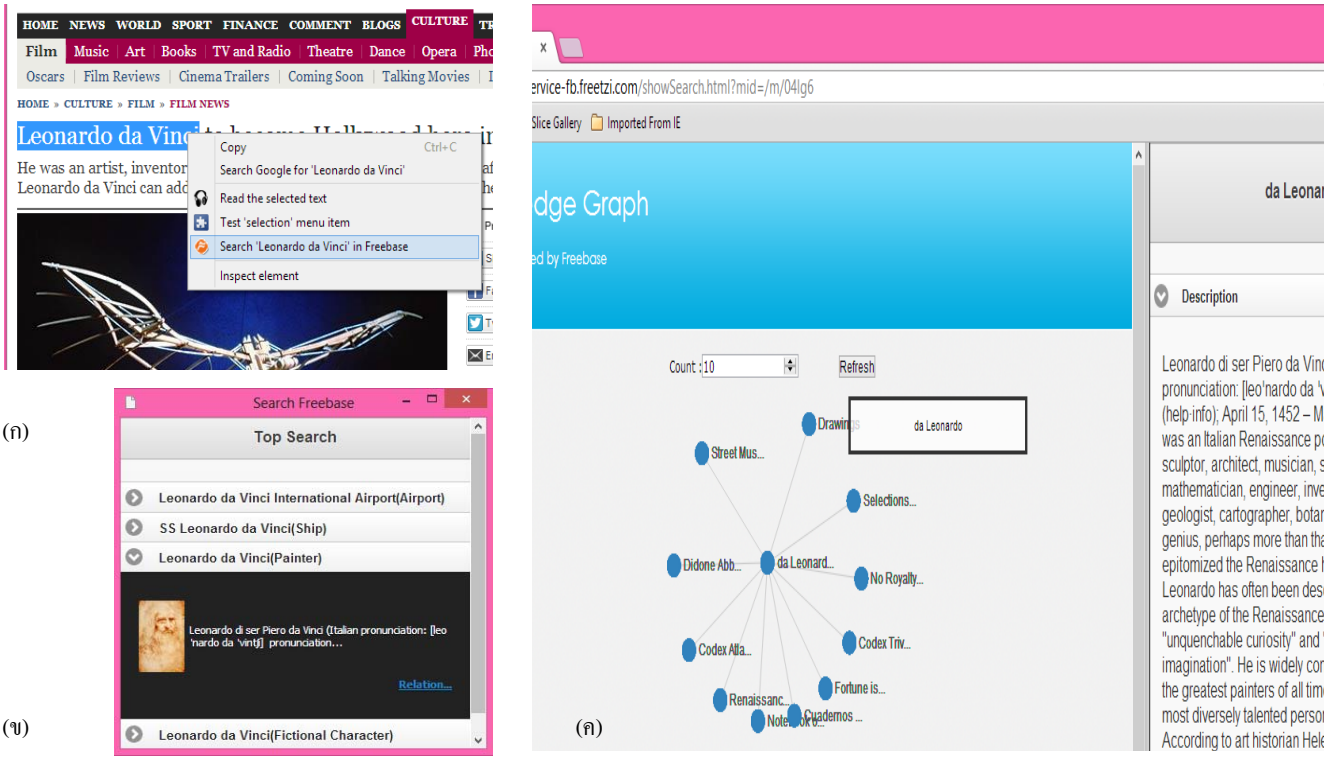
ภาพที่ 7: ตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบเจสันของ (ก) ข้อคำถาม และ (ข) ผลลัพธ์ จากการค้นหาผ่าน MQL Editor

4.3 การทดสอบปลั๊กอินและการประเมินผลการใช้งาน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบซอฟต์แวร์ปลั๊กอินในหน่วยย่อย รวมถึงการทดสอบระบบในแต่ละหน้าที่ เพื่อทำการปรับปรุง จากนั้นจึงทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโดยกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้จำนวน 30 คน ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เป็นของตนเอง การประเมินผลทำโดยใช้แบบสอบถามโดยแบ่งเป็น 5 ปัจจัยด้วยกัน คือ 1) ด้านประสิทธิผล 2) ด้านประสิทธิภาพ 3) ด้านความสวยงาม 4) ด้านความง่ายต่อการเรียนรู้ และ 5) ด้านความทนต่อการเกิดข้อผิดพลาด จากผลการประเมินพบว่า ด้านประสิทธิผล ด้านประสิทธิภาพ ด้านความสวยงาม และ ด้านความทนต่อการเกิดข้อผิดพลาดนั้นคะแนนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนด้านความง่ายต่อการเรียนรู้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ดี

5. ตัวอย่างการใช้งานปลั๊กอินบนกูเกิลโครม

ในภาพที่ 8 (ก) ผู้ใช้ได้ทำการเน้นคำว่า Leonardo da Vinci บนหน้าเว็บเกี่ยวกับภาพยนตร์ที่เปิดอยู่บนกูเกิลโครม จากนั้นจึงคลิกขวาเพื่อค้นหาคำหลักนี้ในฟรีเบส ผลการค้นหาจะถูกแสดงแบบย่อในลักษณะของ Pop Up ในที่นี้คำหลัก



ภาพที่ 8: ตัวอย่างหน้าจอ (ก) การค้นหาด้วยคำหลักที่ถูกเน้นคำ (ข) Pop Up แสดงผลการค้นหาแบบย่อ (ค) กราฟองค์ความรู้

Leonardo da Vinci เกี่ยวข้องกับหลายหัวข้อในฟรีเบส ทั้งที่เป็นสนามบิน (Airport) เรือ (Ship) จิตรกร (Painter) และตัวละคร (Fictional Character) ผู้ใช้งานจึงคลิกเลือกหัวข้อจิตรกร ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของหน้าเว็บภาพยนตร์ ดังภาพที่ 8 (ข) (ในทำนองเดียวกันหากผู้ใช้งานเน้นคำหลักนี้บนหน้าเว็บเกี่ยวกับการเดินทาง จะสามารถเลือกหัวข้อสนามบินจากผลการค้นหาแบบย่อ ตามบริบทที่เหมาะสมได้) ผลลัพธ์ในรูปของกราฟองค์ความรู้ ซึ่งแสดงข้อมูลเกี่ยวกับจิตรกรผู้นี้และความเกี่ยวข้องกับหัวข้ออื่นเป็นดังภาพที่ 8 (ค) ผู้ใช้จะสามารถคลิกบนโหนดข้อมูลเพื่อขยายความสัมพันธ์แตกโหนดในลำดับถัดไปได้ โดยจำนวนโหนดที่ต้องการให้แสดงสามารถกำหนดได้ใน “Count” แต่เนื่องจากหัวข้อบนโหนดจะถูกย่อตัวอักษรเพื่อการนำเสนอกราฟให้สบายตา ดังนั้นเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่โหนดใดก็ตาม จะปรากฏคำขยายของหัวข้อและข้อมูลทางด้านขวามือเป็นการแสดงรายละเอียดของหัวข้อที่เลือกไว้ ซึ่งเมื่อคลิกเลือกบนโหนดที่ต้องการ จะปรากฏข้อมูลแสดงรายละเอียดของหัวข้อนั้น

6. บทสรุป

การใช้งานปลั๊กอินจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำหลักที่สนใจจากภายในหน้าเว็บได้โดยตรง อีกทั้งการแสดงผลข้อมูลในเชิงความหมายและการที่ผู้ใช้สามารถระบุบริบทที่ต้องการค้นหาข้อมูล ยังช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาบนหน้าเว็บได้ สำหรับปลั๊กอินยังมีแนวโน้มที่จะสามารถนำไปใช้ซ้ำในการพัฒนาสำหรับเบราว์เซอร์อื่นได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังเห็นว่า แนวคิดของการแสดงผลข้อมูลสนับสนุนผู้ใช้ในลักษณะนี้ยังสามารถขยายสู่แอพพลิเคชันอื่น ตัวอย่างเช่น ซอฟต์แวร์อ่านหนังสือ (E-book Reader) บนแท็บเล็ต หากผู้อ่านสามารถเลือกคำที่สนใจในหน้าหนังสือ และมีการแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ น่าจะช่วยเพิ่มความสะดวกและความน่าสนใจให้กับการใช้งานแอพพลิเคชันนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] The Freebase Wiki, *Freebase Documentation* [Online]. Available:http://wiki.freebase.com/wiki/Main_Page. 2012.

[2] D. Flanagan, *MQL Reference Guide* [Online]. Available: http://mql.freebaseapps.com/. 2008.

[3] JSON, *Introducing JSON* [Online]. Available: http://www.json.org/. 2012.

[4] Freebase App, *Population Freebase App* [Online]. Available: http://population.freebaseapps.com/. 2012.

[5] Freebase App, *Freebase Sets* [Online]. Available: http://sets.narphorium.user.dev.freebaseapps.com/find?topic=/en/guam&topic=/en/puerto_rico&topic=/en/greenland&limit=30. 2012.

[6] M.T. Su, C. Hirsch, and J. Hosking, "KaitoroBase: Visual Exploration of Software Architecture Documents," in *Proc. 2009 IEEE/ACM Int. Conf. Automated Software Engineering (ASE 2009)*, Auckland, New Zealand, November 2009, pp. 657-659.

[7] E. Demidova, X. Zhou, and W. Nejdl, "FreeQ: An Interactive Query Interface for Freebase," in *Proc. 21st Int. World Wide Web Conf. (WWW 2012) Companion*, Lyon, France, April 2012, pp. 325-328.

[8] Google, *Google Chrome Extension Packaging* [Online]. Available: http://developer.chrome.com/extensions/packaging.html. 2012.

[9] Mozilla Developer Network, *Building an Extension* [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Building_an_Extension. 2013.

โปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อจัดการสารสนเทศงานวิจัย
Mobile Web Application for Research Information Management

อับดุลปาตัส ยูโซะ (Abdulpatus Usoh)[1] และวัชรวลี ตั้งคุปตานนท์ (Watcharawalee Tangkuptanon)[2]
[1,2] โครงการจัดการศึกษาพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
patas_iti@hotmail.com, watcharawalee.t@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อจัดการสารสนเทศงานวิจัย กรณีศึกษา ศูนย์ประสานงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นอิสลามศึกษาและวัฒนธรรม (สกว.) ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนหน้าเว็บให้เหมาะสมกับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์สื่อสารและรองรับพฤติกรรมผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สื่อสารในอนาคต โดยผู้วิจัยได้ใช้ซอฟต์แวร์เสรีเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบได้แก่ jQuery Mobile PHP AJAX และ ฐานข้อมูล MySQL จากนั้นทำการทดสอบระบบด้วยวิธี Black-box Testing โดยแบ่งกลุ่มผู้ประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญคอมพิวเตอร์ 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป 14 คน ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญคอมพิวเตอร์ มีความพึงพอใจระดับ ดี ($\bar{X}$ = 4.47, SD=0.69) ผลการประเมินผู้ใช้งานทั่วไป มีความพึงพอใจระดับ ดี ($\bar{X}$ = 4.31, SD = 0.61) สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมามีความพึงพอใจในระดับ ดี สามารถนำไปใช้งานจริงได้

คำสำคัญ: โปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ jQuery Mobile ศูนย์ประสานงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นอิสลามศึกษาและวัฒนธรรม (สกว.)

Abstract

The objective of this research is to develop mobile web application for research information management a case study coordination center islamic study and culture research (TRF). The systems can support display in many screen sizes and user support behavior mobile internet in the future. The researchers select open source software to reduce costs such as jQuery Mobile with PHP AJAX and MySQL database in implementation and software system testing with Black-box testing Method with divide into 2 groups of raters is 5 people in the computer experts and 14 people in the users. The evaluation in the computer experts system information retrieval is in the level of good ($\bar{X}$ = 4.47, SD=0.69). The evaluation in the users experts system information retrieval is in the level of very good level ($\bar{X}$ = 4.31, SD = 0.61). The experimental result shows that the evaluation of the developed information retrieval system given 'Good' and the system can be applied to the real works.

Keyword: Mobile Web Application, jQuery Mobile, Coordination Center Islamic Study and Culture Research (TRF)

1. บทนำ

อุปกรณ์สื่อสารไร้สายถูกพัฒนาให้มีขนาดหน้าจอที่หลากหลายให้เลือกใช้งานและได้กลายเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่มากมายในองค์กร โดยอาศัยเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตผ่านทางบริษัทที่ให้บริการอินเตอร์เน็ตเชิงพาณิชย์ จากผลสำรวจการเข้าใช้อินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในประเทศไทยปี 2554 พบว่าจำนวนผู้ใช้อินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สื่อสารเพิ่มสูงขึ้นในเดือนตุลาคม 2554 ซึ่งเป็นช่วงการรับข่าวสารอุทกภัยและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ [1] สำหรับผลสำรวจในปี 2555 พบว่าคนไทยนิยมใช้อินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สื่อสาร iPhone มากที่สุด ร้อยละ 46.53 ตามมาด้วย iPad ร้อยละ 31.19 และ Nokia ร้อยละ 8.58 ส่วนระบบปฏิบัติการอุปกรณ์สื่อสารที่นิยมใช้อินเตอร์เน็ต คือ iOS และ Android [2] จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าอัตราการใช้อินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์

สื่อสารในประเทศไทยมีการเติบโตในแต่ละปีและคาดว่าจะเติบโตอย่างต่อเนื่องในอนาคต วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ขอเสนอแนวทางการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อจัดการข้อมูลสารสนเทศงานวิจัย โดยมีศูนย์ประสานงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นอิสลามศึกษาวัฒนธรรม (สกว.) เป็นกรณีศึกษา ซึ่งระบบดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวก ลดความผิดพลาดในการทำงานและเพิ่มช่องทางในการจัดการข้อมูลงานวิจัย พร้อมทั้งเป็นแหล่งเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ในงานวิจัยที่สามารถแสดงผลได้ดีสำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการพัฒนาระบบสำหรับอุปกรณ์สื่อสาร

1. Mobile Web Application (Mobile Web App) คือ โปรแกรมประยุกต์เว็บที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์สื่อสารที่หลากหลาย โดยการเรียกใช้งานระบบผ่าน URL ของเว็บบราว์เซอร์ นิยมพัฒนาด้วยภาษา HTML CSS และ JavaScript ตามรูปแบบมาตรฐาน W3C เป็นหลัก

2. Native Application (Native App) คือ แอพพลิเคชั่นที่ถูกสร้างขึ้นมาเฉพาะระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์สื่อสาร เช่น iOS และ Android ลักษณะการใช้งานจะต้องมีการดาวน์โหลดจากส่วนกลางของระบบมาติดตั้งในอุปกรณ์สื่อสาร นิยมพัฒนาด้วยภาษา Java Objective C และภาษาอื่นๆ [3]

2.2 มาตรฐานการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับอุปกรณ์สื่อสาร

1. เว็บไซต์ต้องแสดงผลหน้าเว็บที่เหมือนกันหรือคล้ายกันในทุกโปรแกรมเว็บบราว์เซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานได้อย่างอิสระ

2. เว็บไซต์ต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของ W3C ซึ่งจะมีความเข้มงวดด้านโครงสร้างภาษา XHTML WML CHTML HTML และ CSS โดยแยกส่วนการควบคุมการแสดงผล (Controller) ออกจากส่วนเนื้อหา (View) ของเว็บไซต์

3. เว็บไซต์ต้องสามารถแสดงผลหน้าเว็บเพจให้พอดีกับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์สื่อสารที่หลากหลาย และให้พอดีกับการปรับหมุนของหน้าจออุปกรณ์ [4]

2.3 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับอุปกรณ์สื่อสาร

1. เปิดได้รวดเร็ว เขียนข้อความให้กระชับและเลือกใช้รูปภาพขนาดเล็ก หลีกเลี่ยงการใช้ภาพเคลื่อนไหว

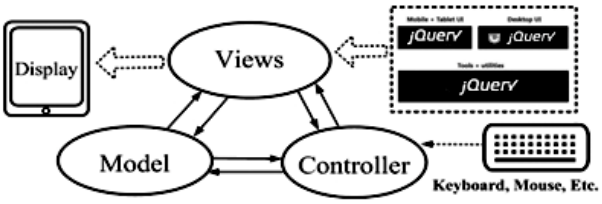
2. ลดขั้นตอนการทำธุรกรรม พยายามทำให้ฟิลด์ของฟอร์มน้อยที่สุดเพื่อการป้อนข้อมูลให้ง่ายขึ้น และไม่มีการบังคับให้ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ เพิ่มเติม

3. เรียบง่าย หน้าเว็บต้องไม่มีความซับซ้อน ใช้การเลื่อนของหน้าเว็บเพจแนวตั้งเท่านั้น มีรูปแบบโครงสร้างที่เหมือนกันและเรียงลำดับความสำคัญของเมนูให้ชัดเจน

4. ช่วยนำทาง มีปุ่มเชื่อมโยงไปยังโฮมเพจและปุ่มย้อนกลับที่ชัดเจน ใช้จุดเชื่อมโยงไม่เกิน 7 จุด ต่อหนึ่งหน้าแสดงที่อยู่และแผนที่ขององค์กร กรณีเว็บขายสินค้าควรให้ลูกค้าสามารถตรวจรายการสินค้าได้ [5]

2.4 โปรแกรม jQuery Mobile (JQM)

คือ JavaScript Framework ที่ใช้สร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ให้สามารถแสดงผลอย่างเหมาะสมในแต่ละหน้าจอของอุปกรณ์สื่อสารได้หลากหลายระบบปฏิบัติการ หลักการทำงาน เป็นแบบ MVC ได้แก่ Model View และ Control ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้มีการทำงานร่วมกัน สำหรับโปรแกรม JQM จะทำงานในส่วนของ View คือ ส่วนของการแสดงผลส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านโปรแกรมเว็บบราว์เซอร์ในรูปแบบของ HTML ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาจาก Model มาแสดงผล [6] ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม JQM

ทั้งนี้โปรแกรม JQM ได้รับรางวัลชนะเลิศ Open Source Awards ปี 2011 ในกลุ่มเครื่องมือช่วยและไลบรารีสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสาร [7]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาธิมน ทิพยวงศ์ บัญชา สมบูรณ์สุข ประวิทย์ โตวัฒนะ และวิภาดา เวทย์ประสิทธิ์ [8] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อรวบรวมข้อมูลงานวิจัยในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในรูปแบบ Web Application ที่มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลชนิดข้อความ รูปภาพ และไฟล์เอกสารประกอบในฐานข้อมูล โดยระบบสามารถจำแนกข้อมูลงานวิจัยให้เป็น ชื่อนักวิจัย

หน่วยงาน ปีที่พิมพ์ และหมวดข้อมูลงานวิจัย ทำให้ผู้ใช้สามารถการสืบค้นข้อมูลได้ง่าย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

กฤษณพงศ์ โพธิ์ศรี สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ [9] ได้พัฒนาระบบจัดการสารสนเทศเพื่อใช้แสดงข้อมูลการตรวจทางรังสีและภาพรังสีการแพทย์บนโทรศัพท์มือถือ ที่สามารถดูผลภาพเอ็กเรย์ รวมทั้งสามารถเรียกดูข้อมูลภาพผู้ป่วยจากรหัสหรือชื่อผู้ป่วยและข้อมูลรายละเอียดผู้ป่วยพร้อมผลการวินิจฉัยจากรังสีระหว่างทีมแพทย์และเจ้าหน้าที่สาขารังสีวิทยา เพื่อความสะดวกในการปรึกษาและวินิจฉัยโรค พัฒนาด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL

จะเห็นได้ว่างานวิจัยข้างต้น 2 ฉบับข้างต้น เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลในรูปแบบ Web Application ซึ่งจะมีความแตกต่างกับงานวิจัยฉบับนี้ โดยแยกเป็นประเด็นดังนี้ 1) สามารถรองรับการใช้งานทั้งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ 2) พัฒนาระบบตามหลักการทำงานของ MVC 3) ใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ได้แก่ jQuery Mobile เพื่อให้เป็นมิตรกับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีวงจรชีวิตการพัฒนาระบบ (SDLC) แบบ Adapted Waterfall มาใช้ในการดำเนินการวิจัย คือในแต่ละขั้นตอนที่กำลังดำเนินการอยู่สามารถย้อนกลับมายังขั้นตอนก่อนหน้าได้เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นและสามารถย้อนกลับหรือข้ามขั้นตอนนั้นๆได้ ซึ่งมีด้วยกัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวางแผนระบบ คือ การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบและศึกษาหลักการทฤษฎีและเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา

3.2 การวิเคราะห์ระบบ คือ การกำหนดขอบเขตของระบบตามความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ สร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงแผนภาพเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์

3.3 การออกแบบระบบ คือ การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานกับฐานข้อมูล โดยการออกแบบหน้าจอรับข้อมูล แสดงข้อมูลของ และเขียนโปรแกรมพัฒนาระบบในรูปแบบ MVC

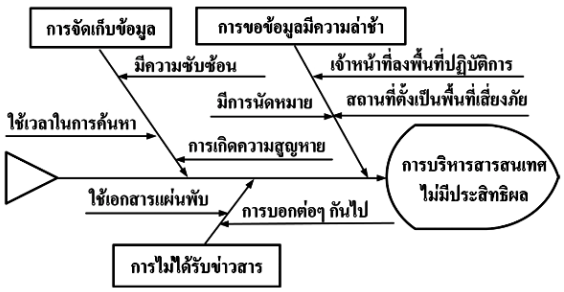
3.4 การนำไปใช้งาน คือ การขยายขีดความสามารถของระบบ การทดสอบระบบวิธีการ Black-box Testing และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยการออกแบบสอบถามและใช้อุปกรณ์สื่อสารของผู้ประเมินเป็นเจ้าของ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดผู้วิจัยเป็นคนนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลโครงการ 37 โครงการ ข้อมูลข่าวสาร 20 ข่าวสาร รูปภาพกิจกรรม 10 รูป เป็นต้น

3.5 การบำรุงรักษาระบบ คือ การตรวจสอบการทำงานทุกๆส่วนของระบบ พัฒนาปรับปรุงส่วนที่ขัดข้อง เพื่อให้ระบบสามารถรองรับการใช้งานที่เพิ่มขึ้น [10]

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลจากการวางแผนระบบ

4.1.1 ผลจากการกำหนดปัญหา ระบบงานเดิมศูนย์ประสานงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นอิสลามศึกษาและวัฒนธรรม (สกว.) มีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบ 2 คน ภารกิจหลัก จะต้องลงพื้นที่ปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนการทำวิจัยและติดตามความก้าวหน้าของงานวิจัยแต่ละโครงการอยู่เป็นประจำในเขตพื้นที่จังหวัดปัตตานี ยะลา และ นราธิวาส การจัดการเอกสารข้อมูลงานวิจัยต่างๆ เป็นไฟล์อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์และแฟ้มเอกสารที่สำนักงาน ทั้งนี้เคยเกิดปัญหาคอมพิวเตอร์เสีย ทำให้ข้อมูลงานวิจัยบางส่วนเกิดสูญหาย ซึ่งทำให้เสียเวลาต่อการสืบค้นกู้ข้อมูลงานวิจัยขึ้นมาใหม่ กรณีที่ผู้สนใจต้องการศึกษาเรียนรู้งานวิจัยต้องเดินทางที่สำนักงานโดยตรง หรือติดต่อทางโทรศัพท์เพื่อนัดหมายในการขอข้อมูล นอกจากนั้นทางศูนย์ประสานงานวิจัยฯ ยังได้รับความสนใจมากขึ้นเรื่อยๆ แต่ขาดระบบบริการข่าวสารงานวิจัย ส่วนใหญ่จะเป็นการบอกต่อตามเวทีประชุมวิชาการ จากการศึกษาระบบงานเดิม ผู้วิจัยได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงผังก้างปลาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

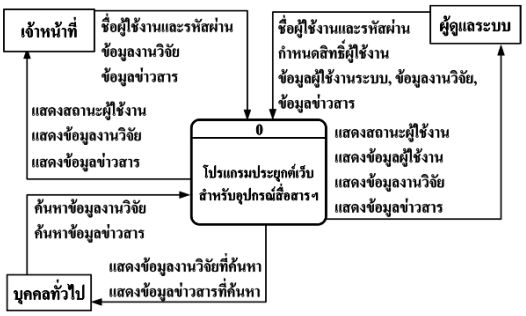
4.1.2 ผลจากศึกษาความเป็นไปได้ ผู้วิจัยได้แสดงเหตุผลเชิงประจักษ์ในการเลือกพัฒนาระบบแบบ Mobile Web App ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: เหตุผลเชิงประจักษ์

ข้อดี Mobile Web App	ข้อดี Native App
- เป็นสาธารณะทุกคนเข้าถึงได้ - รองรับหลายระบบปฏิบัติการ - มาตรฐานการพัฒนาเดียวกัน - ต้นทุนการพัฒนาต่ำ - ไม่ต้องติดตั้งก่อนใช้งาน	- เข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง - ปรับเปลี่ยนระบบได้รวดเร็ว - นักพัฒนาสามารถทำรายได้สูง - สามารถทำงานได้แม้ ไม่ได้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต
ข้อเสีย Mobile Web App	**ข้อเสีย Native App**
- จำเป็นต้องมีโปรแกรม เว็บบราวเซอร์เพื่อเรียกใช้งาน - จำเป็นต้องมีอินเตอร์เน็ต - มีข้อจำกัดความเร็วอินเตอร์เน็ต	- ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน - ค่าใช้จ่ายสูงในการพัฒนา - ภาษาที่ใช้มีลิขสิทธิ์ - ขั้นตอนการพัฒนาซับซ้อน

4.2 ผลจากการวิเคราะห์ระบบ

เป็นการสรุปขอบเขตความต้องการของผู้ใช้งานสามารถอธิบายการทำงานของระบบโดยรวม ด้วยแผนภาพ Context Diagram ดังแสดงในภาพที่ 3

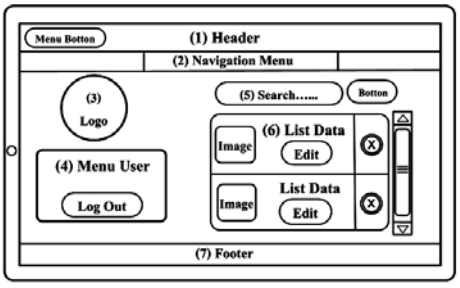


ภาพที่ 3: แสดงแผนภาพ Context Diagram ของระบบ

จากภาพที่ 3 ระบบสามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขอบเขตใช้งานได้ดังนี้ 1) บุคคลทั่วไป สามารถสืบค้นข้อมูลงานวิจัย ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการได้ 2) เจ้าหน้าที่ สามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา ข้อมูลงานวิจัย ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการได้ 2) ผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลงานวิจัย ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการได้

4.3 ผลจากการออกแบบระบบ

4.3.1 ผลจากการออกแบบ Layout สำหรับจัดการข้อมูล เป็นการจัดวางองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับจัดการข้อมูลของระบบ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แสดง Layout หน้าเว็บสำหรับจัดการข้อมูล

จากภาพที่ 4 องค์ประกอบแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้ 1) แสดงข้อความของข้อมูล 2) เมนูที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูล 3) รูปภาพสัญลักษณ์ 4) เมนูสำหรับแสดงสถานะผู้ใช้งานและออกจากระบบ 5) เมนูค้นหาข้อมูล 6) แสดงรายการข้อมูลสามารถแก้ไขและลบข้อมูลที่ต้องการ 7) ข้อความลิขสิทธิ์ขององค์กร

4.3.2 แนวทางการขยายขีดความสามารถโปรแกรม JQM

โปรแกรม JQM ยังมีข้อจำกัดบางประการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคสมัยใหม่เพื่อขยายขีดความสามารถของโปรแกรม JQM ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ข้อจำกัดและแนวทางการขยายขีดความสามารถ

ข้อจำกัด JQM	การขยายขีดความสามารถ JQM
1. ไม่มีฟังชั่นการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าสู่ระบบ	1. พัฒนาชุดคำสั่ง AJAX PHP การเข้าสู่ระบบแบบไม่เปลี่ยนหน้า
2. เลื่อนดูรายการข้อมูลไม่ได้	2. ติดตั้งส่วนเสริม jQuery Scrollbar
3. การจัดการข้อมูล วัน เดือน ปีไม่ยืดหยุ่นเท่าที่ควร	3. ติดตั้งส่วนเสริม Date Box สำหรับจัดการวัน เดือน ปี
4. เมนูแสดงรายการข้อมูลไม่ยืดหยุ่นเท่าที่ควร	4. เขียนโปรแกรม PHP jQuery Mobile เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล
5. การจัดการข้อความยังไม่ยืดหยุ่นเท่าที่ควร	5. ติดตั้งส่วนเสริม Tiny MCE WYSIWYG Editor

4.4 ผลจากการนำไปใช้

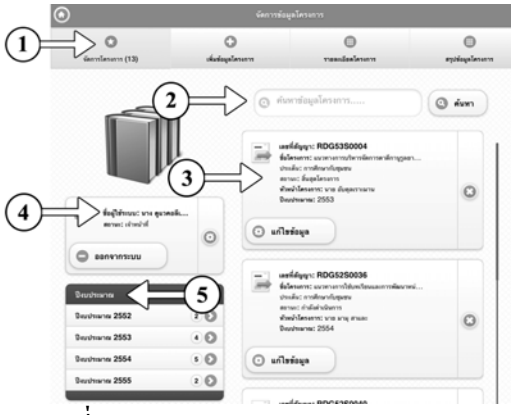
4.4.1 ผลการพัฒนาโฮมเพจของระบบ เป็นโฮมเพจของระบบเรียกใช้งานผ่าน URL ผู้วิจัยทดสอบการแสดงผลบนอุปกรณ์สื่อสาร 2 ขนาด ดังแสดงในภาพที่ 5

(ก) 1136 x 640 พิกเซล **(ข) 2048 x 1536 พิกเซล**

ภาพที่ 5: แสดงโฮมเพจของระบบบนอุปกรณ์สื่อสาร 2 ขนาด

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าระบบสามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลให้พอดีกับขนาดหน้าจออุปกรณ์สื่อสารทั้ง 2 ขนาด

4.4.2 ผลการพัฒนาหน้าเว็บสำหรับจัดการข้อมูลงานวิจัย เป็นหน้าเว็บสำหรับจัดการข้อมูลงานวิจัยสำหรับเจ้าหน้าที่และผู้ดูแลระบบบนหน้าจออุปกรณ์สื่อสาร ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6: แสดงหน้าเว็บสำหรับจัดการข้อมูลงานวิจัย

จากภาพที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้ 1) เมนูที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูลงานวิจัย จัดการรายละเอียดข้อมูลงานวิจัยและดูสรุปรายงานข้อมูลงานวิจัย 2) เมนูค้นหาข้อมูลงานวิจัย 3) แสดงรายการข้อมูลสามารถแก้ไขและลบข้อมูลงานวิจัย 4) เมนูสำหรับแสดงสถานะผู้ใช้งานและออกจากระบบ 5) เมนูแสดงรายการข้อมูลงานวิจัยจำแนกตาม ปีงบประมาณ ประเด็น และสถานะงานวิจัย

4.4.3 ผลการขยายขีดความสามารถของโปรแกรม JQM

1) การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าสู่ระบบแบบไม่เปลี่ยนหน้า เพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7: แสดงรูปแบบการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าสู่ระบบ

2) jQuery Scrollbar อยู่ทางด้านขวามือเพื่อให้ผู้ใช้สะดวกในการเลื่อนดูรายการข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 8

ภาพที่ 8: แสดงรูปแบบ jQuery Scrollbar

3) Date Box และ Select Menu จากภาพ (ก) Date Box จัดการข้อมูล วัน เดือน ปี จากภาพ (ข) Select Menu ใช้ในการแสดงรายการข้อมูลจากฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 9

(ก) Date Box **(ข) Select Menu**

ภาพที่ 9: แสดงรูปแบบ Date Box และ Select Menu

4) TinyMCE WYSIWYG Editor เพื่อช่วยในการจัดรูปแบบข้อความลักษณะพิเศษ ดังแสดงในภาพที่ 10

ภาพที่ 10: แสดงรูปแบบ TinyMCE WYSIWYG Editor

4.5 ประเมินผลการทดสอบระบบ

ผู้วิจัยทดสอบระบบด้วยวิธี Black-box Testing โดยการออกแบบสอบถามและแบ่งกลุ่มผู้ประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญคอมพิวเตอร์จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 14 คน เกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลสรุปการประเมิน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3: การให้คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจ

เกณฑ์การให้คะแนน		ระดับความพึงพอใจ
เชิงคุณภาพ	**เชิงปริมาณ**	
ดีมาก	4.51-5.00	ดีมาก
ดี	3.51-4.50	ดี
ปานกลาง	2.51-3.50	ปานกลาง
น้อย	1.51-2.50	น้อย
น้อยมาก	1.00-1.50	น้อยมาก

ตารางที่ 4: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		ผู้ใช้งาน	
	$\overline{X}$	**SD**	$\overline{X}$	**SD**
1. ด้านความสะดวกต่อการใช้งาน	4.42	0.67	4.51	0.59
2. ด้านความถูกต้องของการทำงาน	4.54	0.71	4.21	0.60
3. ด้านรูปแบบการนำเสนอ	4.45	0.72	4.33	0.66
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.20	0.59	4.20	0.59
ผลสรุปการประเมิน	**4.47**	**0.69**	**4.31**	**0.61**

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนของผู้เชี่ยวชาญคอมพิวเตอร์ ระบบอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x}$ = 4.47, SD = 0.69) ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไประบบอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x}$ = 4.31, SD = 0.61) สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมามีความพึงพอใจในระดับ ดี

5. ผลจากการบำรุงรักษาระบบ ติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริง การจัดเตรียมข้อมูลและคู่มือผู้ใช้งานระบบ

5. สรุป

โปรแกรมประยุกต์เว็บสำหรับอุปกรณ์สื่อสารสามารถพัฒนาระบบงานอื่นๆ ได้อีก ทั้งนี้ระบบที่พัฒนาควรใช้ฟิลด์น้อยเท่าที่จำเป็น แสดงเฉพาะข้อความ มีภาพประกอบขนาดเล็ก

ปัญหาที่พบ คือ การเข้าใช้งานอุปกรณ์สื่อสารที่มีขนาดหน้าจอเล็กกว่า 240 x 320 พิกเซล เนื่องจากระบบจะปรับตัวอักษรให้มีความพอดีกับหน้าจอของอุปกรณ์สื่อสาร ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องเพ็งมองตัวอักษรบนส่วนประกอบต่างๆของระบบ ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนต่อการใช้งานระบบ ซึ่งถ้าเข้าใช้งานระบบเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อสายตาของผู้ใช้งานได้

ข้อเสนอแนะ ควรเลือกใช้อุปกรณ์สื่อสารขนาดหน้าจอใหญ่กว่า 240 x 320 พิกเซลขึ้นไปหรือใช้คอมพิวเตอร์แบบหน้าจอสัมผัสในการเข้าใช้งานระบบ

แนวทางที่จะทำต่อในอนาคต

1) ควรพัฒนาให้ระบบสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอพพลิเคชั่น URL บนเครื่องอุปกรณ์สื่อสารของผู้ใช้งานในรูปแบบ Native App เพื่อให้เข้าใช้งานระบบได้สะดวก รวดเร็ว โดยไม่ต้องพิมพ์ URL ทุกครั้งที่ต้องการเข้าใช้งานระบบ ทั้งนี้เพื่อให้ App เกิดการใช้งานได้จริง สำหรับอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในระบบปฏิบัติการ iOS Android และ อื่นๆ นั้นจำเป็นต้องมีการขึ้นทะเบียนกับบริษัทผู้ผลิตระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์สื่อสาร ถ้าเป็น iOS จำเป็นต้องจดทะเบียน iOS Developer Program กับ Apple Inc. ค่าบริการ USD 199 ต่อปี หากเป็น Android ก็จำเป็นต้องจดทะเบียน Google Play

2) แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ยังไม่ผ่านการประเมินคุณภาพหลังจากระบบถูกใช้งานจริงแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการออกแบบสอบถามและประเมินแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] “สถิติที่น่าสนใจและผลสำรวจพฤติกรรมการใช้อินเตอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2011 [Online].”http://www.tispa.or.th/?p=1196 [สืบค้นเมื่อ: 1 ก.ย. 2555].

[2] “สถิติการใช้อินเตอร์เน็ตผ่านมือถือในประเทศไทยปี 2555 (Infographic) [Online].” http://thnic.or.th/Mobile-stat-2555 [สืบค้นเมื่อ: 2 ก.พ. 2556].

[3] “Mobile Web Apps vs. Mobile Native Apps: How to Make the Right [Online].”Available: http://en-us.lionbridge.com/kc/mobile-web-apps-vs-mobile-native-apps.htm [Accessed: Sep. 3, 2012].

[4] “เว็บไซต์บนโทรศัพท์มือถือ (Website on Mobile Phone)[Online].” http://www.genstyles.com/tips-20.html [สืบค้นเมื่อ: 2 ก.พ. 2556].

[5] “แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบไซต์บนมือถือ [Online].” http://support.google.com/adwords/bin/answer.py?hl=th&answer=2549057 [สืบค้นเมื่อ: 31 ส.ค. 2555].

[6] “jQuery Mobile: Touch-Optimized Web Framework for Smart Phones & Tablets [Online].”Available http://jquerymobile.com: /demos/1.1.0/ [Accessed: Mar. 18, 2012].

[7] “2011 Open Source Awards [Online].”Available: http://www.packtpub.com/open-source-awards-home [Accessed: Mar. 18, 2012].

[8] สาธิมน ทิพวงศ์, บัญชา สมบูรณ์, สุขประวิทย์ โตวัฒนะ และวิภาดา เวทย์ประสิทธิ์, “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการงานวิจัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาภาคใต้ ประเทศไทย,” *เอกสารสืบเนื่องของการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 7,* มหาสารคาม, 8-10 สิงหาคม 2554, หน้า 168-190.

[9] กฤษณพงศ์ โพธิ์ศรี และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์, “การพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศเพื่อแสดงข้อมูลการตรวจทางรังสีและภาพรังสีการแพทย์บนโทรศัพท์มือถือ,” *เอกสารสืบเนื่องของการประชุมระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5 (NCCIT 2009)*, กรุงเทพ, 22-23 พฤษภาคม 2552, หน้า 832-838.

[10] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, การวิเคราะห์และออกแบบระบบ, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

การวิเคราะห์กรอบมาตรฐานของโครงสร้างหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้วยหลักการเปรียบเทียบออนโทโลยีเชิงโครงสร้าง

An Analysis of Curricula in Computer Science Using Structure-Based Ontology Mapping

ชยันต์ นันทวงศ์ (Chayan Nuntawong)[1] และจักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต (Chakkrit Snae Namahoot)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]chayan.nuntawong@gmail.com, [2]chakkrits@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบออนโทโลยีที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี (TQF: HEd) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสำหรับเปรียบเทียบคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาระหว่างหลักสูตรของมหาวิทยาลัยที่ต้องการกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบออนโทโลยีเชิงโครงสร้าง โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้การปรับปรุงหลักสูตรได้มาตรฐาน ลดการใช้ทรัพยากรบุคคลและเวลา ลดขั้นตอนการดำเนินการให้มีความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบต้นแบบที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรเพื่อให้อยู่ในกรอบและเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยจากการทดสอบกับตัวอย่างรายวิชาพบว่ามีความคล้ายคลึงสูงถึง 98% และระบบยังสามารถให้คำแนะนำในการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิได้

คำสำคัญ: ออนโทโลยี กรอบมาตรฐานคุณวุฒิ การเปรียบเทียบออนโทโลยีเชิงโครงสร้าง ระบบวิเคราะห์

Abstract

In this paper we present an ontology-driven curriculum structure in accordance with the Thailand Qualification Framework for Higher Education (TQF: HEd) for B.Sc. programs in Computer Science. The ontological structure can be applied to compare the quality and coverage of standards used in the curriculum structures of any university based on TQF: HEd. For this, we harness ontology mapping in order to improve the standard curriculum, reduce related efforts and human resources, as well as reduce the operational process. This research has resulted in a prototype system that can be used to analyze the structure of courses in Computer Science programs for the framework and standards from the Office of Higher Education Commission (HEC). The example founded similarity values up to 98% and the system can evaluate results for improving the quality of future curricula.

Keyword: Ontology, Thailand Qualification Framework, Structure-Based Ontology Mapping, Analysis system

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาในประเทศไทยประสบปัญหาด้านการประกันคุณภาพการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เนื่องจากการจัดการศึกษาในแต่ละหลักสูตรของแต่ละมหาวิทยาลัยยังคงมีความแตกต่างกันในด้านคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา ทำให้ผู้เรียนจำนวนมากมีความต้องการที่จะเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงเพราะเชื่อว่าจะได้รับการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและมาตรฐาน ผู้เรียนจำนวนมากที่พลาดโอกาสในการสอบแข่งขันเพื่อเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง จำต้องเข้าศึกษาในหลักสูตรที่ต้องการในมหาวิทยาลัยอื่นๆ ซึ่งในบางมหาวิทยาลัยยังคงมีปัญหาด้านมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา ทำให้ผู้เรียนประสบปัญหาด้านโอกาสและความเท่าเทียมในการรับการศึกษา ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการ โดยสำนักงาน

คณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) [1] จึงได้จัดทำกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Thailand Qualifications Framework for Higher Education; TQF: HEd) เพื่อเป็นกรอบมาตรฐานสำหรับให้แต่ละมหาวิทยาลัยใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรและเนื้อหาการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ และเพื่อประโยชน์ต่อการรับรองมาตรฐานคุณวุฒิในระดับอุดมศึกษา โดยมหาวิทยาลัยในประเทศไทยต้องปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวนี้

ผู้วิจัยพบว่า กระบวนการจัดทำหรือปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของแต่ละมหาวิทยาลัยนั้น มีความยุ่งยากซับซ้อนสิ้นเปลืองเวลา, มีขั้นตอนในการดำเนินการมากมาย และใช้บุคลากรที่เชี่ยวชาญในการดำเนินการเป็นจำนวนมาก อีกทั้งในทางปฏิบัติแล้วยังคงมีมหาวิทยาลัยหลายแห่งในประเทศไทยที่ยังมีหลักสูตรที่ไม่เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ หรือแม้แต่บางหลักสูตรที่ปรับปรุงตามกรอบมาตรฐานแล้วยังพบความแตกต่างทั้งในส่วนของโครงสร้างการจัดการเรียนการสอน หรือเนื้อหาการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชาเมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรเดียวกันในมหาวิทยาลัยอื่น ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากปัญหาความยุ่งยากในการดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อันจะก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมากหากพิจารณาถึงความเท่าเทียมในการศึกษา โอกาสในการศึกษาของผู้เรียนในแต่ละมหาวิทยาลัย ซึ่งส่งผลให้บัณฑิตที่จบการศึกษาจากบางมหาวิทยาลัยอาจเสียเปรียบโอกาสเมื่อเกิดการแข่งขันทางด้านแรงงานกับบัณฑิตที่จบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยที่มีข้อได้เปรียบทางด้านมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบออนโทโลยีที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552 [2] ในหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบมาตรฐานในแต่ละรายวิชาโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบออนโทโลยีเชิงโครงสร้าง เพื่อให้การจัดการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพได้มาตรฐานยิ่งขึ้น และแก้ปัญหาในส่วนต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

2. วิจารณ์วรรณกรรม

ออนโทโลยี (Ontology) ได้ถูกนำไปใช้ในการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง [3] เช่น การออกแบบออนโทโลยีสำหรับการท่องเที่ยวในประเทศไทย [4] โดยปรับปรุงจากออนโทโลยีท่องเที่ยวที่ได้มีการออกแบบไว้อยู่แล้วให้เหมาะสมกับรูปแบบการท่องเที่ยวในประเทศ หรือการออกแบบออนโทโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษา [5] ได้ศึกษาถึงความเชี่ยวชาญ, การรับรอง และการศึกษาเกี่ยวกับศาสตร์ด้านการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานไซเบอร์ (Cyber forensics) และนำมาออกแบบออนโทโลยีเพื่อนำไปใช้ในการจัดหลักสูตรการศึกษาและวิธีการเรียนการสอนทางด้านการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานไซเบอร์ [6] ได้พัฒนาออนโทโลยีของรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks) โดยอาศัยพื้นฐานการเชื่อมโยงของหัวข้อในรายวิชาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนผ่านเว็บ โดยออนโทโลยีมีการออกแบบจากหัวข้อบทเรียนเรียงลำดับชั้นไปจนถึงเนื้อหาภายในหัวข้อต่างๆ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ [7] ได้นำโครงสร้างของวิชา Computer organization มาจัดทำเป็นตัวอย่างของการแสดงความรู้ด้วยออนโทโลยีโดยอาศัย WordNet และพิจารณาถึงความต้องการที่เกิดขึ้นจริงของรายวิชาเพื่ออธิบายรายละเอียดอีกด้วย

ในทางด้านหลักสูตรคอมพิวเตอร์อื่นๆ นั้น [8] นำเสนอออนโทโลยีเกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) โดยพัฒนาในรูปแบบของ Use Case Diagrams (UCD) ซึ่งได้มีการรวบรวมวิธีการที่มีอยู่แล้วร่วมกับความร่วมมือจากวิศวกรซอฟต์แวร์ผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการพัฒนาออนโทโลยีนี้ [9] ยังได้ออกแบบการนำเสนอองค์ความรู้โดยออกแบบออนโทโลยีสำหรับรายวิชา MIS โดยใช้โปรแกรม Protégé 2000 และใช้ภาษา OWL ในการออกแบบออนโทโลยี และ [10] ได้นำเสนอการออกแบบออนโทโลยีสำหรับการจัดการศึกษาในมหาวิทยาลัยและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับผู้ใช้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม การออกแบบออนโทโลยีเกี่ยวกับบทเรียนทางด้านคอมพิวเตอร์เหล่านี้ยังคงแตกต่างกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF: HEd) ใน

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก ทั้งในด้านของโครงสร้างรายวิชาและเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอน

ในด้านการนำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น [11] ได้เสนอระบบบริหารจัดการบทเรียนออนไลน์สำหรับผู้เรียน โดยได้มีการออกแบบออนโทโลยีสำหรับสภาพแวดล้อมของผู้เรียนในไทย (O-DEST) ซึ่งประกอบด้วยออนโทโลยีสำหรับกระบวนการของระบบการเรียนออนไลน์ เช่น โครงการสอน, วิธีการสอน, กิจกรรมการเรียน และรูปแบบวิธีการเรียน ซึ่งสามารถให้ผู้เรียน, ผู้สอน และผู้ดูแลระบบสามารถจัดการระบบได้อย่างเหมาะสม ต่อมา [12] ได้นำเสนอกระบวนการในการออกแบบออนโทโลยีสำหรับการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้พื้นฐานของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (SDLC) ตามมาตรฐาน IEEE มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระบวนการออกแบบออนโทโลยี และได้ยกตัวอย่างการออกแบบออนโทโลยีของการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C อีกด้วย และ [13] ได้มีการพัฒนาออนโทโลยีสำหรับบทเรียนออนไลน์ที่มีความแตกต่างกันและนำมาผนวกเข้าด้วยกัน โดยการจับคู่ออนโทโลยีในเชิงโครงสร้างที่อาศัยคุณสมบัติของภาษา OWL เพื่อแก้ปัญหาความหลากหลายในเชิงความหมายของเมทาดาต้าที่ใช้ในการอธิบายบทเรียน จากนั้นจึงหาความคล้ายคลึงของคำผ่าน WordNet เพื่อให้ได้ข้อมูลบทเรียนที่มีความสัมพันธ์ในเชิงความหมายและตรงตามความต้องการของผู้ใช้

จากการทบทวนงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการออกแบบออนโทโลยีเกี่ยวกับบทเรียนและการเรียนการสอน มาปรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และได้นำหลักการเปรียบเทียบออนโทโลยีมาใช้เป็นแนวทางในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างหลักสูตรที่นำมาใช้กับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิในงานวิจัยนี้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบออนโทโลยี

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Protégé 3.4.8 ซึ่งเป็นโปรแกรมออกแบบออนโทโลยี (Ontology Editor) ที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด [14] โดยสามารถใช้ในการนำข้อมูลองค์ประกอบต่างๆ ของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ รวมไปถึงโครงสร้างหลักสูตรและเนื้อหาสาระสำคัญของรายวิชาในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ตามที่กำหนดไว้ใน [2] ซึ่งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง มาทำการออกแบบออนโทโลยี ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 1

ภาพที่ 1: ตัวอย่างออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบออนโทโลยีตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ตามกรอบมาตรฐานของ สกอ. โดยแบ่งเป็น 7 คลาส ได้แก่ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิ (มคอ.1), รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2), รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3), รายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (มคอ.4), รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ.5), รายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (มคอ.6) และรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร (มคอ.7) ซึ่งในแต่ละคลาสของ มคอ. จะมีคลาสรายละเอียดต่างๆ ภายใน มคอ.ดังกล่าวด้วย เช่น คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์, มาตรฐานผลการเรียนรู้ เป็นต้น แต่ในที่นี้จะขออธิบายเฉพาะส่วนของคลาสโครงสร้างหลักสูตร (CurriculumStrcuture) ซึ่งอยู่ภายในคลาสมคอ.1 (TQF_1) แบ่งเป็น 4 คลาสตามโครงสร้างหลักสูตร ได้แก่ คลาสหมวดวิชาศึกษาทั่วไป (GeneralEducationSubject), คลาสหมวดวิชาเฉพาะ (SpecificSubject), คลาสหมวดวิชาเลือกเสรี (IndependentSubject) และคลาสวิชาประสบการณ์ภาคสนาม (ApprenticeSubject) ในคลาสหมวดวิชาเฉพาะยังแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ หมวดวิชาแกน (CoreSubject) หมวดวิชาเฉพาะด้าน (SpecialSubject) และหมวดวิชาเลือก

(SelectedSubject) ซึ่งหมวดวิชาแกนได้แบ่งออกตามรายวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนวิชาเฉพาะด้าน เช่น แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ (CalculusAndGeomertyAnalysis) เป็นต้น

ในส่วนของหมวดวิชาเฉพาะด้าน ประกอบด้วยกลุ่มประเด็น 5 ด้าน ได้แก่ กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ (OrganizationAndInformationSystemIssues), กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์ (TechnologyForApplicationIssues), กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์ (TechnologyAndSoftwareMethodologyIssues) และกลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ (BasicSystemStructuresIssues) แต่ละกลุ่มประเด็นนั้นประกอบไปด้วยองค์ความรู้ (Body of knowledge) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมคอมพิวเตอร์ IEE และ ACM ตามที่อ้างไว้ใน [2] จำนวน 14 กลุ่ม เช่น โครงสร้าง ดิสครีต (DiscteteStructures), พื้นฐานการเขียนโปรแกรม (ProgrammingFundamentals), ความซับซ้อนและขั้นตอนวิธี (AlgorithmsAndComplexity) เป็นต้น

3.2 การเปรียบเทียบออนโทโลยี (Ontology Mapping)

ในด้านของการเปรียบเทียบออนโทโลยี (Ontology Mapping) นั้น [15] ได้มีการศึกษาหลักการเปรียบเทียบเพื่อหาความคล้ายคลึง (Similarity) ระหว่างสองออนโทโลยีในหลายวิธี เช่น การพิจารณาถึงโครงสร้างของออนโทโลยี (Structure-Based), การพิจารณาไวยกรณ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในออนโทโลยี (Syntax-Based), การพิจารณาตัวอย่างของข้อมูลในออนโทโลยี (Instance-Based) และการพิจารณาถึงเงื่อนไขต่างๆ (Constraint-Based) เช่น ชนิดของข้อมูล หรือชนิดของความสัมพันธ์ภายในคลาสต่างๆ ของออนโทโลยี เป็นต้น นอกจากนี้ [16] ยังได้เสนอแนวทางการเปรียบเทียบออนโทโลยีโดยการพิจารณาถึงความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นจากผลการเปรียบเทียบ [17] ยังได้เสนอแนวทางการพิจารณาความคล้ายคลึงในการเปรียบเทียบโดยใช้การให้เหตุผลทางตรรกะ (Logical Reasoning) อีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการเปรียบเทียบออนโทโลยีแบบโครงสร้าง (Structure-Based) ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาโดยดูจากบริบทของลำดับชั้นโครงสร้างภายในออนโทโลยี รวมไปถึงคลาส, ซับคลาส, คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น หากองค์ประกอบจากสองออนโทโลยีที่ต้องการเปรียบเทียบนั้น มีคลาสหรือซับคลาสที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันได้ เราสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบทั้งสองจากสองออนโทโลยีนั้นมีความสัมพันธ์กันเป็นต้น ด้วยเหตุผลคือในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ออกแบบในลักษณะของโครงสร้างตามภาพที่ 1 มาเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบกับโครงสร้างของหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยอื่นๆ ซึ่งมีการออกแบบในลักษณะของโครงสร้างเช่นเดียวกัน

3.3 การออกแบบการทำงานของระบบ

กระบวนการทำงานของระบบ (ภาพที่ 2) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

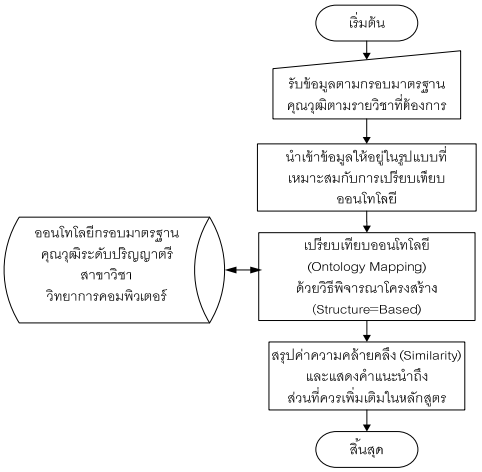
1. รับข้อมูลตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิของรายวิชาในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ เช่น รายละเอียดของหลักสูตร, รายละเอียดของรายวิชา, รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร เป็นต้น โดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในองค์ประกอบนั้น

2. นำเข้าข้อมูลด้วยกระบวนการออนโทโลยีให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปเข้ากระบวนการเปรียบเทียบกับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิได้อย่างเหมาะสม

3. ทำการเปรียบเทียบออนโทโลยี โดยเปรียบเทียบข้อมูลกับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ โดยพิจารณาถึงโครงสร้างของออนโทโลยี (Structure-Based) และทำการหาค่าความคล้ายคลึง (Similarity) ของออนโทโลยีทั้งสอง ซึ่งการพิจารณานั้นสังเกตจากบริบทของลำดับชั้นของแต่ละคลาส รวมไปถึงการพิจารณาจำนวนคำเหมือนและคำคล้ายของคำในกลุ่มคำของรายวิชาเทียบกับจำนวนกลุ่มทั้งหมด เช่น คลาสองค์ความรู้ที่ต้องการเปรียบเทียบมีลำดับชั้นโครงสร้างเหมือนกัน และมีจำนวนคำเหมือนและคำคล้าย 2 คำจากทั้งหมด 3 คำจะถือว่าคลาสดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกัน เป็นต้น

4. แสดงผลสรุปค่าความคล้ายคลึงว่า ข้อมูลหลักสูตรดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิเป็นอัตราส่วนเท่าใด และแสดงคำแนะนำถ้าหลักสูตรรายวิชาที่นำมาเปรียบเทียบมีองค์ประกอบใดที่ยังไม่ครบถ้วนตามกรอบ

มาตรฐานคุณวุฒิบ้าง เพื่อให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิต่อไป



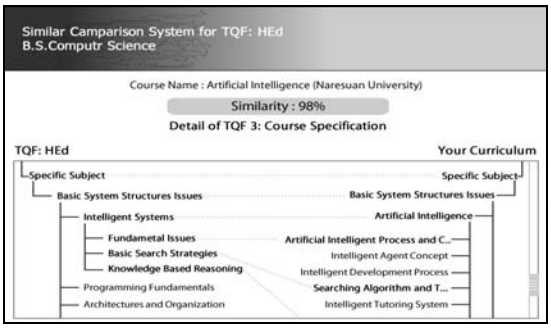
ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนกระบวนการทำงานของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP และใช้ข้อมูลหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ในระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยนเรศวร [18] เป็นตัวอย่างในการทดสอบการทำงานของระบบ

เมื่อบันทึกข้อมูลหลักสูตรทั้งหมดที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการเปรียบเทียบกับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ และแสดงผลการเปรียบเทียบดังหน้าจอในภาพที่ 3 โดยระบบสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบของออนโทโลยีและรายวิชาที่ต้องการได้

ในการทดสอบนี้ ได้เลือกใช้โครงสร้างในบางรายวิชาเท่านั้น เช่น รายวิชา Artificial Intelligence (ปัญญาประดิษฐ์) เพื่อทดสอบความสามารถของวิธีการที่ใช้เปรียบเทียบออนโทโลยีเชิงโครงสร้างว่ามีผลจากการทำงานเป็นอย่างไร ซึ่งจากการทดสอบระบบจะเห็นได้ว่าหลักสูตรในรายวิชาดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมากถึง 98% ซึ่งต่อมาได้พบว่าในรายวิชานี้ได้มีการปรับหลักสูตรให้ได้มาตรฐานของ สกอ.แล้ว จะเห็นได้ว่าระบบยังแสดงคำแนะนำสำหรับในแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรว่า มีส่วนใดที่ยังขาดหรือไม่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ โดยผู้ใช้สามารถเลือกเข้าไปดูรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบดังกล่าวได้



ภาพที่ 3: แสดงหน้าจอผลการเปรียบเทียบ

สรุป

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอการออกแบบออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และได้พัฒนาระบบต้นแบบสำหรับการเปรียบเทียบหลักสูตรของมหาวิทยาลัยที่ต้องการกับออนโทโลยีดังกล่าวโดยใช้วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างของออนโทโลยีเพื่อหาค่าความคล้ายคลึงระหว่างหลักสูตร โดยใช้ตัวอย่างและโครงสร้างหลักสูตรในระดับปริญญาตรีบางส่วนจาก สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและมาตรฐานของหลักสูตร โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดขั้นตอนในการดำเนินการออกแบบและปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอน และเพื่อให้หลักสูตรมีความสอดคล้องกับกรอบมาตรฐานมากที่สุด

สำหรับงานในอนาคต ผู้วิจัยจะทำการทดสอบการเปรียบเทียบออนโทโลยีด้วยวิธีการอื่นๆ เช่น การพิจารณาตัวอย่างข้อมูล (Instance-Based), การพิจารณาเงื่อนไข (Constraint-Based) เป็นต้น เพื่อหาแนวทางที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุดสำหรับออนโทโลยีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิที่ได้ออกแบบไว้ และพัฒนาการเปรียบเทียบให้มีความเป็นอัตโนมัติยิ่งขึ้น โดยการเรียกข้อมูลจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์หรือจากอินเตอร์เน็ตเพื่อลดขั้นตอนในการบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้เอง และระบบจะทำการออกแบบออนโทโลยีสำหรับหลักสูตรของมหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทยได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้การ

นำมาใช้การเปรียบเทียบมีความรวดเร็วถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, "ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2552". สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2555, จาก http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/news /FilesNews/FilesNews2/news2.pdf

[2] ราชกิจจานุเบกษา, "ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552". สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2555, จาก http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/news/FilesNews/FilesNews6/computer_R.pdf

[3] B. Swartout, P. Ramesh, K. Knight and T. Russ, "Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies". *Ontological Engineering. AAAI-97 Spring Symposium Series*, pp.138-148, 1997.

[4] นฤพนธ์ พนาวงศ์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์, "ระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยด้วยหลักการออนโทโลจีและเนมแมชชิ่ง". *Journal of Information Science and Technology*, Vol. 1, Issue 2, Jul-Dec 2010. pp 60-69.

[5] A. Brinson, A. Robinson and M. Rogers, "A cyber forensics ontology: Creating a new approach to studying cyber forensics". *Digital Investigation, Volume 3, Supplement*, September 2006, Pages 37-43.

[6] L. Jiang, C. Zhao and H. Wei, "The Development of Ontology-Based Course for Computer Networks". *Computer Science and Software Engineering, 2008 International Conference*, Dec, 12-14 2008, Pages 487 – 490.

[7] Z. Yuanfeng and Z. Liang, "Curriculum knowledge organization and representation based on ontology". *Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference*, Sept, 16-18 2011, Pages 6465 – 6468.

[8] M. Bagiampou and A. Kameas, "A Use Case Diagrams ontology that can be used as common reference for Software Engineering education". *Intelligent Systems (IS), 2012 6th IEEE International Conference*, Sept, 6-8 2012, Pages 35-40.

[9] Z. Yao and Q. Zhang, "Protégé-Based Ontology Knowledge Representation for MIS Courses"**.** *2009 International Conference on Web Information Systems and Mining***,** Nov, 7-8 2009, Pages 787-791.

[10] L. Zeng, T. Zhu and X. Ding, "Study on Construction of University Course Ontology: Content, Method and Process". *Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE 2009) International Conference*, Dec, 11-13 2009, Page 1-4.

[11] C. Snae and M. Bruckner, "Ontology-Driven E-Learning System Based on Rolesand Activities for Thai Learning Environment". *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 2007.

[12] Y. H. yan, X. J. liang, W. M. ji and X. Jing, "Development of Domain Ontology for E-learning Course". *IT in Medicine & Education, 2009. ITIME '09. IEEE International Symposium*, Aug, 14-16 2009, Pages 501-506.

[13] ธนิตา วงศ์กาฬสินธุ์ และงามนิจ อาจอินทร์, "การเชื่อมโยงออนโทโลยีบนโดเมน E-Learning โดยใช้ WordNet บนพื้นฐานของการวัดค่าความคล้ายคลึงเชิงความหมาย". *The 5th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2009)*. หน้า 218-224.

[14] Protégé, "The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System", Retrieved November, 23 2012, from http://protege.standford.edu.

[15] X. Liu, L. Cao and W. Dai, "Overview of Ontology Mapping and Approach". *Broadband Network and Multimedia Technology (IC-BNMT)*, 2011 4th IEEE International Conference, 28-30 Oct. 2011, Pages 592-595.

[16] A. H. Doan, J. Madhavan, P. Domingos and A. Halevy, "Learning to map between ontologies on the semantic web". *11th Int.World Wide Web Conf*. Honolulu, Hawaii, USA, 2002.

[17] M. Ehrig and Y. Sure. "Ontology Mapping-An Integrated Approach". *1st European Semantic Web Symposium*, Heraklion, Greece,Springer, May10, 2004:76-91.

[18] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, "หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์". สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2555, จาก http://www.sci.nu.ac.th/science/file/curriculum/csit/B_Com.pdf.

การพัฒนาระบบเชื่อมโยงแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ระดับบุคคลกับระบบอ้างอิงหลักฐานตามเกณฑ์ประกันคุณภาพการศึกษาภายใน และภายนอก กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเนชั่น จังหวัดลำปาง

A Development of Personal Electronic-Document System Integrated with Self Assessment Report supported the internal and external indicators : A Case study of Nation University in Lampang Province

บุรินทร์ รุจจนพันธุ์ (Burin Rujjanapan)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเนชั่น
thaiall@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้บุคลากรและคณะวิชาจัดเก็บข้อมูลการประเมินตนเอง รองรับการประเมินคุณภาพการศึกษาทั้งภายใน และภายนอก และเพื่อให้ผู้ประเมินตรวจสอบหลักฐานเพื่อการประกันคุณภาพได้อย่างพอใจ เป็นกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเนชั่น มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 3 กลุ่ม คือ ผู้ประเมินคุณภาพการศึกษา 8 คน ตัวแทนคณะวิชา 3 คน และบุคลากร 91 คน เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบคือเครื่องบริการไอไอเอส ตัวแปลภาษาพีเอชพี มายเอสคิวแอล เอแจ็กซ์ และระบบฐานข้อมูลไมโครซอฟท์แอคเซส ใช้แบบประเมินความพึงพอใจหลังอบรมการใช้งานโปรแกรม และหลังการประเมินคุณภาพการศึกษาในระดับสถาบัน โดยลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ งานที่พัฒนาขึ้นใช้กับการประเมินปีการศึกษา 2554 ได้เชื่อมโยงแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับเกณฑ์ประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก และเข้ากับระบบฐานข้อมูลการประเมินตนเอง เพื่อช่วยให้คณะวิชานำไปใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงแก่ผู้ประเมิน โดยผลประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมของคณะวิชาโดยรวมอยู่ระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.74 , S.D. = 0.86) และผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมของผู้ประเมินโดยรวมอยู่ระดับปานกลาง ($\overline{x}$ = 3.04, S.D. = 1.02) ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นตอบสนองความพึงพอใจของคณะวิชาเพียงกลุ่มเดียว

คำสำคัญ: การประเมินตนเอง ตัวบ่งชี้ภายใน ตัวบ่งชี้ภายนอก เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

The objective of this operational research is to develop the self assessment system integrated with personal electronic-document to serve the satisfaction of users, faculties and assessors. Database is supported for the internal and external indicators. This system will be used as the case study of Nation University. The data sampling is divided into 3 groups, consisting of 8 assessors, 3 faculties and 91 employees. The system development tools are Internet Information Server, PHP Interpreter, MySQL, AJAX and Microsoft Access Database. 5-scale rating questionnaire is collected to evaluate system performance after completing training and evaluation This system can be serve the evaluation on 2554. It will link the electronic-document and key performance indicator related with internal and external criteria in self assessment system in order to help the evidence management. The evaluation result of department's satisfaction is high (a mean of 3.74 and standard deviation of 0.86). The evaluation result of assessor's satisfaction is medium (a mean of 3.04 and standard deviation of 1.02). It is concluded that the

system performance can only satisfy the department group.

Keyword: Self Assessment, Internal Indicators, External Indicators, Electronic Document

1. บทนำ

สถาบันการศึกษาในประเทศไทยต้องจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมาตรฐาน เพื่อตอบสนองต่อเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 เป็นไปตามตัวบ่งชี้ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยผลการประเมินย่อมแสดงให้เห็นถึงคุณภาพตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้น

มหาวิทยาลัยเนชั่นได้จัดทำรายงานการประเมินตนเองเพื่อรับการประเมินคุณภาพภายนอกประจำปีการศึกษา 2549 จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอก [1] ได้มีข้อเสนอแนะและทิศทางการพัฒนาเร่งด่วนของสถาบัน หน้า 5 ข้อที่ 4 ว่า มหาวิทยาลัยควรพัฒนาฐานข้อมูล เกณฑ์ และเป้าหมายเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาตามตัวบ่งชี้

เพื่อให้มหาวิทยาลัยมีระบบฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลการประเมินตนเองตามตัวบ่งชี้และองค์ประกอบคุณภาพที่ตรงกับความต้องการของคณะวิชาและผู้ประเมิน สำหรับข้อมูลการประเมินตนเองในแต่ละปีการศึกษา จึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้บุคลากรจัดเก็บข้อมูลการประเมินตนเองและเพื่อให้ผู้ประเมินตรวจสอบหลักฐานเพื่อการประกันคุณภาพมีความพึงพอใจ ซึ่งจะได้โปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้งาน เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและง่ายต่อการตรวจสอบร่องรอยหลักฐานตามตัวบ่งชี้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประกันคุณภาพ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นคุณภาพและมาตรฐาน โดยกำหนดรายละเอียดไว้ในหมวด 6 มาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย “ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน” และ “ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอก” เพื่อใช้เป็นกลไกในการผดุงรักษาคุณภาพและมาตรฐานของสถาบันอุดมศึกษา [2]

การประกันคุณภาพการศึกษาภายใน เป็นการสร้างระบบและกลไกในการควบคุม ตรวจสอบและประเมินการดำเนินงานของสถานศึกษาให้เป็นไปตามนโยบาย เป้าหมายและระดับคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดโดยสถานศึกษาและหรือหน่วยงานต้นสังกัดโดยหน่วยงานต้นสังกัดและสถานศึกษากำหนดให้มีระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และให้ถือว่าการประกันคุณภาพภายในเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง มีการจัดทำรายงานประจำปีที่เป็นรายงานการประเมินคุณภาพภายในเสนอต่อหน่วยงานต้นสังกัด และเปิดเผยต่อสาธารณชนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาและเพื่อรองรับการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอก

การประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน หมายถึง การดำเนินการตามระบบประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ซึ่งเกณฑ์ต่าง ๆ มุ่งเน้นการสะท้อนคุณภาพด้านระบบและกลไก และกระบวนการจัดการศึกษา ซึ่งหัวข้อใหญ่ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ

การประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอก [3] หมายถึง การดำเนินการตามระบบประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ซึ่งเกณฑ์ต่าง ๆ มุ่งเน้นการสะท้อนคุณภาพด้านผลลัพธ์จากระบบการจัดการศึกษา ซึ่งหัวข้อใหญ่ประกอบด้วย 18 มาตรฐาน และในปีการศึกษา 2555 ได้ถูกปรับให้มีการรายงานร่วมกับเกณฑ์ของ สกอ. ภายใต้กระบวนการที่ต้องดำเนินการประจำปีแล้ว

2.2 ระบบและภาษาโปรแกรม

ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database System) คือ ระบบที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเป็นตาราง (Table) แยกเป็นแถว (Record) และคอลัมน์ (Column) ที่ง่ายต่อการเข้าใจและประยุกต์ใช้งาน

ภาษาพีเอชพี (PHP Language) [4] คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทโอเพนท์ซอร์ท (Open Source Computer Language) สำหรับพัฒนาเว็บเพจแบบไดนามิก (Dynamic Webpage) เมื่อเครื่องบริการได้รับคำร้องจากผู้ใช้ก็จะส่งให้กับตัวแปลภาษาทำหน้าที่ประมวลผลและส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ที่ร้องขอ ในรูปของภาษาเอชทีเอ็มแอล ภาพ หรือแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์อื่นใด ลักษณะของภาษามีรากฐานมาจากภาษาซี เป็นภาษาที่สามารถพัฒนาให้ใช้งานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ได้

ภาษาพีเอชพีมีการทำงานแบบเซอร์ฟเวอร์ไซต์สคริปต์ (Server-Side Script) จึงต้องมีเครื่องบริการ (Server) ที่ทำหน้าที่บริการการแปลภาษา และส่งผลให้กับเครื่องผู้ใช้ (Client) ที่ร้องขอด้วยการส่งคำร้องเข้ามายังเครื่องบริการ

ภาษาเอสคิวแอล (SQL = Structured Query Language) คือ ภาษาสอบถามข้อมูล หรือภาษาจัดการข้อมูลอย่างมีโครงสร้าง มีการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมฐานข้อมูลที่รองรับภาษานี้ขึ้นมากมาย

เอแจ็กซ์ (AJAX = Asynchronous JavaScript And XML) หมายถึง เทคนิคหนึ่งในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ดีขึ้น โดยการรับส่งข้อมูลในฉากหลัง (Background Processing) ทำให้ไม่ดาวน์โหลดทั้งเว็บเพจใหม่ทุกครั้ง เมื่อเปลี่ยนข้อมูลบางส่วนในเว็บเพจ ช่วยให้การตอบสนองรวดเร็วขึ้น

ระบบแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic-Document) หมายถึง แฟ้มเอกสารในรูปของแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ ที่อยู่ในระบบอินทราเน็ตที่บุคลากรแต่ละคนเป็นเจ้าของ และมีรหัสผู้ใช้ รหัสผ่านสำหรับเข้าบริหารจัดการในแต่ละโฟลเดอร์ (Folder)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีชัย สีเจริญ [5] ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสังเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกระดับอุดมศึกษารอบที่ 1 และรอบที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากรายงาน รวมทั้งการสัมภาษณ์เจาะลึก และการสนทนากลุ่มย่อย เพื่อศึกษาภาพรวมของการประเมินเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐาน และจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวนโยบายการพัฒนาการศึกษาให้สอดคล้องกับพันธกิจของสถาบัน พบว่ามีข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาการศึกษาทั้งในเชิงรุกและเชิงรับ สำหรับการประเมินรอบหนึ่ง ว่าควรการปรับปรุงหลักสูตร การพัฒนาฐานข้อมูลและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศให้ทันสมัย การวางระบบประกันคุณภาพ และต้องพัฒนาศักยภาพของครูอาจารย์ควบคู่กันไป มีข้อเสนอแนะแนวทางสำหรับการประเมินรอบสอง ว่าควรกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ แผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ มีการติดตาม และประเมินผลกิจกรรมโครงการอย่างต่อเนื่อง

กิตติยา [6] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโมเดลเชิงสาเหตุประสิทธิผลการประกันคุณภาพภายในสำหรับกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยสังเคราะห์งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการประกันคุณภาพการศึกษา ได้แก่ คุณลักษณะของบุคลากรด้านความตระหนักถึงความสำคัญและการมีทัศนคติที่ดีต่อการประกันคุณภาพภายใน การทำงานเป็นทีม การฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร ความพร้อมด้านทรัพยากรทั้งด้านจำนวนบุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โครงสร้างองค์กรและการกำหนดให้มีผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานประกันคุณภาพ วัฒนธรรมคุณภาพ ภาวะผู้นำของผู้บริหาร และขนาดขององค์กร ส่วนประสิทธิผลการประกันคุณภาพการศึกษามี 2 ส่วนคือ ประสิทธิผลระหว่างทาง ได้แก่ การบริหารจัดการแบบกระจายอำนาจ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การปฏิบัติงานแบบวงจรคุณภาพ และความพึงพอใจในงานของบุคลากร สำหรับประสิทธิผลสุดท้าย ได้แก่ การบรรลุพันธกิจของสถาบัน

ขวัญชัยและพงศ์วรวุฒิ [7] จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดเก็บข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา นำเสนอว่า ในการจัดทำการประกันคุณภาพการศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ข้อมูลที่ใช้ประกอบรายงานการประเมินตนเอง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปเอกสาร ทำให้ในการจัดเก็บข้อมูล และการค้นหาข้อมูลยุ่งยาก ดังนั้นจึงจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาของภาควิชา ซึ่งใช้ประกอบการเขียนรายงานการประเมินตนเอง เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวม และปรับปรุงแก้ไขข้อมูล

จากการทดลองป้อนข้อมูลการประเมินตนเองของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในช่วงปีพ.ศ. 2544 ซึ่งเป็นกรณีศึกษาในโปรแกรมที่

พัฒนาขึ้น พบว่าสามารถเก็บข้อมูลได้ครบ สามารถจัดทำเอกสารการประเมินตนเองทั้งส่วนสำคัญ และส่วนสรุป แต่พบว่ายังมีปัญหาในการจัดรูปแบบของข้อความในส่วนของรายละเอียดส่วนสำคัญ และส่วนสรุป เนื่องจากข้อจำกัดของตัวโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ในอนาคตควรคำนึงถึงความสะดวกของผู้ใช้ให้ใช้งานได้สะดวกและง่ายต่อการใช้มากขึ้น

ธนาชัยและประสงค์ [8] พัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บในการประกันคุณภาพการศึกษา ตามแนวทางของกรอบ IPOI สำหรับมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเว็บเทคโนโลยีและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา ตามแนวทางของกรอบ IPOI (Input Process Output Impact) โดยใช้ระบบเครือข่าย MCUNet และข้อมูลระบบประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย พัฒนาระบบโดยใช้การออกแบบเชิงวัตถุตามวิธี UML บนระบบปฏิบัติการ FreeBSD โดยใช้ Apache, MySQL และ PHP ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยทดลองบันทึกข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษาของสำนักหอสมุดและเทคโนโลยีสารสนเทศ และทำการประมวลผลข้อมูล แล้วเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาตนเองของสำนักหอสมุดและเทคโนโลยีสารสนเทศ สรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถประมวลผลข้อมูลการประกันคุณภาพได้ถูกต้อง และแสดงผลในรูปแบบสถิติอย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้เพิ่มกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องในระดับบุคคลให้เข้ามาร่วมเรียนรู้ระบบ และจัดเวทีชี้แจงให้ผู้ใช้เกิดความตระหนักในการประกันคุณภาพการศึกษา ลดการใช้เอกสารเป็นหลักฐานแต่เพิ่มการใช้แฟ้มอิเล็กทรอนิกส์เป็นหลักฐาน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

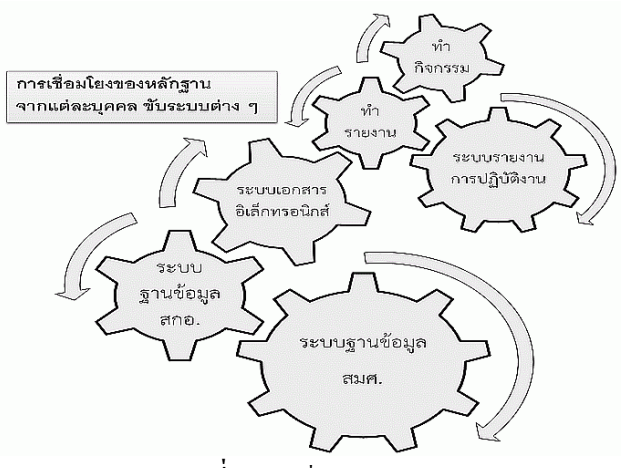
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 เก็บข้อมูลพื้นฐานจากการประชุมแลกเปลี่ยนในทีมวิจัยและผู้เกี่ยวข้อง ทำความเข้าใจเกณฑ์มาตรฐานร่วมกัน วางแผนการทำงาน เอกสารประกอบคือคู่มือการประกันคุณภาพการศึกษา รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมา [1]

3.1.2 ประชากร คือ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเนชั่นจำนวน 91 คน มีกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ผู้ประเมินคุณภาพจำนวน 8 คน ผู้รับผิดชอบระดับคณะ 3 คณะ

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่

แนวทางการวิเคราะห์ระบบใช้วิธีศึกษาจากคู่มือการประกันคุณภาพภายในและภายนอก ออกแบบตามทฤษฎีระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เก็บข้อมูลด้วยไมโครซอฟท์แอคเซสและมายเอสคิวแอล พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาพีเอชพี และเทคนิคเอแจ็กซ์ แล้วนำเสนอต่อผู้ใช้ และปรับตามข้อเสนอแนะ



ภาพที่ 1 : การเชื่อมโยงหลักฐาน

3.3 พัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมประกอบ 4 ระบบหลัก คือระบบงานด้านประกันคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ภายใน และเกณฑ์ภายนอก ที่จำแนกตามองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ ระบบรายงานการปฏิบัติงาน แล้วเชื่อมโยงกับระบบแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ในระบบอินทราเน็ต

3.3.1 ระบบเข้าใช้งานของผู้ใช้ โดยคณะวิชาขอรับรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านจากผู้ดูแลระบบของมหาวิทยาลัย ในแต่ละคณะวิชาจะมีผู้ใช้ 2 ประเภท คือ ผู้ดูแลระบบของคณะวิชา และผู้ประเมินหรือผู้ตรวจสอบ โดยตรวจรหัสผู้ใช้จากเครื่องบริการตรวจรหัส (LDAP Server)

3.3.2 ระบบแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ผู้ใช้เข้าระบบอินทราเน็ต แล้วอัพโหลดแฟ้มไปจัดเก็บในระบบ และเลือกเชื่อมโยงแฟ้มเข้าตามเกณฑ์คุณภาพการศึกษาภายใน ภายนอก และรายงานการปฏิบัติงาน

no	file name	size		job	สกอ	สมศ
26	cover_14sep55.	12,476	เพิ่ม			
27	tech101_graph_s2.	3,205,728	เพิ่ม			
28	tech101_graph_s1.	3,681,910	เพิ่ม			
29	a1-7.	3,614	เพิ่ม			
30	nikompattana_report_p3.	226,332	เพิ่ม			
31	lampangu_550816.	4,166,156	/	งานวิจัย งานบริการ เพิ่ม	1.1.2 เพิ่ม	5 เพิ่ม
32	jd_2555_351003_burin.	18,878	/	งานวิจัย เพิ่ม	เพิ่ม	เพิ่ม
33	it354.	27,648	เพิ่ม			
34	workflow_lampang_24-7-55	284,863	/	บริการ วิชาการ งานประจำ เพิ่ม	เพิ่ม	18.2.2 เพิ่ม

ภาพที่ 2 : รายการแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์

3.3.3 ระบบนำแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์เข้าตามเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้แสดงหลักฐานการทำกิจกรรม ซึ่งแสดงหลักฐานได้ 3 แบบ คือ บรรยายแหล่งอ้างอิง ที่อยู่ของแฟ้ม และอัพโหลดแฟ้ม

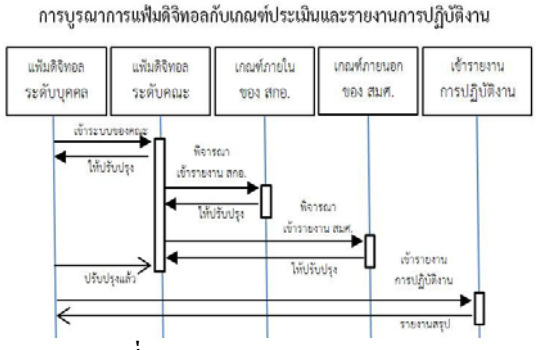
3.3.4 ระบบรายงานตามเกณฑ์คุณภาพการศึกษาที่คณะวิชาสามารถประสานแต่ละบุคคลนำแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมโยงแล้ว ไปใช้เป็นหลักฐานในการประกันคุณภาพการศึกษาในระดับคณะวิชา ระดับมหาวิทยาลัย ทั้งภายในและภายนอก

3.4 เก็บข้อมูลความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรม

เข้าเก็บข้อมูลจากคณะวิชา และผู้ประเมิน หลังผ่านช่วงเวลาของการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับคณะวิชา และระดับมหาวิทยาลัย

3.4.1 ใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงระดับความพึงพอใจ ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบวัดเจตคติตามเทคนิคของลิเคิร์ท [9] 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ น้อย และน้อยมาก

3.4.2 การแปลผลคะแนนสามารถสรุปเป็นระดับของความพึงพอใจ โดยนำระดับสูงสุดลบระดับต่ำสุดแล้วหารด้วยจำนวนช่วงที่ตั้งไว้ จึงได้เกณฑ์การแปลผลคะแนนดังนี้ มากที่สุดมีคะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 มากมีคะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 ปานกลางมีคะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 น้อยมีคะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 และน้อยที่สุดมีคะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80



ภาพที่ 3 : การบูรณาการแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์

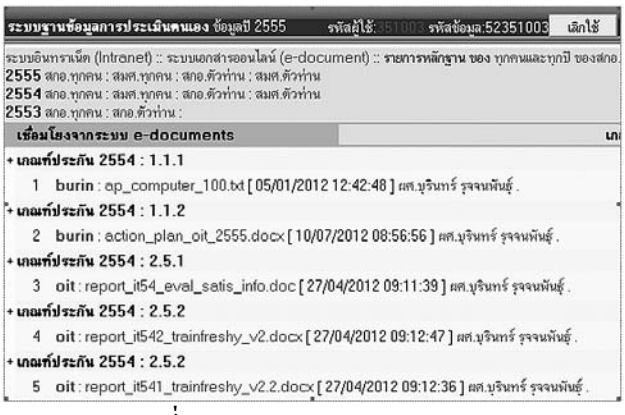
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ระบบฐานข้อมูล พบว่ามหาวิทยาลัยควรพัฒนาระบบฐานที่เชื่อมข้อมูลการประเมินตนเองในปีการศึกษา 2554 สนับสนุนบุคลากร และคณะวิชาให้ใช้ประเมินตนเองและรับการประเมิน โดยเชื่อมโยงระบบเข้ากับระบบแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเสริมการใช้ระบบฐานข้อมูลการประกันคุณภาพภายใน และภายนอกที่ใช้ในมหาวิทยาลัย

4.2 ประเมินความพึงพอใจการใช้โปรแกรมโดยคณะวิชา พบว่า มีคณะวิชาเข้าใช้งานระบบคิดเป็นร้อยละ 36 แต่เชื่อมโยงเข้ากับรายงานการประเมินตนเองมีร้อยละ 64

พบว่าคณะวิชาส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลน้อย ทำให้การส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบของคณะวิชายังไม่ครบถ้วน ผลประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.74 , S.D. = 0.86)

4.3 ประเมินความพึงพอใจการใช้โปรแกรมโดยผู้ประเมิน พบว่ามีคณะวิชาส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจ และส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบไม่ครบถ้วน จากผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ระดับปานกลาง ($\overline{x}$ = 3.04, S.D.=1.02)



ภาพที่ 4 : เว็บเพจสำหรับตรวจสอบหลักฐาน

5. สรุป

การวัดความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบที่มีการบูรณาการระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ จากระดับบุคคลสู่คณะวิชาและเกณฑ์ประเมินคุณภาพการศึกษา ได้ใช้แบบสำรวจความพึงพอใจ พบว่า การส่งข้อมูลเข้าตามเกณฑ์คุณภาพทั้งภายในและภายนอกยังไม่บรรลุเป้าหมาย เพราะมีจำนวนเอกสารเข้าสู่

ระบบไม่มากพอ เนื่องจากขาดระบบและกลไกในระดับคณะวิชาที่จะขับเคลื่อนบุคลากรให้เข้าใช้งานระบบฐานข้อมูลตั้งแต่ระดับบุคคลไปจนถึงระดับคณะวิชา ดังนั้นผู้ประเมินจึงไม่สามารถตรวจสอบเอกสารจากระบบฐานข้อมูลได้ จึงมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง จึงสรุปได้ว่าการพัฒนาระบบเชื่อมโยงแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับระบบต่าง ๆ ยังจำเป็นต้องอาศัยนโยบายของผู้บริหารที่จะกำกับติดตามให้มีหลักฐานตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอกที่ชัดเจน

ข้อเสนอแนะ คือ ให้พัฒนาระบบฐานข้อมูลการประเมินตนเองที่เชื่อมโยงหลักฐานตามเกณฑ์ทั้งภายในและภายนอก แล้วตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทั้งระดับบุคคล ระดับคณะวิชา และระดับมหาวิทยาลัย และเสนอให้คณะวิชาจัดทำระบบและกลไกในการกำกับติดตามการใช้งานระบบฐานข้อมูลการประเมินตนเองที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร คณะวิชา และหน่วยงานสนับสนุนอย่างเข้าใจ

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญรักษา สุนทรธรรม, *รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยโยนก*, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, กรุงเทพฯ, 2550.

[2] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, *คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา*, กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, 2553.

[3] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน), *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามระดับอุดมศึกษา*, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน), กรุงเทพฯ, 2555.

[4] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, *คู่มือเรียน PHP และ MYSQL สำหรับผู้เริ่มต้น*, บริษัทโปรวิชัน จำกัด., กรุงเทพฯ, 2549.

[5] มีชัย สีเจริญ, *การสังเคราะห์รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกระดับอุดมศึกษารอบ 1 และรอบ 2 ของศูนย์ฝึกอบรมตำรวจกลางและศูนย์ฝึกอบรมตำรวจภูธร 1-9*, สมศ., กรุงเทพฯ, 2553.

[6] กิตติยา สีอ่อน, *โมเดลเชิงสาเหตุประสิทธิผลการประกันคุณภาพภายในสำหรับกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2547.

[7] ขวัญชัย ผ่องญาติ และพงศ์วรวุฒิ สนธิโสภณ, *การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดเก็บข้อมูลการประกันคุณภาพการศึกษา*, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2544.

[8] ธนาชัย บูรณะวัฒนากูล และประสงค์ ปราณีตพลกรัง, *การพัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บในการประกันคุณภาพการศึกษาตามแนวทางของกรอบ IPOI*, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2550.

[9] L.W. Anderson, *Likert Scales*, Education Research Methodology and Measurement: An International Handbook, John, D. Keeves, eds, Victoria : Pergamon pp.427-428, 1988.

ระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยี
A Public Service Information Retrieval System using Ontology

วิชิตรณ สุขยิ่ง (Wichitron Sukying)[1] และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]wichitron.s@gmail.com, [2]nalinpatp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยี เพื่อใช้ในการเพิ่มค่าความครบถ้วนของผลลัพธ์จากการสืบค้น ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยในการสืบค้นเอกสาร หรือข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานบริการประชาชน กรณีศึกษาสำนักงานเทศบาลนครนนทบุรี ซึ่งในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้นำออนโทโลยี (Ontology) เข้ามาใช้ในการขยายคำสำคัญในการสืบค้นที่เกี่ยวข้องในเรื่องของงานบริการประชาชนให้เพิ่มมากขึ้นกว่าคำค้นเพียงคำเดียว เพื่อเพิ่มค่าความครบถ้วน (Recall) ให้มากขึ้นกว่าการใช้การสืบค้นแบบธรรมดา และใช้เทคนิคการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ (Information Retrieval) เข้ามาช่วยในการจัดการกับปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่โดยสร้างเป็นตัวแทนของเอกสาร (Index) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับความรวดเร็วในการสืบค้นด้วยออนโทโลยี นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคนิคการเปรียบเทียบความคล้ายของคำ (N-Gram) เข้ามาช่วยในเรื่องของคำสืบค้นที่สะกดผิด หรือคำสืบค้นที่ไม่มีในออนโทโลยี เพื่อเพิ่มค่าความครบถ้วนให้กับคำที่สะกดผิด หรือคำสืบค้นที่ไม่มีในออนโทโลยี ซึ่งได้ผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบในเรื่องของความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.66 ค่าความครบถ้วน (Recall) เท่ากับ 1 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.8 และงานวิจัยนี้มีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถาม โดยมีการประเมินความค่าความสอดระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดสามารถใช้งานได้ และมีการหาค่าความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม ได้ค่าเท่ากับ 0.77 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 จึงสรุปได้ว่าระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการโดยออนโทโลยีสามารถใช้งานได้อย่างดี

คำสำคัญ: ออนโทโลยี การค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ ความคล้ายของคำ ตัวแทนของเอกสาร

Abstract

This paper aims to develop a public service information retrieval system using ontology to enchance the completeness of search results and provide easier access on documents or information of the public service. This system not only applies an ontology to improve search capabilities by increasing recall value, but information retrieval techniques are also used to improve cursory access to large amounts of data by an index. Moreover, the N-gram technique is used to fix spelling errors or unknown keywords. This developed system has been tested at Nonthaburi Municipality as a case study. The results revealed that the precision, recall, and F-measure return good values at 0.66, 1, and 0.8, respectively. Finally, users evaluated the system via questionnaires with questions approved by IOC can be used and reliability equaling 0.77. The results of mean equaled 3.74 with standard deviation at 0.60. In conclusion, the result shows a good level of performance and also indicates that the system met user requirements and achieved all goals successfully.

Keyword: Ontology, Information Retrieval, N-Gram, Index

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบงานของหน่วยงานราชการมีการเก็บข้อมูลไว้หลากหลายประเภท แต่ละประเภทมีปริมาณข้อมูลมาก จึงทำให้ประสบปัญหาในการสืบค้นข้อมูลที่ได้ผลลัพธ์ไม่ครบถ้วน สำนักงานเทศบาลนครนนทบุรีกำลังเผชิญกับปัญหานี้อยู่ ในสำนักงานประกอบด้วยหน่วยงานย่อย แต่ละหน่วยงานมีข้อมูลเฉพาะที่หลากหลาย จึงเป็นเหตุให้สำนักงานเทศบาลนครนนทบุรีมีปริมาณของข้อมูลเป็นจำนวนมาก ทำให้ยากต่อการสืบค้นที่ให้ผลลัพธ์มีความครบถ้วนสมบูรณ์

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหานี้ จึงได้พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยีขึ้น เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการสืบค้นข้อมูลจำนวนมาก ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยออนโทโลยีนั้นมีส่วนช่วยในการขยายคำสำคัญในการสืบค้นให้มีความครอบคลุมถึงข้อมูลที่สืบค้นมากที่สุด เช่น ผู้ใช้งานสืบค้นโดยใช้คำสำคัญคำว่า “ไฟไหม้” ถ้าคำสำคัญนี้ได้ทำการผ่านออนโทโลยีแล้ว จะได้คำสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกันกับคำว่า “ไฟไหม้” เพิ่มขึ้น เช่น จะได้คำว่า “ดับไฟ” “รถดับเพลิง” “กู้ภัย” และ“อุบัติเหตุ” เป็นต้น นอกจากนั้นผู้วิจัยได้การนำเทคนิคของการค้นคืนสารสนเทศแบบ Index มาใช้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล และนำเทคนิค N-Gram มาใช้เพื่อเพิ่มค่าความครบถ้วนให้กับคำสำคัญที่ผู้ใช้งานพิมพ์ผิด หรือคำสำคัญที่นอกเหนือจากที่มีอยู่ในออนโทโลยี

ระบบสืบค้นนี้คำนึงถึงการสืบค้นที่มีความยืดหยุ่นเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานโดยแบ่งการสืบค้นออกเป็น 3 รูปแบบ คือ การสืบค้นแบบปกติ การสืบค้นแบบใช้ออนโทโลยี และการสืบค้นแบบใช้ออนโทโลยี กับเทคนิค N-Gram โดยการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของความครบถ้วนของผลลัพธ์ในการสืบค้น และความรวดเร็วในการสืบค้น

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ออนโทโลยี (Ontology) เป็นเทคโนโลยีทางด้านการพัฒนาภาษาเชิงความหมาย โดยออนโทโลยีเป็นภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจในความหมาย และทำตามคำสั่งได้ โดยการบรรยายแนวความคิดตามขอบเขต (Domain) ตามที่สนใจ หรือรายละเอียดที่เกี่ยวกับแนวคิด (Conceptualization Specification) เป็นการสร้างฐานความรู้เฉพาะทางด้านใดด้านหนึ่ง หรือขอบเขตใดขอบเขตหนึ่ง ให้ได้ใจความที่สามารถอ้างอิงถึงกันได้ และมีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งมีการรวมคุณสมบัติและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องเป็นรายละเอียดข้อมูล (Meta-Information) หรือที่เรียกว่าข้อมูลที่สามารถอธิบายข้อมูลได้ (Information about Information) ทั้งยังสามารถบรรยายโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันของระบบผ่านโหนด (Node) เป็นแบบแบบลำดับชั้น (Hierarchies) โดยมีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกันได้ สามารถนำข้อมูลกลับมาใช้ได้ และมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) กันได้ [1]

2.1.2 การค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ (Information Retrievals System: IRS) มีเป้าหมายเพื่อค้นคืนเอกสารตามคำที่สืบค้น (Query) ของผู้ใช้จากคลังเอกสารที่มีจำนวนมาก โดยระบบมีหน้าที่หลัก คือ ดำเนินการส่วนเอกสาร (Document Operations) สร้างตัวแทนคำค้น (Query Representation) สร้างตัวแทนเอกสารหรือดัชนี (Document or Index Representation) ดำเนินการส่วนคำค้น (Query Operations) และค้นคืนเอกสาร (Searching) โดยการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน (Similarity Computation) ระหว่างตัวแทนของคำค้นกับตัวแทนของเอกสาร ผลลัพธ์ของระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ คือ รายการของเอกสารมีการจัดอันดับ (Ranking) ตามความคล้ายคลึงกันของเอกสารกับคำค้นคืนให้กับผู้ใช้ โดยสามารถทำการวัดประสิทธิภาพของระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศจากความถูกต้องของเอกสารที่ถูกค้นคืนออกมาเป็นค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความครบถ้วน (Recall) [2]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบค้นคืนสารสนเทศที่ใช้คำสำคัญไปทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกันกับคำที่ทำการค้นหาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ควบคู่กับระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศขึ้น

ระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายวิธี ได้มีงานวิจัยที่ใช้เทคนิควิธีการที่เรียกว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เข้ามาใช้งานในส่วนของการแบ่งประโยคภาษาไทยร่วมกับวิธีการถ่วงน้ำหนัก โดยการนำเทคนิคดังกล่าวมารวมเข้าด้วยกันแล้ว

นั้นทำให้ส่งผลต่อภาพรวมของค่าประสิทธิภาพที่ออกมานั้นดีมากขึ้นกว่าที่ไม่ได้ใช้วิธีการดังกล่าว [3] บางงานวิจัยมีการเพิ่มประสิทธิภาพของคำถาม (Query) โดยการนำเอาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เข้ามาช่วยในการสืบค้นชุดข้อมูลอาราบิค ซึ่งใช้ควบคู่กับเทคนิคของโมเดลแบบบูลีน การนำเทคนิคดังกล่าวมารวมเข้าด้วยกันนั้นเพื่อจำลองกระบวนการภายในของระบบ ซึ่งถูกนำเสนอให้เห็นถึงการแก้ไขปัญหาอย่างชาญฉลาด [4] และยังมีอีกหลากหลายเทคนิคให้นำไปใช้ในการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูล ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ของค่าความครบถ้วนของข้อมูลที่ทำการสืบค้น จึงได้มุ่งเน้นศึกษาเทคนิคที่ให้ผลของค่าความครบถ้วนเป็นพิเศษ

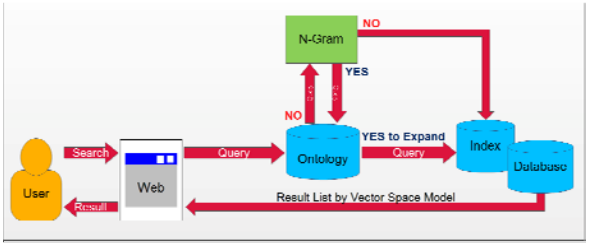
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของระบบสืบค้นข้อมูลที่มุ่งเน้นไปที่ผลของค่าความครบถ้วนนั้นได้พบว่ามีงานวิจัยที่ได้นำเสนอโครงสร้างที่จะสนับสนุนการค้นคืนสารสนเทศ โดยใช้ออนโทโลยี โดยเฉพาะการนำเสนอคำอธิบายในเชิงความหมายเมื่อข้อมูลที่ใช้กำกับ (Metadata) อ้างอิงไปถึงภาพ หรือบทความ ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นว่าหากใช้ออนโทโลยี เข้ามาช่วยจะทำให้ระบบค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ สามารถบรรลุประสิทธิภาพในด้านของค่าความครบถ้วนที่ดีกว่าการสืบค้นโดยใช้เพียงแค่คำสำคัญเท่านั้น [5] อีกทั้งมีงานวิจัยที่นำระบบสืบค้นข้อมูลไปใช้กับออนโทโลยี เพื่อทำเป็นการสืบค้นเชิงความหมายนำไปประยุกต์ใช้ในการค้นหาข้อมูล และใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของข้อมูล เพื่อจะให้ได้ผลลัพธ์ของข้อมูลโดยเน้นที่ค่าความครบถ้วน [6] ในบางงานวิจัยได้มีการนำออนโทโลยีมาใช้ในการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล เพื่อใช้ในการช่วยสืบค้นข้อมูล ทำให้ได้ผลของการสืบค้นข้อมูลตรงตามโครงสร้าง และตรงตามการสืบค้นของผู้ใช้งาน [7] และมีงานวิจัยที่พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลกับฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยนำเทคนิคออนโทโลยีมาใช้งานเช่นกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความแม่นยำ และความครบถ้วนในการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งให้ค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับดีมาก [8] จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นนั้นล้วนเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นที่ค่าความครบถ้วนเป็นหลัก ด้วยการนำเทคนิคออนโทโลยีมาใช้ควบคู่กับระบบค้นคืนสารสนเทศทั้งสิ้น

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการอธิบายกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ พร้อมทั้งนำแผนภาพที่ใช้แสดงการทำงานของระบบงาน เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบในขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

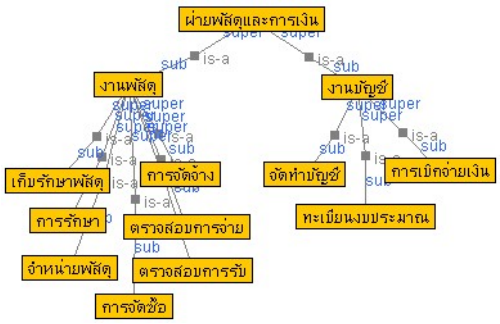
3.1.1 การทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยีมี 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ 1) ผู้ใช้งานใส่คำสำคัญในการสืบค้นเข้าไปในระบบ 2) ระบบส่งคำสำคัญในการสืบค้นไปที่ฐานความรู้ออนโทโลยีเพื่อทำการขยายคำสำคัญให้เพิ่มมากขึ้น โดยแต่ละคำที่ขยายออกมานั้นจะมีน้ำหนักของคำไม่เท่ากัน 3) ในกรณีที่ขั้นตอนที่สอง การเข้าไปในฐานความรู้นั้นไม่พบคำที่ตรงกับคำสำคัญจะทำการส่งคำ ๆ นั้นเข้าไปเพื่อเปรียบเทียบและหาความคล้ายของคำสำคัญแทน 4) คำสำคัญทุกคำทั้งคำที่ถูกป้อนโดยผู้ใช้งาน และคำที่ถูกขยายด้วยออนโทโลยี จะวิ่งเข้าไปหาตัวแทนของเอกสาร 5) จากการสืบค้นในตัวแทนของเอกสารจะชี้เข้าหาเอกสารด้วยไอดีที่กำหนดไว้ ไปยังตารางที่จัดเก็บเอกสารนั้น ๆ เอาไว้ และ 6) แสดงผลลัพธ์ของการสืบค้น โดยแสดงเป็นอันดับของเอกสารตามน้ำหนักของคำในออนโทโลยี จากขั้นตอนการทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพขั้นตอนการทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยี

3.1.2 ในขอบเขตของสำนักงานเทศบาลนครนนทบุรีจัดเก็บคำสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกันในขอบเขตดังกล่าวด้วยโปรแกรม HOZO จากนั้นทำการสร้างฐานความรู้ของคำสำคัญจากหนังสือคู่มืออัตรากำลังของสำนักงานเทศบาลนครนนทบุรี และจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในสำนักงานเทศบาลนครนนทบุรี โดยมีการให้น้ำหนักของคำสำคัญในแต่ละลำดับขั้นที่

ไม่เท่ากัน สามารถแสดงภาพตัวอย่างการให้น้ำหนักของคำในออนโทโลยีได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ภาพตัวอย่างการให้น้ำหนักของคำในออนโทโลยี

จากภาพที่ 2 มีการให้น้ำหนักของคำสำคัญในแต่ละลำดับขั้นที่ไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งเป็น 3 ลำดับ คือ 1) กลุ่มคำสำคัญลำดับแรก เป็นโหนด (Node) คำสำคัญคำนั้นที่ถูกค้นหา เช่น ผู้ใช้งานค้นหาคำว่า “งานบัญชี” คำนี้จะถูกจัดลำดับความสำคัญเป็นลำดับที่หนึ่ง 2) กลุ่มคำสำคัญลำดับที่สอง เป็นโหนดลูกของคำที่ถูกค้นหา เช่น ผู้ใช้งานค้นหาคำว่า “งานบัญชี” ดังนั้นคำที่สำคัญเป็นลำดับสองคือ “จัดทำบัญชี” “การเบิกจ่ายเงิน” และ “ทะเบียนงบประมาณ” และ 3) กลุ่มคำสำคัญลำดับสุดท้ายเป็นโหนดเพื่อน และโหนดแม่ของคำที่ถูกค้นหา เช่น ผู้ใช้งานค้นหาคำว่า “งานบัญชี” ดังนั้นคำที่สำคัญเป็นลำดับสุดท้ายคือ “งานพัสดุ” และ “ฝ่ายพัสดุและการเงิน” เป็นต้น

3.1.3 Index ถูกจัดทำ เพื่อจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทุกตารางที่ต้องใช้ในการสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชน โดยใน Index นั้นได้มีการทำความสะอาดข้อมูล (Cleansing Data) และทำการตัดคำที่ไม่มีความหมายในตัวเอง หรือคำหยุด (Stop Word) ออกไปจาก Index สามารถแสดงภาพ Index ของฐานข้อมูลงานบริการประชาชน ได้ดังภาพที่ 3

id	id_table	detail	table_name
1	3	ชาวบานละแวกใกลเคียงไมทราบได้รับเรื่องคำร้องนี้หร...	req
2	4	ชาวบานละแวกใกลเคียงขอบคุณเทศบาลจากใจจริงที่ได้ลงต...	req
3	5	งานบริการข้อมูลข่าวสารทางท้องถิ่นเรียนคุณMooขอบคุณ...	req
4	8	กรรเจียกตริธัญญาขออภัยเนื่องจากแจ้งเลขที่ซอยผิดขอแ...	req
5	9	สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเรียนคนนนท์เทศบาลขอ...	req
6	10	สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลขอขอบคุณเท่ท...	req
7	11	สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเรียนคุณNunเทศบาลขอ...	req
8	12	สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเรียนคุณอรรถพลเทศบา...	req
9	13	กรรเจียกตริธัญญาได้รับการแก้ไขเรียบร้อยแล้วขอบคุณม...	req
10	14	สำนักการช่างการดำเนินการกันน้ำเป็นการดำเนินการของ...	req
11	16	สำนักการช่างสำนักการช่างได้จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ประ...	req

ภาพที่ 3: ภาพ Index ของฐานข้อมูลงานบริการประชาชน

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผลของการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการนำฐานความรู้คำสำคัญ XML ที่ได้จากการสร้างออนโทโลยี การเปรียบเทียบความคล้ายของคำ และการทำ Index มาประยุกต์ใช้กับระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการโดยออนโทโลยี โดยแบ่งรูปแบบการสืบค้นออกเป็น 3 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปกติ เป็นการสืบค้นด้วยคำสั่งการ Query แบบปกติ คือ select * from table where จากฐานข้อมูลโดยตรง ไม่มีการขยายคำสำคัญด้วยออนโทโลยี และไม่มีการใช้ Index เหมาะสำหรับการสืบค้นแบบที่ต้องการความรวดเร็ว แต่ไม่ต้องการความแม่นยำ และความครบถ้วนของผลลัพธ์มากนัก

รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบใช้ออนโทโลยี เป็นการสืบค้นโดยมีการผ่านกระบวนการขยายคำสำคัญด้วยออนโทโลยี และมีการใช้ Index เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูลที่ต้องใช้คำสำคัญที่มีปริมาณมาก การสืบค้นรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นที่ต้องการความแม่นยำที่มากกว่าแบบปกติ และต้องการความครบถ้วนของข้อมูลที่แท้จริง

รูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบใช้ออนโทโลยี และใช้เทคนิค N-Gram เป็นการสืบค้นรูปแบบเดียวกันกับการสืบค้นแบบใช้ออนโทโลยี แต่มีฟังก์ชันในการทำงานเพิ่มขึ้นโดยใช้เทคนิค N-Gram ในการเปรียบเทียบความคล้ายของคำ โดยจะเปรียบเทียบคำในฝั่งของคำสำคัญในการสืบค้น ถ้าผู้ใช้งานพิมพ์คำสำคัญผิดไป หรืออยู่นอกเหนือจากออนโทโลยี ระบบ

จะทำการหาค่าความคล้ายของคำสำคัญนั้นเพื่อเป็นตัวเลือกในการเพิ่มค่าความครบถ้วนของข้อมูลที่จะสืบค้นจากระบบ

ในระบบสืบค้นข้อมูลสารสนเทศงานบริการประชาชนมีความสามารถในการบริหารจัดการ คือสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไข ฐานความรู้คำสำคัญของออนโทโลยีได้ สามารถแสดงภาพของระบบสืบค้นข้อมูลสารสนเทศงานบริการประชาชน ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแล้วได้ ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4: แผนภาพของระบบสืบค้นข้อมูลสารสนเทศงานบริการประชาชน

4.2 ผลการประเมินระบบ

การทดสอบระบบนั้นทางผู้วิจัยจะใช้วิธีการทดสอบแบบแบล๊คบ็อกซ์ (Black Box Testing) โดยใส่คำสำคัญเข้าไปในระบบ เพื่อดูประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ในการแสดงผล และทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) โดยพิจารณาจากความเกี่ยวข้องกันระหว่างเอกสารที่ค้นเจอกับเอกสารที่ค้นเจอที่มีความเกี่ยวข้องกับที่ต้องการ ค่าความครบถ้วน (Recall) โดยพิจารณาจากความเกี่ยวข้องกันระหว่างเอกสารที่ค้นเจอกับเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในระบบ และ F-Measure [9] เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยใช้คำสำคัญจำนวน 10 คำ จากเอกสารทั้งหมดจำนวน 7,943 เอกสาร คำสำคัญชุดนี้ถูกเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญระบบเพื่อใช้ในการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบการค้นหาข้อมูลทั้ง 3 รูปแบบพบว่าการค้นหาในรูปแบบที่ 1 ได้ค่า Precision เท่ากับ 1 ค่า Recall เท่ากับ 0.09 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.17 การค้นหาในรูปแบบที่ 2 ได้ค่า Precision เท่ากับ 0.70 ค่า Recall เท่ากับ 1 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.82 และการค้นหาในรูปแบบที่ 3 ได้ค่า Precision เท่ากับ 0.70 ค่า Recall เท่ากับ 1 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.82 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพคำสำคัญ

Keyword	Normal		Ontology		Ontology & N-gram	
	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall
สิทธิเลือกตั้ง	1	0.10	0.73	1	0.73	1
network	1	0.02	0.63	1	0.63	1
ประสานงานหน่วยงาน	1	0.02	0.95	1	0.95	1
ให้คำปรึกษา	1	0.09	0.82	1	0.82	1
จัดซื้อจัดจ้าง	1	0.06	0.54	1	0.54	1
ระบบสารสนเทศ	1	0.21	0.71	1	0.71	1
สื่อการเรียนการสอน	1	0.24	0.72	1	0.72	1
รับรองสำเนา	1	0.06	0.53	1	0.53	1
สถาปัตยกรรม	1	0.02	0.48	1	0.48	1
ศาสนา	1	0.03	0.47	1	0.47	1
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	1	0.09	0.70	1	0.70	1

ในงานวิจัยนี้มีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถาม จำนวน 30 คน มีการประเมินความค่าความสอดระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดสามารถใช้งานได้ จึงถือว่าแบบสอบถามมีความเที่ยงอยู่ในระดับดีมาก และมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี (Cronbach's Alpha เท่ากับ 0.77) ผลความพึงพอใจโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 จึงสรุปได้ว่าระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการโดยออนโทโลยีสามารถใช้งานได้อย่างดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลงานบริการประชาชนโดยออนโทโลยี ได้นำเทคนิคออนโทโลยีไปใช้ควบคู่กับการเปรียบเทียบความคล้ายของคำ โดยเปรียบเทียบกันระหว่างคำสำคัญที่ผู้ใช้ใส่เข้าไปในระบบ กับคำสำคัญที่รวบรวม และจัดกลุ่มไว้ในออนโทโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของค่าความแม่นยำ กับค่าความครบถ้วนของการสืบค้นข้อมูล โดยมุ่งเน้นไปที่ค่าความครบถ้วนเป็นพิเศษ และมีการทำ Index เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพด้านความรวดเร็วในการสืบค้นที่ใช้ออนโทโลยี จากการทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้น ในรูปแบบการค้นหาที่ใช้ออนโทโลยีมีประสิทธิภาพดีกว่ารูปแบบปกติ และระบบมีผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และสามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานจริงได้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัย คือควรมีการเพิ่มเทคนิคอื่น ๆ ของการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ เช่น การหาค่าความคล้ายของคำ (Vector Space Model) โดยนำมาใช้เปรียบเทียบความคล้ายกันใน Index เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านความแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

[1] Guarino, N. ed. “Formal Ontology in Information Systems,” Proceedings of FOIS'98. Trento Italy, 1998.

[2] Ricardo, Yates. Baeza., et al. *Modern Information Retrieval*, Pearson Education, 1999.

[3] สมหมาย ขันทอง พยุง มีสัจ และชูชาติ หฤไชยะศักดิ์. “ระบบสืบค้นสำหรับประโยคภาษาไทยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักช่วงข้อความที่สั้นที่สุด,” *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2549 หน้า 11-18.

[4] Mohammad, N. O. Feras, M. A. and Eman, M. A., “Improving the User Query for the Boolean Model Using Genetic Algorithms,” *International Journal of Computer Science Issues*. vol. 8, Issue 5, no. 1, pp. 1694-0814, 2011.

[5] Chen-Yu and Von-Wun, “Ontology-based information retrieval and extraction,” *IEEE Trans.*, pp. 265-269, 2005.

[6] วิศิษฏ์ วรรณภูมิ และศิพาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย. “การสืบค้นข้อมูลการให้บริการเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[7] ขจรเกียรติ ธรรมบุตร และสมชาย ปราการเจริญ. “การพัฒนาระบบสืบค้นด้วยวิธีออนโทโลยี กรณีศึกษาข้อมูลข่าวเกี่ยวกับพลังงาน,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[8] สลิล โทไวยะ และสมชาย ปราการเจริญ. “การพัฒนาระบบสืบค้นฐานข้อมูลความรู้ในการแก้ไข ปัญหาของระบบเครือข่ายแลนไร้สายด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยี,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[9] Hyunjang Kong, Myunggwon Hwang, Pankoo Kim. A New Methodology for Merging the Heterogeneous Domain Ontologies based on the WordNet

การจัดการองค์ความรู้เชิงความหมายโดยใช้โมเดลเอสอีซีไอ สำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์

Semantic Knowledge Management Using SECI Model for Computerized Auditing

อัจฉรา แก้วละเอียด (Aj-chara Keawlaiod)[1] และผุสดี บุญรอด (Pudsadee Boonrawd)[2]

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]ajcharak@cad.go.th, [2]pudsadee@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ประเมินคุณภาพ และประเมินความพึงพอใจระบบการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมายโดยใช้โมเดลเอสอีซีไอสำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา กรมตรวจบัญชีสหกรณ์ ซึ่งได้สร้างฐานความรู้ออนโทโลยีในรูปแบบโดเมนออนโทโลยี (Domain Ontology) ตามหลักการวิศวกรรมออนโทโลยีที่แปลงโครงสร้างฐานความรู้ให้อยู่ในรูปแบบภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล และรองรับการค้นคืนเชิงความหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพฐานความรู้ออนโทโลยี และระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black Box Testing) ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X}$= 4.16 และ S.D = 0.63) และทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศโดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X}$= 4.12 และ S.D = 0.64) สรุปได้ว่าฐานความรู้ออนโทโลยีและระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดการองค์ความรู้ได้อย่างเหมาะสม เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมงานการสอบบัญชีของผู้สอบบัญชีทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานสู่มาตรฐานเดียวกัน

คำสำคัญ: การจัดการความรู้ โมเดลเอสอีซีไอ เว็บเชิงความหมาย การค้นคืนแบบเชิงความหมาย

Abstract

This research presents a guideline to design and develop the semantic knowledge management system using SECI Model for computerized auditing. Domain Ontology Knowledge Based created using the concept of Ontology Engineering, which is converted to an XML language and support semantic retrieval. The research was evaluated knowledge based and information system developed by Black Box Testing. The overall results of the evaluation by experts at a good level ($\bar{X}$=4.16, and S.D=0.63), and the overall results of user satisfaction at a good level. ($\bar{X}$=4.12, S.D=0.63) In conclusion the information system has good qualities and can be used for knowledge management successfully when dealing with account auditing within private or government business operations.

Keywords: Knowledge Managements, SECI Model, Semantic Web, Semantic Retrieval

1. บทนำ

ในปัจจุบันกรมตรวจบัญชีสหกรณ์ เป็นองค์กรที่พัฒนาระบบบริหารจัดการด้านการเงินการบัญชีของสหกรณ์และสถาบันเกษตรกรให้เข้มแข็ง โปร่งใส ก้าวไกลด้วยไอที นำบัญชีสู่เกษตรกร มีพันธกิจด้านการสอบบัญชีสหกรณ์และกลุ่มเกษตรกร เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติงานสอบบัญชีและรับรองงบการเงิน [1] จึงได้นำระบบงานคอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผล ซึ่งผู้สอบบัญชีสหกรณ์จำเป็นต้องเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงาน 6 เรื่อง ได้แก่ การตรวจสอบสมาชิกและหุ้น การตรวจสอบเงินให้กู้ การตรวจสอบการซื้อและเจ้าหนี้ การตรวจสอบการขายและลูกหนี้ การตรวจสอบระบบสินค้าคงคลัง และการตรวจสอบบัญชีแยกประเภท [2]

การจัดการความรู้ (Knowledge Management) เป็นทฤษฎีสนับสนุนจัดการความรู้ [3], [4], [5], [6] ที่นำมาประยุกต์ใช้ด้านการสอบบัญชี ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างองค์ความรู้ (Knowledge) เกิดการถ่ายโอนความรู้ให้กับผู้สอบบัญชีทั้งองค์กร ซึ่งจากเดิมยังไม่มีระบบการจัดการรองรับการใช้งาน เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ที่กระจัดกระจายประสบการณ์ที่ฝังลึกอยู่ในตัวบุคคล และความรู้ในรูปแบบเอกสารหรือคู่มือ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบ พัฒนา และประเมินคุณภาพระบบการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมายสำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา กรมตรวจบัญชีสหกรณ์ โดยสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Knowledge-Based) ตามแนวคิดของโมเดลเอสอีซีไอ เพื่อรองรับการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมาย ซึ่งเนื้อหาของงานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อหลัก คือ บทนำ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการความรู้ (Knowledge Management)

การรวบรวมองค์ความรู้ที่กระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลนำมาจัดการและจัดเก็บในลักษณะที่ผู้ใช้สามารถมีช่องทางเข้าถึงได้ง่าย เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานทำให้เกิดการเผยแพร่องค์ความรู้ให้กับทุกคนในองค์กรส่งผลต่อการพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสูงสุด ซึ่งองค์ความรู้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความรู้ฝังลึก (Tacit-Knowledge: TK) คือ ความรู้ที่อยู่ในสมองคน และความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge: EK) คือ ความรู้ที่สามารถหาได้จากสื่อภายนอก [3], [4], [6]

2.2 โมเดลเอสอีซีไอ (SECI Model)

การสร้างองค์ความรู้ตามแนวคิดของโมเดลเอสอีซีไอ (SECI-Knowledge Conversion Process: SECI) ประกอบด้วย 4 กระบวนการสร้างองค์ความรู้ [3], [4] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การขัดเกลาทางสังคม (Socialization) เป็นการถ่ายโอนความรู้โดยตรงระหว่างกลุ่มคนหรือบุคคล ความรู้ที่ฝังในตัวคน ระหว่าง TK กับ TK เป็นความรู้ที่ฝังลึกนำการเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ข้อคิดเห็น ความเชื่อ วิธีการ พรสวรรค์ หรือสัญชาตญาณ ก่อให้เกิดทักษะแต่ละบุคคล รวมทั้งระหว่างบุคคลหรือกลุ่มคนที่มีพื้นฐาน ความรู้ที่สอดคล้องกัน ทำให้สื่อสาร และทำความเข้าใจกันได้ง่าย

2.2.2 การสกัดความรู้ออกจากตัวคน(Externalization) จาก TK เป็น EK เป็นการสกัดความรู้ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเรื่องนั้น ๆ ถ่ายทอดออกมาเป็นเสียง ภาพข้อความ คิดเห็น เอกสาร ผ่านไปยังสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือ คู่มือ เฟสบุ๊ค บล็อก กระทู้ความเห็น ประสบการณ์ที่ฝังอยู่ในตัวบุคคลออกมาสู่ภายนอกแก่ผู้อื่น

2.2.3 การรวมความรู้เข้ากับสิ่งใหม่(Combination) จาก EK เป็น EK การนำความรู้ปัจจุบันประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ นำไปปรับให้ทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์แนวคิดจะมีความหลากหลายมากขึ้น สร้างความเข้าใจและเชื่อมโยงกัน เป็นความรู้ใหม่ให้กับตัวเองและองค์กร

2.2.4 การนำความรู้ใหม่ลงมือปฏิบัติจริง (Internalization) จาก EK เป็น TK การนำความรู้ใหม่มาลงมือปฏิบัติจริง ผู้ปฏิบัติจะเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดเป็นประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญ และภูมิปัญญาในสมองต่อไป

2.3 เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web)

เทคโนโลยีเว็บความหมาย [7] อาจประยุกต์ใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี [8] เป็นรูปแบบของการจัดเก็บองค์ความรู้ที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความเป็นอัตโนมัติ การจัดการฐานความรู้โครงสร้างข้อมูลออนโทโลยีจัดวางแนวความคิดและการรับรู้ถึงความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ได้ง่ายขึ้น ถ้าความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น แสดงในรูปแบบของโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchical Model) ดังนั้น จึงเกิดแนวความคิดการทำดัชนีในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นประกอบด้วยแนวคิดต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของแนวคิด (Relationship) เหล่านั้น [9], [10] โครงสร้างนี้อำนวยความสะดวกให้กับกระบวนการค้นหาเชิงความหมายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการทำดัชนีด้วยออนโทโลยี [10] ใช้

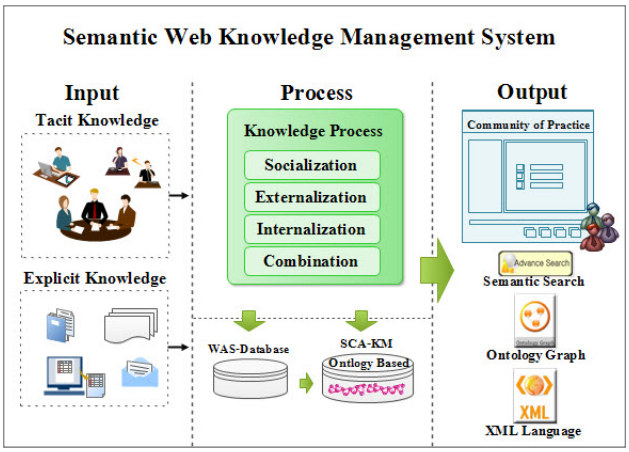
เป็นตัวกำหนดชั้นของแนวคิดต่าง ๆ(Taxonomy) ภายใต้โดเมนที่สนใจ [10], [11], [12] ซึ่งแต่ละแนวคิดจะจัดกลุ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันและโครงสร้างลำดับชั้นนี้จะเป็นตัวช่วยในการค้นคืนข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Retrieval)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของพยุง และคณะ [4] ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้ที่รวมการวิเคราะห์เหตุของปัญหาสำหรับระบบแก้ไขปัญหาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรภายนอกที่ดำเนินการให้กับธุรกิจธนาคาร ได้นำวิธีการโมเดลเอสอีซีไอมาประยุกต์ใช้จัดการกับแก้ไขปัญหานั้น เหมาะกับระดับของปัญหาในระดับปานกลางทำให้ผู้แก้ไขนั้นสามารถค้นหาองค์ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้จากระบบและมีปริมาณงานเพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับระบบเดิม และอีกงานวิจัยหนึ่งที่น่าสนใจของวิชชุดา [8] เป็นงานเกี่ยวกับระบบวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับจัดเก็บคำสำคัญภายใต้ขอบเขตสนใจ รวมทั้งตรรกะของความสัมพันธ์ต่าง ๆ เพื่อการสร้างความหมายจากผลการประเมิน พบว่า ระบบสารสนเทศที่ได้ออกแบบและพัฒนามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ทำให้เหมาะสมต่อการพัฒนาระบบอื่น ๆ ต่อไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

จากงานวิจัยด้านการจัดการองค์ความรู้ ซึ่งได้ทำการศึกษาการจัดการความรู้โดยกระบวนการโมเดลเอสอีซีไอ มาใช้ในการพัฒนาระบบ ซึ่งจากเดิมยังไม่มีระบบการจัดการรองรับการใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อรวบรวมองค์ความรู้ที่กระจัดกระจายประสบการณ์ที่ฝังลึกอยู่ในตัวบุคคล นำมาซึ่งการเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ข้อคิดเห็น วิธีการของแต่ละบุคคล และความรู้ชัดแจ้ง เป็นความรู้จากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ เอกสาร แฟ้มข้อมูล คู่มือ อีเมล์ นำไปสู่กระบวนการจัดการความรู้ในรูปแบบของโมเดลเอสอีซีไอ และGilbert Probst [3], [4] เป็นการจัดการความรู้รูปแบบของการประยุกต์ใช้ฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือออนโทโลยีพัฒนารูปแบบการใช้งาน ลักษณะเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมภาพรวมของระบบ



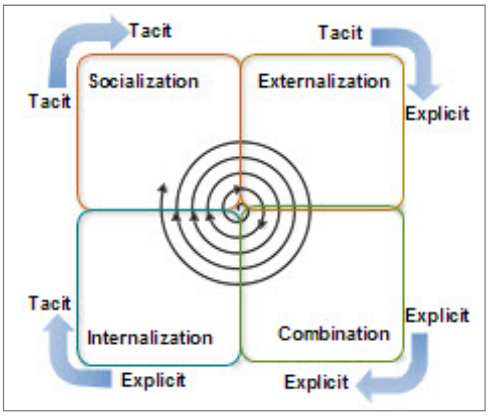
ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมภาพรวมของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจปัญหาและศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมาย เริ่มต้นด้วยความรู้ที่ฝังลึกจากการติดต่อสื่อสาร ประชุม และความรู้ที่ชัดแจ้งจากเอกสาร คู่มือ ผ่านกระบวนการการจัดการความรู้โดยใช้โมเดลเอสอีซีไอ จัดเก็บข้อมูลในลักษณะฐานความรู้ออนโทโลยี แสดงผลลัพธ์ เว็บแอพพลิเคชั่นชุมชนนักปฏิบัติทำให้เก็บความรู้จากผู้เชี่ยวชาญรองรับการค้นคืนเชิงความหมาย สามารถแสดงกราฟฐานความรู้ออนโทโลยี และภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล มีบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญ ในแต่ละด้านให้คำปรึกษาแนะนำตามหมวดหมู่ขององค์ความรู้ สามารถอำนวยความสะดวกในการค้นหาความรู้และใช้เป็นแนวทางอ้างอิงเพื่อบันทึกสรุปผลการตรวจสอบบัญชีลงกระดาษทำการได้

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการองค์ความรู้โดยใช้โมเดลเอสอีซีไอ

จากการเก็บรวบรวมปัญหาและความต้องการผู้ใช้งานมาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการดังกล่าวเริ่มจากทำการศึกษาปัญหาต่าง ๆ ของผู้สอบบัญชีความต้องการจากระบบติดตามงานสอบบัญชี การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการโดยมีใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์การสอบถามและช่องทางอื่น ๆ ซึ่งการมุ่งเน้นการจัดการองค์ความรู้ด้านการวิเคราะห์ระบบการควบคุมภายในและวิธีการตรวจสอบระบบงานคอมพิวเตอร์ [2] เพื่อพัฒนาระบบองค์ความรู้เชิง

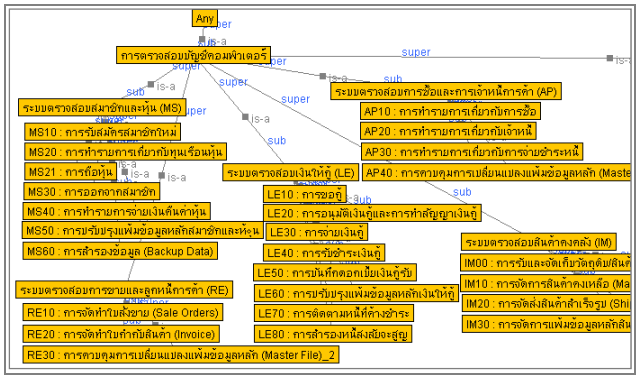
ความหมายโดยใช้โมเดลเอสอีซีไอ สำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2: กระบวนการสร้างองค์ความรู้โมเดลเอสอีซีไอ

3.2 การพัฒนาฐานความรู้และระบบการจัดการองค์ความรู้

การจัดการความรู้โดยใช้แนวคิดเอสอีซีไอโมเดล พัฒนาระบบในลักษณะเว็บแอพพลิเคชั่นโดยใช้โปรแกรมอีดิทพลัสเท็กซ์ อีดิเตอร์ (EditPlus Text Editor v3.41) เป็นเครื่องมือในพัฒนาในส่วนของการสร้างเว็บไซต์แล้วได้เชื่อมต่อข้อมูลด้วยภาษาพีเอชพี (Hypertext Preprocessor: PHP) กับฐานข้อมูลมายเอสคิวเอล (MySQL) และใช้โปรแกรมโฮโซ ออนโทโลยีอีดิเตอร์ (Hozo-Ontology Editor) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: โครงสร้างฐานข้อมูลออนโทโลยี

เป็นโปรแกรมเครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างออนโทโลยีเป็นฐานความรู้ในการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญสกัดคำสำคัญ ในเรื่องการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ทั้ง 6 เรื่อง แต่ละเรื่องประกอบด้วย กิจกรรม จุดประสงค์ จุดควบคุม ทำการจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลสำหรับการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย วิธีการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ทำให้ได้ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ตัวอย่างระบบตรวจสอบสมาชิกและหุ้น ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างการวิเคราะห์คำสำคัญวิธีการตรวจสอบบัญชี

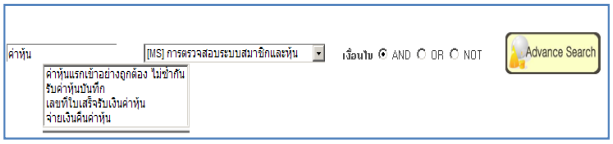
กิจกรรม	จุดควบคุม	คำสำคัญ	วิธีการตรวจสอบ
การรับสมาชิกใหม่	มีการแบ่งแยกหน้าที่ผู้บันทึกข้อมูลการขอสมัครสมาชิกใหม่...	แบ่งแยกหน้าที่	Interview: สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องถึงการแบ่งแยกหน้าที่ระหว่างผู้บันทึกข้อมูลการขอสมัครสมาชิก...

3.3 การทดสอบระบบ

ในขั้นตอนการทดสอบระบบกระทำโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์แบบสอบถามโดยใช้สถิติ คือ การทดสอบและปรับปรุงระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบนั้น โดยนำหลักการกระบวนการทดสอบแบบแบล็คบอกซ์ (Black Box Testing) โดยแบ่งการทดสอบระบบออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ คือ การทดสอบในขั้นแอลฟา (Alpha Testing) เป็นการทดสอบความสมบูรณ์ของระบบโดยทำการทดสอบส่วนต่างๆ ของระบบ และการทดสอบในขั้นเบต้า (Beta Testing) จะเป็นการทดสอบโดยผู้ใช้ที่ทำการทดสอบมีความรู้ความชำนาญด้านคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี

4. ผลการดำเนินงาน

การประเมินผลระบบการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมายสำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ ในส่วนการสืบค้นทั้ง 3 แบบ ได้แก่ การสืบค้นแบบ (Basic Search) การสืบค้นแบบมีเงื่อนไข (Advance Search) และการสืบค้นแบบเชิงความหมาย (Ontology Search) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 รูปแบบการสืบค้นวิธีการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 4: รูปแบบการสืบค้นวิธีการตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์

การประเมินผลระบบสารสนเทศในส่วนกราฟฐานความรู้ออนโทโลยี ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 กราฟฐานความรู้ออนโทโลยี

ภาพที่ 5: กราฟฐานความรู้ออนโทโลยี

การประเมินผลระบบสารสนเทศ ในส่วนการจัดการองค์ความรู้ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 6 หน้าจอเมนูองค์ความรู้

ภาพที่ 6: หน้าจอเมนูองค์ความรู้

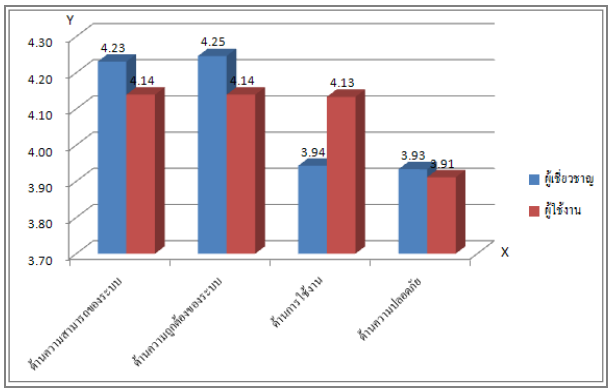
โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้าน การตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ ระบบสารสนเทศและฐานข้อมูล จำนวน 5 คน เพื่อทำการประเมินคุณภาพของระบบ และประเมินความพึงพอใจระบบ โดยกลุ่มผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน การประเมินระบบด้านความสามารถการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test) ด้านการใช้งาน (Usability Test) ด้านความปลอดภัย (Security Test) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สรุปผลระบบสารสนเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน

รายการ	ผลการวิเคราะห์				
	ผู้เชี่ยวชาญ		ผู้ใช้งาน		อภิปรายผล
	($\bar{X}$)	S.D.	($\bar{X}$)	S.D.	
1.Functional Requirement Test	4.23	0.61	4.14	0.68	ดี
2. Functional Test	4.25	0.64	4.14	0.62	ดี
3. Usability Test	3.94	0.64	4.13	0.63	ดี
4. Security Test	3.93	0.59	3.91	0.59	ดี
ผลการประเมิน	**4.16**	**0.63**	**4.12**	**0.64**	**ดี**

จากตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า การประเมินคุณภาพระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 และโดยผู้ใช้งานพบว่า การประเมินความพึงพอใจระบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64

ผลการประเมินระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ โดยรวมทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี ดังนั้น กระบวนการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพในระดับดี ซึ่งแสดงดังภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงผลการประเมินระบบ



ภาพที่ 7: แผนภูมิแสดงผลการประเมินระบบ

5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ฐานความรู้ออนโทโลยีตามแนวคิดของโมเดลเอสอีซีไอในการจัดการองค์ความรู้เชิงความหมายสำหรับตรวจสอบบัญชีคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น จากการประเมินคุณภาพฐานความรู้ ระบบสารสนเทศ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดการองค์ความรู้ สามารถสรุปได้ว่าฐานความรู้และระบบการจัดการองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นช่วยอำนวยความสะดวกให้กับบุคลากรในองค์กร ซึ่งสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดของผู้สอบบัญชีที่ขาดความรู้ ความชำนาญด้านการตรวจสอบระบบบัญชี และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบอื่นได้ ซึ่งกระบวนการสร้างองค์ความรู้โดยใช้โมเดลเอสอีซีไอเหมาะ

สำหรับองค์กรที่มีผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งยังไม่มีการถ่ายทอดองค์ความรู้เก็บไว้ หรือมีความรู้เก็บไว้กระจัดกระจายในรูปแบบเอกสารแฟ้มข้อมูลหรือคู่มือ ซึ่งต้องการจัดการความรู้ภายใต้ขอบเขตของความรู้ที่ชัดเจน ก่อให้เกิดองค์ความรู้อย่างเต็มรูปแบบ และนำไปใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมตรวจบัญชีสหกรณ์. “แผนกลยุทธ์กรมตรวจบัญชีสหกรณ์ (พ.ศ. 2556-2559)”. สำนักแผนงานและโครงการพิเศษ. ปรับปรุงครั้งที่ 1 มีนาคม 2555, หน้า 17.

[2] กรมตรวจบัญชีสหกรณ์. “คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการตรวจสอบบัญชีสหกรณ์ภาคเกษตร”, สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2551.

[3] จินตนา ไกรอุดม. “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการความรู้ในองค์กรกรณีศึกษา บริษัทตัวแทนเรือ : ของสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม”. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2552.

[4] พยุง มีสัจ และคณะ. “ระบบการจัดการความรู้ที่รวมการวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาสำหรับระบบแก้ไขปัญหาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรภายนอกที่ดำเนินการให้กับธุรกิจการธนาคาร”. ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชา การจัดการองค์ความรู้ด้วยวิธีการด้านสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[5] Z. Yanhai, L. Zhiyuan and W. Haizhen, “How Knowledge Management Process Influences Customer Knowledge Management Performance: An Empirical Study Based on Balanced Score Card of Manager’s Opinions” *IEEE 2012 Fifth International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering*, pp. 465-469.

[6] S. Mouhim, A.El aoufi, C. Cherkaoui, E1 Megder and D. Mammass, “Towards a Knowledge Management System for tourism based on the Semantic Web Technology” *IEEE Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2011*, pp. 1-6.

[7] Q. Junhua, W. Cheo, W. Wenjuan and L. Fei “Research On a Retrieval System Based On Semantic Web,” *IEEE Internet Computing & Information Service (ICICIS), 2011*. pp. 543-545.

[8] วิชชุดา โชติรัตน์. “การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ” วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ ปีที่ 7 ฉบับวันที่ 14 กรกฎาคม-ธันวาคม 2555 หน้า 13-18.

[9] N.Guodong, W. Wenshun, W. Jianping, Z. Zhifang, X. Meng, “Research on the Knowledge Management System of the Vicarious Management Corporation,” *IEEE Information Science and Management Engineering (ISME), 2010* Vol.2, pp.62-67.

[10] L. Peng, C. Lin, G. Yibo and Y. Yiping, “A Framework of Ontological Semantic Knowledge Tree for Vertical Search Engine,” *IEEE Natural Computation (ICNC), 2010 Sixth Vol.7,* pp.3682-3686.

[11] C. C. Zaihisma, A. Rusli “Ontology-based Semantic Web Services Framework for Knowledge Management System,” *IEEE Information Technology, 2008, ITSim 2008*, Vol.2, pp.1-8.

[12] L. Huayu, and Z. Xiaoming, “A Building Method of XML Base Using Domain Ontology,” *IEEE Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences (ICM), 2011 International Conference on*, vol. 3, pp. 256-259.

การสังเคราะห์รูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์

A Model synthesis of e-Distance Mentoring System using online Social Network Service

พจนีย์ สุขชาวนา(Photjanee Sukchovna)[1] และมนต์ชัย เทียนทอง(Monchai Tiantong)[2]
[1]นักศึกษาปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]photit52@gmail.com, [2]monchai@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบของระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน และเพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบของระบบพี่เลี้ยงทางไกลที่สังเคราะห์ขึ้น โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อนำรูปแบบที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นไปใช้กับรายวิชาที่แตกต่างกัน จำนวน 3 รายวิชาในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ที่สังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบ ได้แก่ 1) Social Network Service เป็นส่วนของเครือข่ายสังคมที่ใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร โดยเลือกใช้ facebook 2) Matching สำหรับจับคู่ระหว่างผู้เรียนกับพี่เลี้ยง 3) Monitoring เป็นส่วนที่ใช้สนับสนุนและส่งเสริมติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนและพี่เลี้ยง และนำเสนอภารกิจงานที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียน 4) Learning Guidance เป็นส่วนแนะแนวทางการเรียนคอยช่วยเหลือ เก็บบันทึกกิจกรรมทางการเรียนและตรวจสอบประวัติการเข้าใช้ระบบ และ 5) Learning Evaluation สำหรับประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและพี่เลี้ยง ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ จากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.44) สรุปได้ว่าสามารถนำรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ไปใช้ในระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ระบบพี่เลี้ยง เครือข่ายสังคมออนไลน์ บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์

Abstract

The objective of this research was to synthesize a model s of e-Distance Mentoring System using online social network service by focus group discussion from 10 experts, and to evaluate the appropriateness of the synthesized model by 5 experts using questionnaire that aimed to use the synthesized model to apply in different 3 subjects on normal classroom. The research results revealed that the synthesized model consisted of 5 components as follows : 1) Social Network Service, use "facebook" for supporting communications, 2) Matching, for matching with mentee and mentor, 3) Monitoring, for monitoring, following, and presenting tasks between mentee and mentor, 4) Learning Guidance, for guiding, helping, recording about activities, and verifying between mentee and mentor, and 5) Learning Evaluation, for learning evaluation of mentee. The research results on the appropriateness of the synthesized model from the experts showed that in very good level (Mean = 4.67, SD. = 0.44). In conclusion, that can be used the synthesized model to apply into e-Distance Mentoring System properly.

Keyword: Mentoring System, Social Network, Social Network Service

1. บทนำ

การศึกษาในยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ จะเป็นการศึกษาที่ช่วยพัฒนาศักยภาพหรือเสริมสร้างพลังที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ ซึ่งสามารถทำได้ตลอดช่วงวัยของชีวิต ซึ่งการจะเกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องสร้างสภาพแวดล้อมและกำหนดเงื่อนไขปัจจัย รวมทั้งระบบการศึกษาที่เหมาะสม เพื่อให้การศึกษามีคุณภาพและสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงของการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา 24 มีสาระสำคัญ อันหนึ่งก็คือ นโยบายในการจัดการศึกษาแบบเปิดกว้างและครอบคลุมทั้งการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อให้คนในชาติได้สามารถมีการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต แนวทางหนึ่งที่จะการดำเนินการตามนโยบายดังกล่าวให้ลุล่วงและประสบความสำเร็จก็คือ การนำเทคโนโลยี ทางด้านการสื่อสาร ระบบโทรคมนาคม และคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสนับสนุนการขยายโอกาส ทางการศึกษา [1](พ.ร.บ.การศึกษาแห่งชาติ, 2542)

นับจากที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ผ่านมามีการปรับโครงสร้างหน่วยงานในการจัดการศึกษาในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศอันได้แก่ การรวม หน่วยงานของการจัดการศึกษาให้มีการบริหารงาน อยู่ภายใต้กระทรวงศึกษาธิการ และมีการแบ่งเขตพื้นที่การศึกษา ให้มีการบริหารงานในรูปแบบของเขตพื้นที่ นอกจากนี้ หน่วยงานจัดการศึกษาต่าง ๆ ได้เปลี่ยนรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นให้ครูอาจารย์ได้นำรูปแบบวิธีการสอน ที่มุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ แสดงให้เห็นได้ว่าการปฏิรูปการศึกษากำลังดำเนินต่อไปอย่างเห็นได้ชัด และสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการได้เสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง [2](พ.ศ. 2552 – 2561) ขึ้น มุ่งเน้นในการสร้างกลไกในการขับเคลื่อน ในการปฏิรูปการศึกษาให้เป็นรูปธรรม โดยเฉพาะระบบการเรียนรู้ ได้นำเสนอให้มีระบบที่เอื้ออำนวยต่อผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีนิสัยใฝ่เรียนรู้ มีความสามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และมีคุณธรรมนำความรู้ รวมทั้งให้มีปัจจัยและเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้อย่างเหมาะสมและเต็มตามศักยภาพ

เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการเชื่อมต่อระหว่างบุคคลในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังหมายรวมถึงการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับเครือข่ายสังคมออนไลน์เข้าด้วยกัน ซึ่งความหมายของ Social Network ก็คือการที่ผู้คนสามารถทำความรู้จัก และเชื่อมโยงกันในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง Social network service หรือ SNS เป็นการการสร้างชุมชนออนไลน์ซึ่งผู้คนสามารถที่จะแลกเปลี่ยน แบ่งปันตามประโยชน์ กิจกรรม หรือความสนใจเฉพาะเรื่อง อาศัยระบบพื้นฐานของเว็บไซต์ที่ทำให้มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้คนโดยแต่ละเว็บนั้นอาจมีการให้บริการที่ต่างกัน เช่น email กระดานข่าว การแบ่งปันพื้นที่ให้สมาชิกเป็นเจ้าของพื้นที่ร่วมกันและแบ่งปันข้อมูลระหว่างโดยผู้คนสามารถสร้างเว็บเพจของตนเองโดยอาศัยระบบซอฟท์แวร์ที่เจ้าของเว็บให้บริการ ในขณะเดียวกัน Howard Rheingold ได้เขียนคำจำกัดความของคำว่า virtual Community ในหนังสือ virtual community ว่าหมายถึง การสื่อสาร และ ระบบข้อมูล ของบรรดาเครือข่ายสังคม ซึ่งแบ่งปันในผลประโยชน์ร่วมกัน ความคิด ชิ้นงาน หรือ ผลลัพธ์บางประการที่มีการโต้ตอบกันผ่านสังคมเสมือนจริง ซึ่งไม่ถูกผูกพันโดยเวลา พรมแดน เขตแดนของหน่วยงาน และในทุกๆที่ ที่บุคคลสามารถพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างกันผ่านระบบออนไลน์ [3] (Howard Rheingold, 1993)

ดังนั้น การให้คำปรึกษาผ่านอินเทอร์เน็ตถือเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่ง ที่เชื่อมโยงเครือข่ายและข้อมูลต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน และจากปัญหาการเรียนรู้ของเด็กไทยที่มีผลการเรียนรู้ต่ำลง รวมทั้งจากวิวัฒนาการของการใช้ประโยชน์ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการเรียนการสอนในยุค ICT เช่น ปัจจุบัน และข้อได้เปรียบของการมีระบบพี่เลี้ยง ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นช่องทางหลักในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับพี่เลี้ยง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสังเคราะห์โมเดลรูปแบบของระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 การสังค์เคราะห์โมเดลรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่มครั้งนี้ กระทำขึ้นจากการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 คน โดยการใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม[4] โดยการนำเสนอ อภิปรายและสรุปผล

3.2 ส่วนประกอบของกรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้ มีดังนี้

3.1.1 แผนภูมิกรอบแนวคิด

3.1.2 รายละเอียดของส่วนประกอบแต่ละส่วน

3.3 การประเมินการยอมรับกรอบแนวคิดจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

3.4 ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ทำการสังเคราะห์รูปแบบ มีจำนวน 10 คน ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น มีจำนวน 5 คน [5]

ผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติดังนี้ มีคุณวุฒิระดับปริญญาเอก หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการ หรือมีประสบการณ์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาโท หรือปริญญาเอก ในงานด้านการศึกษา หรือการเรียนการสอนออนไลน์ และมีประสบการณ์การทำงานมาไม่ต่ำกว่า 2 ปี

3.5 การวิจัยครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน 1) ศึกษาและสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 3) สังเคราะห์รูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม 4) ประเมินรับรองรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ 5) ปรับปรุงแก้ไขและสรุปผล ซึ่งมีรายละเอียดดำเนินการ ดังนี้

4.1 ดำเนินการโดยศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยจากฐานข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตที่เผยแพร่ในฐานข้อมูลออนไลน์ทั้งในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของการเรียนรู้ในแต่ละบุคคล ทฤษฎีการเรียนรู้ นวัตกรรมทางการศึกษา การเรียนรู้โดยใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ ระบบพี่เลี้ยง การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการวิจัย เครื่องมือและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ รวมทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และการปฏิรูปการศึกษาไทยในทศวรรษที่สอง

4.2 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ได้นำข้อมูลจากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสาร มาใช้กำหนดกรอบคำถามในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญอย่างมีโครงสร้าง (Structured Interview) โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ในส่วนงานนี้ได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อนำข้อมูลมาสรุปกรอบแนวคิดในการดำเนินงานสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่มในขั้นตอนต่อไป

4.3 สังเคราะห์โมเดลรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นัดหมายผู้เชี่ยวชาญ จำนวนทั้งหมด 10 คน มาประชุมพร้อมกันในการดำเนินการสนทนากลุ่ม เพื่อหาโมเดลรูปแบบระบบพี่เลี้ยงออนไลน์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้ 1) คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ 2) สร้างเครื่องมือวิจัยสำหรับใช้ในเทคนิคการสนทนากลุ่ม 3) หากคุณภาพแบบสอบถามสำหรับใช้ในเทคนิคการสนทนากลุ่ม และ 4) รวบรวมข้อมูลโดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม

4.4 ประเมินรับรองรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องนำเสนอต่อ

ผู้เชี่ยวชาญ ในที่นี้คือ แบบประเมินรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ และแผนภาพรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์พร้อมเอกสารประกอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินรับรองว่าแต่ละองค์ประกอบในรูปแบบที่ได้สังเคราะห์ขึ้นมานี้ สามารถนำไปใช้สนับสนุนการเรียนการสอนปกติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่ผู้เรียนได้ ในระดับความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม จำนวน 5 คน

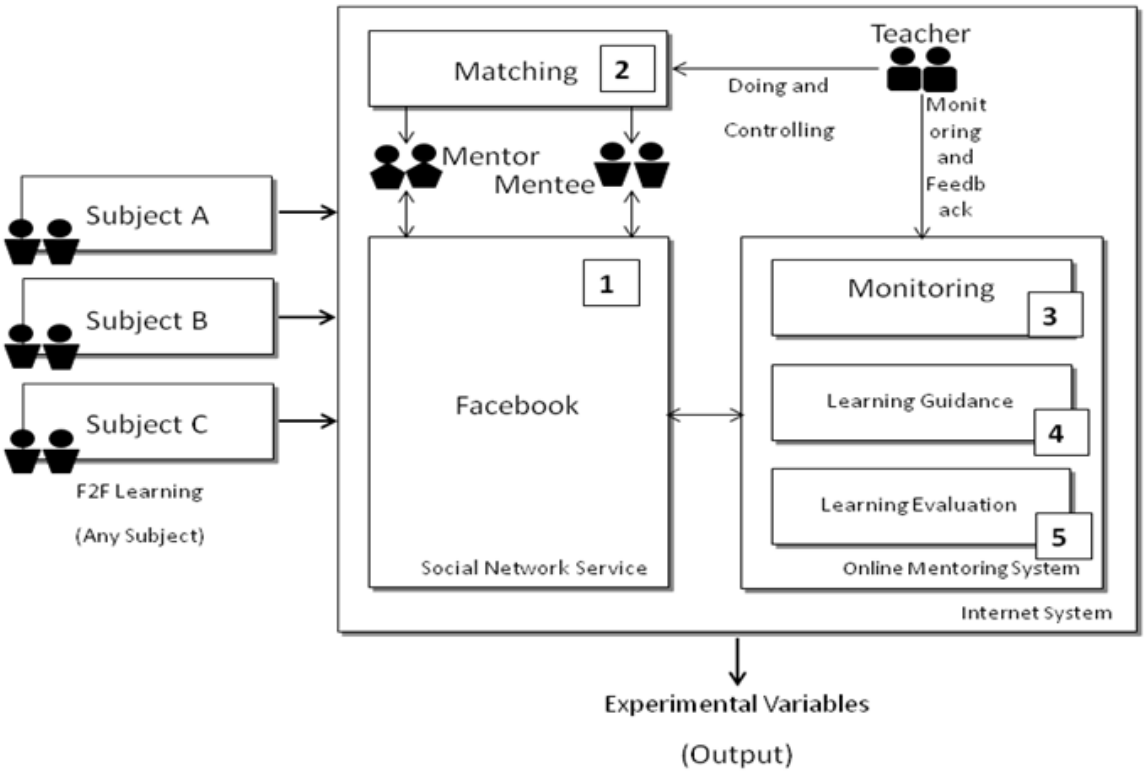
4.5 ปรับปรุงแก้ไข และสรุปผล เมื่อรวบรวมแบบประเมินความเหมาะสมเสร็จสิ้นจากขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และจัดทำเป็นแผนภูมิกรอบแนวคิดของโมเดลการเรียนรู้ พร้อมทั้งข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของส่วนประกอบที่อยู่ภายในแผนภูมิ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลจากการสังเคราะห์รูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์

ผลจากการสนทนากลุ่มเพื่อสังเคราะห์รูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ประกอบด้วยองค์ประกอบรวมทั้งสิ้น 5 องค์ประกอบ (ภาพที่ 1) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 Social Network Service เป็นส่วนของเครือข่ายสังคมที่ใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างรุ่นพี่กับผู้เรียน โดยใช้ facebook เป็นช่องทางในการสื่อสาร มีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นส่วนของเครือข่ายสังคมที่ใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร และใช้เป็นช่องทางติดต่อสื่อสารระหว่างรุ่นพี่กับผู้เรียนและผู้สอน ได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เฉพาะกลุ่มตนเองหรือสื่อสารกับผู้สอน ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม facebook ในเป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างพี่เลี้ยง และผู้เรียน



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการสังเคราะห์โมเดล

5.1.2 Matching เป็นระบบที่ควบคุมดูแลโดยผู้สอน ทำหน้าที่ จับคู่ระหว่างพี่เลี้ยง และผู้เรียน กลุ่มผู้เรียนไม่เกิน 3 คน ต่อพี่เลี้ยง 1 คน ตามเงื่อนไขของผู้สอน พี่เลี้ยงมีคุณสมบัติ ดังนี้ เคยลงทะเบียนในรายวิชาที่ใช้ในการวิจัย เป็นรุ่นพี่ที่เรียนอยู่ในชั้นปีที่ 2 หรือ 3 ได้ผลการเรียนในรายวิชาดังกล่าวตั้งแต่ B+ ขึ้นไป มีความรู้และสามารถใช้โปรแกรมทางด้านสังคมเครือข่ายออนไลน์ Facebook ผู้เรียนเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการศึกษาทั่วชั้นปีที่ 1 ในรายวิชาที่มีศาสตร์แตกต่างกัน 3 วิชา มีความรู้และสามารถใช้โปรแกรมทางด้านสังคมเครือข่ายออนไลน์ Facebook

5.1.3 Monitoring เป็นส่วนที่ใช้ ติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียน มีช่องทางสนับสนุนให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมทางการเรียน. เป็นส่วนที่ใช้ สนับสนุนและส่งเสริมและติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนสามารถนำเสนอภารกิจงานที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียน ประกาศข่าวสาร แจ้งข้อมูลการเรียนรู้ให้ทราบแบบรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม และแจ้งให้พี่เลี้ยงทราบแนวทางการจัดการเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอนสามารถตรวจสอบประวัติการเข้าใช้ระบบของผู้เรียนและพี่เลี้ยง ย้อนหลัง แบบรายบุคคลได้ มีระบบเก็บบันทึกกิจกรรมทางการเรียนของผู้เรียนและพี่เลี้ยง

5.1.4 Learning Guidance เป็นส่วนช่วยเหลือแนะแนวทางการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนและพี่เลี้ยง ได้ใช้เป็นแนวทางศึกษาตามความต้องการของตนเองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีระบบแนะแนวทางการเรียนคอยช่วยเหลือสามารถนำเสนอแหล่งค้นคว้าอื่น เพื่อแนะนำให้แก่ผู้เรียนและพี่เลี่ยง ได้ศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติม โดยทำงานร่วมกับ Monitoring

5.1.5 Learning Evaluation เป็นส่วนตรวจสอบประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของ ผู้เรียนและพี่เลี้ยง

5.2 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์

ผลจากการประเมินความเหมาะสมรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลการประเมินตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความเหมาะสม

ที่	รายการ	$\overline{X}$	SD	แปลผล
1,	ความเหมาะสม Social Network	4.80	0.45	มากที่สุด
2.	ความเหมาะสม Matching Module	4.60	0.55	มากที่สุด
3.	ความเหมาะสม Monitoring	4.40	0.55	มาก
4,	ความเหมาะสม Learning Guidance	5.00	0.00	มากที่สุด
5,	ความเหมาะสม Learning Evaluation	4.60	0.55	มากที่สุด
6.	ภาพรวมของกรอบแนวคิดที่นำไปใช้งานจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	**4.67**	**0.44**	**มากที่สุด**

ผลการประเมินสมรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่มีรุ่นพี่เป็นพี่เลี้ยง จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีค่าระหว่าง 4.40 - 5.00 หมายถึงมีค่าความเหมาะสมในระดับมาก ถึงมากที่สุด สำหรับการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ด้านภาพรวมนั้น พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.67 อยู่ในดับ มากที่สุด

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้ให้ข้อแนะนำว่า ควรนำรูปแบบการเรียนรู้จากการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนาให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่สนองตอบต่อ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (2552 – 2561) ของการศึกษาไทย ตามสภาพการเรียนรู้ของความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ซึ่งเป็นประเด็นหลักของการวิจัยในครั้งนี้

6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์โมเดลรูปแบบของระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม ที่ได้จากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากผลการวิจัยได้กรอบแนวคิดประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบ ได้แก่ 1) Social Network

Service เป็นส่วนของเครือข่ายสังคมที่ใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร โดยเลือกใช้ โปรแกรม facebook 2) Matching เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อจับคู่ระหว่าง Mentee โดย Mentor 3) Monitoring เป็นส่วนที่ใช้สนับสนุนและส่งเสริม ติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนและพี่เลี้ยง และนำเสนอภารกิจงานที่มอบหมาย ให้แก่ Mentee เพื่อให้ Mentor 4) Learning Guidance เป็นส่วนแนะแนวทางการเรียนคอยช่วยเหลือ เก็บบันทึกกิจกรรมทางการเรียนและตรวจสอบประวัติการเข้าใช้ระบบ และ 5) Learning Evaluation ประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของ Mentee และ Mentor หลังจากนั้นจึงนำโมดูลรูปแบบระบบพี่เลี้ยงทางไกลอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ ไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสม ผลปรากฏมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.67 สามารถนำรูปแบบการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ไปใช้งานได้ ซึ่งผู้วิจัยจะนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้นี้ไปดำเนินการวิจัยในขั้นต่อไป โดยการนำไปพัฒนาและทดลองใช้กับการเรียนการสอนจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. **ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอุดมศึกษา พ.ศ. 2549.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2549.

[2] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่2)** กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว, 2545

[3] Howard, R. “The virtual community homesteading on the electronic frontier” *Reading mass: Addison-Wesley*, 1993.

[4] สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 10 กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2544.

[5] วีรสิทธิ์ สิทธิไตรย์. **เทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพ.** กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิจัยเชิงคุณภาพ , 2546

การตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์
Checking for Completeness of Software Change Requirements

ปัทมาภรณ์ สายสิม (Pattamaporn Saisim)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]pattamaporn.sai@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาที่พบในการเปลี่ยนแปลงระบบซอฟต์แวร์โดยการพัฒนาระบบใหม่บนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการของระบบเดิม คือ ฟังก์ชันงานหรือข้อมูลที่เคยมีในระบบเดิมและยังต้องการคงไว้ เกิดการตกหล่นไปในการออกแบบระบบใหม่ จึงอาจส่งผลให้การส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนด เนื่องจากต้องแก้ไขให้ระบบใหม่มีข้อมูลหรือฟังก์ชันงานที่ครบถ้วนถูกต้องก่อน บทความนี้นำเสนอวิธีการตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ตั้งแต่ในระยะเริ่มต้นของโครงการซอฟต์แวร์ใหม่ โดยการนำแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมที่มีอยู่แล้วและของระบบที่ออกแบบใหม่มาเปรียบเทียบกัน อัลกอริทึมที่ใช้จะพิจารณาทั้งความคล้ายกันของโครงสร้างและความคล้ายกันในเชิงความหมายของการตั้งชื่อในแผนภาพ ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบจะทำให้เห็นถึงความคล้ายคลึงและความแตกต่างของแผนภาพทั้งสอง อันจะช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้สามารถตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลง สำหรับการออกแบบเชิงแนวคิดของระบบใหม่ที่จะพัฒนาต่อไปได้

คำสำคัญ: ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ แผนภาพคลาสเชิงแนวคิด เวิร์ดเน็ต

Abstract

An important problem in development of a new software system based on the requirements specification of the original system is that certain functions or data that are present in the original system and should be retained are missing from the new system. This problem can delay product delivery as the new system will need to be fixed to fulfill all functional and data requirements. This paper presents a method to check for completeness of software change requirements at the early stage of the new software project by comparing the conceptual class diagram of the original system with that of the new system to be developed. The algorithm considers structural similarity and semantic similarity of names in both diagrams. The comparison result can identify similarities and differences between the two diagrams, and hence can support system analysts and users in checking for completeness of change requirements for the conceptual design of the new system.

Keyword: Software Change Requirement, Conceptual Class Diagram, WordNet

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงระบบซอฟต์แวร์มีทั้งแบบที่เป็นการเพิ่มฟังก์ชันใหม่ในระบบเดิม และการพัฒนาระบบใหม่ทั้งหมดบนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการของระบบเดิม โดยอาจมีการเพิ่ม ลด แก้ไขโปรแกรม หรือปรับขั้นตอนการทำงานบางอย่าง การพัฒนาระบบใหม่ทั้งหมดมีสาเหตุสำคัญคือ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของการออกแบบเดิม หรือ เพื่อเพิ่มฟังก์ชันหรือเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานโดยการปรับปรุงโครงสร้างซอฟต์แวร์ใหม่ให้สอดคล้องกัน

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบใหม่บนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการของระบบเดิม นักวิเคราะห์ระบบจะทำการรวบรวมความต้องการจากผู้ใช้ใหม่ ร่วมกับการศึกษาข้อกำหนดความต้องการที่มีอยู่ ปัญหาที่เกิดขึ้นได้คือ ระบบ

ใหม่ที่พัฒนาอาจมีฟังก์ชันหรือข้อมูลไม่ครบตามที่เคยมีในระบบเดิม ทั้ง ๆ ที่เป็นฟังก์ชันหรือข้อมูลที่ต้องการคงไว้ สาเหตุเกิดจากผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ให้ความต้องการซอฟต์แวร์ของระบบใหม่ อาจหลงลืมและไม่ได้แจ้งให้นักวิเคราะห์ระบบใหม่ทราบ หรือผู้ใช้ไม่ทราบว่ามีข้อมูลหรือฟังก์ชันนี้ในระบบ ดังนั้นจึงส่งผลให้มีการใช้เวลาและทรัพยากรในการพัฒนาระบบมากเกินไป เนื่องจากต้องมีการเพิ่มหรือแก้ไขระบบในภายหลัง จากปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์จากระบบเดิมมาเป็นระบบใหม่ เนื่องจากการทราบถึงความต้องการที่ขาดหายไปตั้งแต่ช่วงของการวิเคราะห์ความต้องการจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที ก่อนที่จะมีการออกแบบระบบในขั้นต่อไป

วิธีการที่จะนำเสนอคือการนำแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด (Conceptual Class Diagram) ของระบบเดิมที่มีอยู่แล้วและแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบใหม่ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการมาเปรียบเทียบกัน เนื่องจากในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในลักษณะนี้เป็นการพัฒนาบนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการเดิม แต่อาจมีการเพิ่ม ลด หรือแก้ไขการทำงานบางอย่าง ดังนั้นหากนำแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมและระบบใหม่มาเปรียบเทียบกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างของแผนภาพทั้งสอง อันจะนำไปสู่การตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการของระบบใหม่ได้ เช่น ฟังก์ชันหรือข้อมูลที่มีในระบบเดิมแต่ไม่มีในระบบใหม่นั้นเป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องการลบออกจากระบบใหม่จริงหรือไม่ หรือฟังก์ชันหรือข้อมูลที่ไม่มีในระบบเดิมแต่ถูกเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงเข้ามาในระบบใหม่นั้นเป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงในระบบใหม่จริงหรือไม่ อัลกอริทึมของผู้วิจัยซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดมีชื่อว่า S-UMLDiff โดยเป็นการปรับจากอัลกอริทึม UMLDiff [1] ซึ่งใช้ในการพิจารณาความคล้ายกันของโครงสร้างของสองแผนภาพคลาส แต่ผู้วิจัยได้ปรับให้มีการพิจารณาความหมายของการตั้งชื่อในแผนภาพด้วยโดยอ้างอิงจากความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในเวิร์ดเน็ต (WordNet) [2]

ในส่วนที่ 2 ของบทความจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 เป็นการนำเสนอวิธีการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด ส่วนที่ 4 เป็นการอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ และส่วนที่ 5 เป็นบทสรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการซอฟต์แวร์ มีการใช้แผนภาพคลาสของยูเอ็มแอล [3] เพื่อแสดงถึงส่วนประกอบหรือคลาสในระบบ ข้อมูล ฟังก์ชันการทำงาน และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเหล่านั้น การออกแบบแผนภาพคลาสในกระบวนการนี้เป็นการออกแบบเพียงในระดับแนวคิดหรือเรียกว่าแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด จึงยังไม่มีรายละเอียดในเชิงตรรกะการเขียนโปรแกรม เช่น จะระบุเพียงคลาส ลักษณะประจำ (Attribute) การดำเนินการ (Operation) และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส โดยยังไม่ระบุประเภทข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำ ความสามารถในการมองเห็น (Visibility) หรือพารามิเตอร์ของการดำเนินการ เป็นต้น งานวิจัยอื่นหลายงานได้เสนอวิธีการที่แตกต่างกันในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาส เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำวิธีของงานวิจัยอื่นมาปรับใช้ได้ แต่ต้องพิจารณาวิธีที่เหมาะกับแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด ซึ่งยังไม่มีรายละเอียดที่ซับซ้อนนักภายในแผนภาพ แต่ในขณะเดียวกันสามารถรองรับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่หลากหลายซึ่งเกิดขึ้นได้ในระบบซอฟต์แวร์จริงขนาดใหญ่

ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Girschick [4] ได้นำเสนอวิธีการในการหาความแตกต่างของแผนภาพคลาสเพื่อใช้ในการจัดเก็บแผนภาพคลาสต่างเวอร์ชัน โดยทำการแปลงแผนภาพคลาสเป็นเอกสารเอกซ์เอ็มแอลก่อน จากนั้นทำการเปรียบเทียบด้วยอัลกอริทึมที่นำเสนอ งานวิจัยดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแผนภาพคลาสหนึ่งจนทำให้ได้เป็นแผนภาพคลาสอีกเวอร์ชันหนึ่ง ได้แก่ การเพิ่ม ลบ เปลี่ยนชื่อ ย้ายส่วนย่อย (Element) ต่างๆ อันประกอบด้วย คลาส ลักษณะประจำ การดำเนินการ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจหาการสำเนาการดำเนินการจากคลาสแม่ไปยังคลาสลูกหรือเรียกว่า Method Overriding ซึ่งในแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดไม่มีการสำเนาในลักษณะนี้ วิธี

นี้จึงมีความซับซ้อนเกินไปสำหรับการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Auxepaules และคณะ [5] ได้นำเสนอวิธีการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสสำหรับพัฒนาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน เครื่องมือดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างแผนภาพคลาสของนักเรียนกับแผนภาพคลาสของผู้เชี่ยวชาญได้ การเปรียบเทียบโครงสร้างของแผนภาพคลาสทำโดยใช้อัลกอริทึมจับคู่กราฟทั่วไป (Generic Graph Matching) ซึ่ง Sorlin และคณะได้นำเสนอไว้ใน [6] ส่วนการเปรียบเทียบชื่อของหน่วยย่อยต่าง ๆ ได้ใช้วิธีการของ Giunchiglia และคณะ [7] ซึ่งมีการใช้เวิร์ดเน็ตสำหรับการเปรียบเทียบคำเชิงความหมายด้วย แต่ Auxepaules และคณะได้สรุปไว้ว่าวิธีการที่นำเสนอเหมาะกับแผนภาพคลาสที่ไม่ซับซ้อน วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมนักที่จะนำมาใช้กับระบบงานจริง

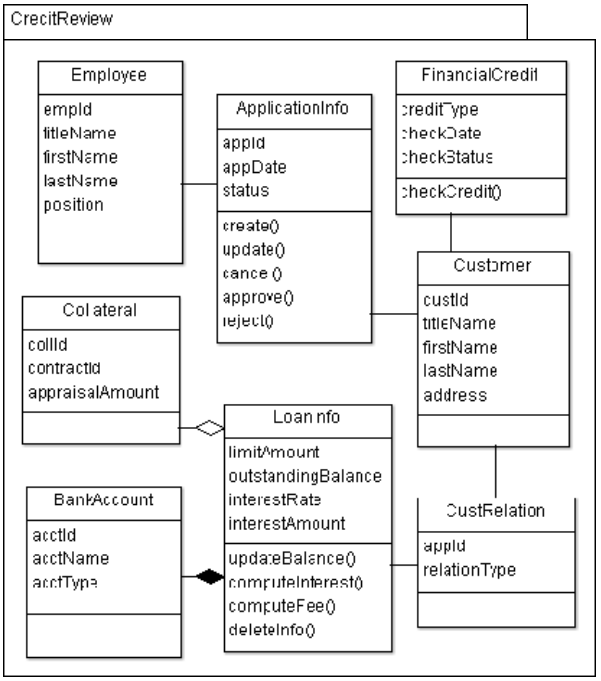
ผู้วิจัยได้เลือกอัลกอริทึม UMLDiff ของ Xing [1] มาปรับใช้ เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสโดยเฉพาะ แทนการนำวิธีการเปรียบเทียบกราฟโดยทั่วไปมาใช้ และเป็นอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเพื่อให้เห็นวิวัฒนาการในการพัฒนาซอฟต์แวร์ งานวิจัยดังกล่าวได้ทำการสร้างแผนภาพคลาสจากรหัสต้นฉบับ (Source Code) ของโปรแกรมสองเวอร์ชัน ซึ่งแผนภาพคลาสที่ได้จะอยู่ในรูปของแบบจำลองเชิงตรรกะ (Logical Model) จากนั้นจึงนำแผนภาพคลาสมาเปรียบเทียบกันโดยแปลงเป็นกราฟก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบกราฟด้วยอัลกอริทึม UMLDiff ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ทราบถึงความแตกต่างระหว่างแผนภาพคลาส ได้แก่ การเพิ่ม ลบ เปลี่ยนชื่อ ย้ายส่วนย่อย เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมและระบบใหม่ อาจมีการกำหนดชื่อส่วนย่อยต่าง ๆ โดยใช้คำที่ไม่เหมือนกันแต่มีความหมายเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เพิ่มการเปรียบเทียบความคล้ายกันในเชิงความหมายของการตั้งชื่อในแผนภาพ โดยอ้างอิงจากความสัมพันธ์เชิงความหมายตามโครงสร้างลำดับชั้นของคำศัพท์ในฐานข้อมูลเวิร์ดเน็ต [2] ซึ่งจะได้ค่าเป็นคะแนนความคล้ายคลึงกันในเชิงความหมาย วิธีการวัดคะแนนมีให้เลือกใช้หลายวิธี เช่น วิธี Wu & Palmer วิธี Hirst & St-Onge และวิธี Lin เป็นต้น

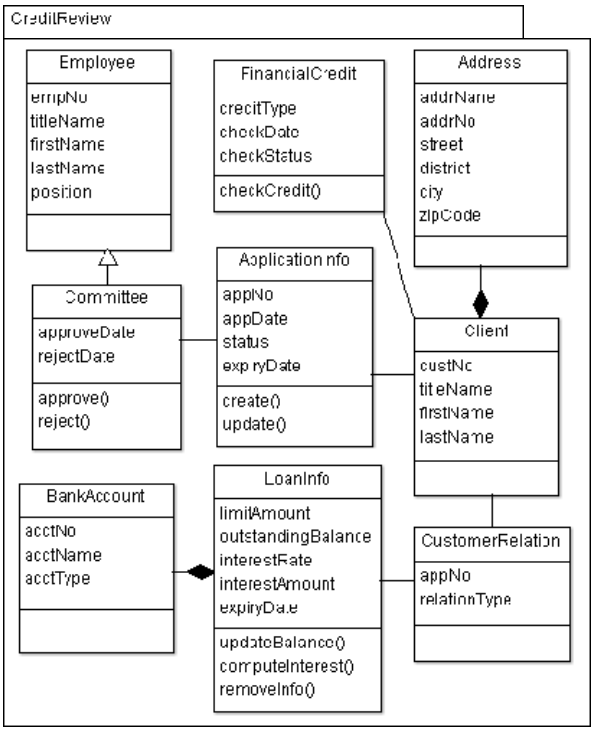
3. วิธีการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด

งานวิจัยนี้นำเสนออัลกอริทึม S-UMLDiff (หรือ Semantic-UMLDiff) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดโดยพิจารณาความหมายของคำในแผนภาพเพิ่มเติมจากการพิจารณาโครงสร้างของคลาส อัลกอริทึม S-UMLDiff ปรับมาจากรหัสต้นฉบับของอัลกอริทึม UMLDiff ซึ่ง Xing ได้พัฒนาไว้ด้วยภาษาจาวา [1] ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างบางส่วนของแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบงานจริงของธนาคารแห่งหนึ่งในประเทศไทย มาใช้ในการนำเสนอ ภาพที่ 1 เป็นแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบซอฟต์แวร์เดิม และภาพที่ 2 เป็นแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบซอฟต์แวร์ที่จะพัฒนาใหม่

ขั้นตอนการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์มีดังนี้



ภาพที่ 1: แผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิม



ภาพที่ 2: แผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบใหม่

1) นำแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมและระบบใหม่มาแปลงเป็นเอกสารเอกซ์เอ็มไอ (XMI: XML Metadata Interchange) โดยใช้เครื่องมือสนับสนุน คือ ArgoUML [8]

2) สกัด (Extract) ส่วนย่อยต่าง ๆ ของแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดจากเอกสารเอกซ์เอ็มไอ ได้แก่ ชื่อคลาส ชื่อลักษณะประจำ ชื่อการดำเนินการ เป็นต้น

3) นำส่วนย่อยต่าง ๆ ที่สกัดได้มาสร้างข้อมูลกราฟด้วยวิธีการที่นำเสนอใน [1] คือ กำหนดให้ชื่อส่วนย่อยต่าง ๆ เป็นจุดต่อ (Node) หรือเอนทิตี (Entity) และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยเป็นเส้นเชื่อม (Edge) หรือความสัมพันธ์ (Relation) ตัวอย่างของข้อมูลเอนทิตีที่ได้จากแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดในภาพที่ 1 แสดงดังตารางที่ 1 (ซึ่ง Virtual Root เป็นเอนทิตีที่จะถูกกำหนดให้กับทุกแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดเสมอ) และเนื่องจาก UMLDiff เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงตรรกะ ดังนั้นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดจึงจำเป็นต้องกำหนดประเภทความสัมพันธ์ของคลาสตามประเภทความสัมพันธ์ของเอนทิตีที่มีกำหนดไว้ใน UMLDiff ดังตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี ได้แก่ Contain, Field Data Type และ Method Return Type ซึ่งมีตัวอย่างของข้อมูลความสัมพันธ์ที่ได้จากแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดในภาพที่ 2 แสดงไว้ดังตารางที่ 3 แต่เนื่องจาก UMLDiff จำเป็นต้องระบุประเภทข้อมูลของลักษณะประจำ และประเภทข้อมูลที่ถูกส่งกลับจากการดำเนินการ (Method Return Type) แต่ในแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดไม่มีข้อมูลเหล่านี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ทุกลักษณะประจำมีประเภทข้อมูลเป็น String และทุกการดำเนินการมีประเภทข้อมูลที่ส่งกลับเป็น void

4) นำข้อมูลกราฟที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกันโดยใช้อัลกอริทึม S-UMLDiff ซึ่งปรับปรุงจากอัลกอริทึม UMLDiff ทั้งในส่วนของการวัดความคล้ายกันของชื่อ (Name Similarity) และการวัดความคล้ายคลึงกันของโครงสร้าง (Structural Similarity)

รายละเอียดของอัลกอริทึม S-UMLDiff เป็นดังนี้

ตารางที่ 1: ตัวอย่างเอนทิตีที่ได้จากแผนภาพระบบเดิมภาพที่ 1

ประเภท	ชื่อเอนทิตี
Virtual Root	Virtual Root
Package	CreditReview
Class	FinancialCredit
Attribute	creditType, checkDate, checkStatus
Method	checkCredit()

ตารางที่ 2: การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ในแผนภาพคลาสเชิงแนวคิด	ความสัมพันธ์ ที่ใช้ในอัลกอริทึม UMLDiff
Extend	Extend
Association	Use
Aggregation	Implement
Composition	Implement

ตารางที่ 3: ตัวอย่างความสัมพันธ์ที่ได้จากแผนภาพระบบใหม่ภาพที่ 2

ประเภท	เอนทิตีที่เกี่ยวข้อง	
Contain	Virtual Root	CreditReview
	CreditReview	ApplicationInfo
	ApplicationInfo	appNo

	ApplicationInfo	create()
Extend	Committee	Employee
Implement	LoanInfo	BankAccount
Use	LoanInfo	CustomerRelation
Field Data Type	appNo	String
Method Return Type	create()	void

3.1 การพิจารณาความคล้ายกันของชื่อเอนทิตี

UMLDiff ใช้วิธีLCS (LongestCommon Subsequence) ในการเปรียบเทียบความคล้ายกันของชื่อเอนทิตี แต่ในการออกแบบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมและระบบใหม่อาจมีการใช้คำที่เขียนไม่เหมือนกันแต่มีความหมายคล้ายกัน เช่น Customer ในภาพที่ 1 และ Client ในภาพที่ 2 ซึ่ง LCS ไม่สามารถหาความคล้ายกันเชิงความหมายได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำ WordNet::Similarity [2] มาใช้ในการเปรียบเทียบคำเชิงความหมายด้วยโดยเลือกใช้วิธี Wu & Palmer เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากชื่อเอนทิตีมักจะประกอบด้วยคำมากกว่าหนึ่งคำหรือเป็นวลี (Phrase) ซึ่งเวิร์ดเน็ตไม่สามารถหาความหมายของวลีได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการหาความคล้ายกันเชิงความหมายของวลีจากงานวิจัย [9] มาใช้ในการเปรียบเทียบชื่อเอนทิตีต่าง ๆ ดังนั้นหากต้องการหาความคล้ายกันเชิงความหมายระหว่างวลี a ซึ่งมี m คำ กับวลี b ซึ่งมี n คำ จะสามารถหาได้ดังสมการ (1) และ (2)

$$pSim(a,b) = \frac{\sum_{s=1}^{m} wpSim(a_s, b)}{m} \quad (1)$$

$$wpSim(a_s, b) = \max(wSim(a_s, b_1), ..., wSim(a_s, b_n)) \quad (2)$$

โดยที่ $wSim(a_s, b_n)$ หมายถึง ค่าความคล้ายกันเชิงความหมายระหว่างคำที่ *s* ในวลี *a* กับคำที่ *n* ในวลี *b* ตามวิธี Wu & Palmer ซึ่งค่าจะอยู่ในช่วง [0, 1]

การที่สองวลีจะถือว่าเหมือนกันได้นั้น จะต้องมีค่า *pSim* ไม่น้อยกว่าค่าขีดแบ่งของความคล้ายคลึง (Similarity Threshold) ที่นักวิเคราะห์ระบบกำหนดในการเปรียบเทียบแผนภาพ ตัวอย่างเช่น ในการหาความคล้ายกันเชิงความหมายของชื่อการดำเนินการ deleteInfo ในภาพที่ 1 (วลี *a*) กับ removeInfo ในภาพที่ 2 (วลี *b*) โดยใช้สมการ (1) และ (2) จะได้ว่า

pSim(deleteInfo, removeInfo)
= (*wpSim*(delete,removeInfo)
+*wpSim*(Info,removeInfo))/2
= (*max*(*wSim*(delete, remove), *wSim*(delete, Info)) +
max(*wSim*(Info, remove), *wSim*(Info, Info)))/2
= (*max*(0.8, 0) + *max*(0.4, 1))/2 = (0.8+1)/2 = 0.9

มีข้อสังเกตว่า เนื่องจาก remove เป็นทั้งคำนามและคำกริยา ในกรณีนี้ S-UMLDiff จะถือว่าเป็นคำกริยาเพราะคำแรกของชื่อการดำเนินการจะเป็นคำกริยา หากในการเปรียบเทียบ นักวิเคราะห์ระบบกำหนดค่าขีดแบ่งไว้เป็น 0.9 ดังนั้น S-UMLDiff จะสรุปว่าชื่อการดำเนินการ deleteInfo และ removeInfo เป็นชื่อเดียวกันในเชิงความหมาย

3.2 การพิจารณาความคล้ายกันของโครงสร้าง

S-UMLDiff ใช้แนวทางของ UMLDiff ในการเปรียบเทียบความคล้ายกันในเชิงโครงสร้าง โดยการจับคู่เอนทิตีประเภทเดียวกันและมีชื่อเดียวกันหรือคล้ายกัน เพื่อเปรียบเทียบรายละเอียดภายใน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: การเปรียบเทียบเชิงโครงสร้าง

ประเภท	การเปรียบเทียบ
Package	Class ที่อยู่ภายใน
Class	Attribute และ Method ที่อยู่ภายใน รวมทั้ง Class อื่นที่ Class นี้มีความสัมพันธ์ด้วย

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบใหม่ อาจมีเอนทิตีที่ถูกเปลี่ยนประเภทไป เช่น ลักษณะประจำ address ในภาพที่ 1 ถูกเปลี่ยนเป็นคลาส Address ในภาพที่ 2 ดังนั้นหากต้องการทราบถึงข้อมูลที่ขาดหายไปหรือเพิ่มเข้ามาในระบบใหม่ จึงจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบชื่อลักษณะประจำกับชื่อคลาสด้วย ซึ่งอัลกอริทึม UMLDiff ไม่สามารถตรวจสอบได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มเติมความสามารถในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง

ประเภทของส่วนย่อย ได้แก่ การเปลี่ยนจากลักษณะประจำเป็นคลาส รวมถึงการเปลี่ยนจากคลาสเป็นลักษณะประจำ

4. ผลการทดลอบ

จากการทดสอบพบว่า S-UMLDiff สามารถใช้ในการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดได้ ประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถตรวจหาได้ คือ การเพิ่ม ลบ เปลี่ยนชื่อ และย้ายส่วนย่อยต่าง ๆ อันประกอบด้วย แพคเกจ คลาส ลักษณะประจำ และการดำเนินการ ตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบแผนภาพในภาพที่ 1 และ 2 โดยใช้อัลกอริทึม UMLDiff และ S-UMLDiff แสดงดังตารางที่ 5 UMLDiff สรุปว่า Customer และ address ถูกลบ ส่วน Client และ Address ถูกเพิ่ม แต่ S-UMLDiff สามารถสรุปได้ว่า Customer และ Client เป็นคลาสเดียวกันในเชิงความหมาย นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบได้ว่าคลาส Address มีการเปลี่ยนประเภทของส่วนย่อยอีกด้วย ผู้วิจัยเห็นว่าวิธีการเช่นนี้ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการเปรียบเทียบแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบใหม่บนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการของระบบเดิม ซึ่งในการออกแบบอาจไม่ได้ดำเนินการโดยบุคคลเดียวกัน และอาจใช้คำต่างกันแต่มีความหมายเดียวกัน การเปรียบเทียบเชิงความหมายของชื่อส่วนย่อยและการตรวจสอบการเปลี่ยนประเภทของส่วนย่อยนี้ จะทำให้ทราบถึงสิ่งที่ขาดหายไปหรือเพิ่มเข้ามาในระบบใหม่ นักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาว่า ส่วนที่แตกต่างกันระหว่างแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดทั้งสองเป็นส่วนที่ต้องการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์หรือไม่

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนออัลกอริทึม S-UMLDiff สำหรับใช้ตรวจสอบความครบถ้วนของความต้องการในการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบใหม่บนพื้นฐานของข้อกำหนดความต้องการของระบบเดิม โดยนำแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบเดิมและระบบใหม่มาเปรียบเทียบกันเพื่อให้เห็นถึงฟังก์ชันและข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาหรือขาดหายไป จากการทดสอบโดยใช้แผนภาพคลาสบางส่วนของระบบงานจริงพบว่า อัลกอริทึมสามารถตรวจหาความคล้ายกันและความแตกต่างระหว่างแผนภาพคลาสเชิงแนวคิดได้ แม้ว่าในแผนภาพนั้นจะกำหนดชื่อของส่วนย่อยแตกต่างกันหรือมีการเปลี่ยนประเภทของส่วนย่อยก็ตาม ในลำดับต่อไปผู้วิจัยจะทำการทดสอบโดยใช้แผนภาพคลาสเชิงแนวคิดของระบบงานจริงอีกระบบหนึ่งของธนาคารแห่งเดียวกันนี้ ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น และจะทำการประเมินความถูกต้องแม่นยำของอัลกอริทึม ในแง่ Precision และ Recall ของผลลัพธ์ที่ได้ เมื่อเทียบกับการประเมินโดยนักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 5: ตัวอย่างของผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบภาพที่ 1 และ 2

เอนทิตี		ประเภทการเปลี่ยนแปลง	
ระบบเดิม	ระบบใหม่	UMLDiff	S-UMLDiff
Virtual Root	Virtual Root	match	match
CreditReview	CreditReview	match	match
FinancialCredit	FinancialCredit	match	match
ApplicationInfo	ApplicationInfo	match	match
LoanInfo	LoanInfo	match	match
BankAccount	BankAccount	match	match
CustRelation	CustomerRelation	rename	rename
Employee	Employee	match	match
Customer		remove	semantic match
	Client	add	
Collateral		remove	remove
	Committee	add	add
address		remove	change type
	Address	add	

เอกสารอ้างอิง

[1] Z. Xing, Supporting Object-Oriented Evolutionary Development by Design Evolution Analysis, Doctor's Thesis, Department of Computing Science, University of Alberta, 2008. [Online]. Available: http://webdocs.cs.ualberta.ca/~stroulia/Zhenchang_Xing_Old_Home/

[2] T. Pedersen, WordNet::Similarity [Online]. Available: http://wn-similarity.sourceforge.net/

[3] OMG. Unified Modeling Language [Online]. Available: http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/. 2012.

[4] M. Girschick, “Difference Detection and Visualization in UML Class Diagrams,” Technical Report TUD-CS-2006-5, TU Darmstadt, Germany, 2006.

[5] L. Auxepaules, D. Py, and T. Lemeunier, “A Diagnosis Method that Matches Class Diagrams in a Learning Environment for Object-Oriented Modeling,” Proceedings of 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008), Santander, Cantabria, pp. 26-30, 2008.

[6] S. Sorlin, C. Solnon, J.-M. Jolion, “A Generic Graph Distance Measure Based on Multivalent Matchings,” Applied Graph Theory in Computer Vision and Pattern Recognition, Studies in Computational Intelligence, vol. 52, pp. 151-181, 2007.

[7] F. Giunchiglia, M. Yatskevich, and P. Shvaiko, “Semantic Matching: Algorithms and Implementation,” Journal on Data Semantics, vol. 9, pp. 1-38, 2007.

[8] Tigris.org, ArgoUML [Online]. Available: http://argouml.tigris.org/. 2009.

[9] W. Gad and M. Kamel, “PH-SSBM: Phrase Semantic Similarity Based Model for Document Clustering,” Proceedings of 2009 Second International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, Washington, DC, USA, pp.197-200, 2009.

การใช้งานได้และความปลอดภัยของดอทแคปท์ช่า
Usability and Security of Dot Captcha

พงศ์ธร แพมณี (Pongthorn Paemanee)[1] และณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร (Nuttanont Hongwarittorrn)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[1]oh_wow_sogood@hotmail.com, [2]nth@cs.tu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดการสร้างดอทแคปท์ช่า (Dot CAPTHCA) ซึ่งเป็นแคปท์ช่าแบบตัวอักษร โดยได้นำแนวคิด Gestalt Theory มาใช้ร่วมในการออกแบบ เพื่อให้ได้ แคปท์ช่า ที่มนุษย์เข้าใจได้ง่ายในขณะที่ยากต่อการถูกตรวจจับจากโปรแกรมอัตโนมัติหรือบอท(Bot)ดอทแคปท์ช่าได้ถูกนำมาทดลองเปรียบเทียบกับ รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า กับผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 10 คน ผลลัพธ์ทางด้านการใช้งานได้ (Usability) ผู้เข้าร่วมทดลองสามารถทำแบบทดสอบ ดอทแคปท์ช่า ได้ถูกต้องมากที่สุด โดยผิดพลาดเพียง 5 ครั้งเท่านั้นจากการทดลองทั้งหมด 50 ครั้ง ส่วนผลลัพธ์ในการทดสอบความทนทาน (Robustness) ต่อการถูกตรวจจับของ ดอทแคปท์ช่า ด้วย OCR แสดงให้เห็นว่า ดอทแคปท์ช่า มีความทนทานสูง เพราะไม่มีดอทแคปท์ช่า ถูกจับได้ด้วย OCR ที่ใช้ทดสอบได้เลย

คำสำคัญ: แคปท์ช่า แคปช่าท์ตัวอักษร การใช้งานได้ ความทนทาน

Abstract

This research proposed a new text-based CATPCHA, called Dot CAPTCHA which was designed based upon the Gastalt Theory in order to create the CAPTCHA which was simple for users to understand and hard to automatic programs or BOTs to detect. Dot CAPTCHAs were tested against with Recaptcha and Microsoft CAPTCHA with 10 participants. The result of usability was that participants were able to identify Dot CAPTCHA most accurately and made only five errors in 50 tests. The result regarding the robustness of Dot CAPTCHA by being tested against three OCR showed that Dot CAPTCHAs were very robust since there were no characters that could be detected by those OCRs.

Keyword: Captcha, Text Captcha, Usability, Robustness

1. บทนำ

การสร้างแคปท์ช่า (CAPTCHA) ในปัจจุบันมีมากมายหลากหลายรูปแบบ โดยจุดมุ่งหมายสำคัญของการนำไปใช้ก็คือการป้องกันความปลอดภัยของระบบจากบอท แต่การพยายามเพิ่มความทนทาน (Robustness) ให้สูงขึ้นอาจทำให้ส่งผลกระทบต่อการใช้งานได้ (Usability) ของมนุษย์ ดังนั้นผู้ใช้บางคนอาจรู้สึกไม่ดีต่อการเข้าใช้งานของระบบที่มีแบบทดสอบ แคปท์ช่า ที่ยาก

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างดอทแคปท์ช่า (Dot CAPTCHA) ขึ้น มีรูปแบบเป็นแคปท์ช่าตัวอักษร ซึ่งเป็นที่นิยมตามเวปไซต์ทั่วไป ผู้ใช้หลายคนจะพบเห็นและคุ้นเคยมากกว่า แคปท์ช่าแบบอื่นๆและผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยง่ายกว่า แต่แคปท์ช่าตัวอักษรเป็นรูปแบบที่มีความทนทานได้ไม่สูงมากนักเนื่องจากเป็นแคปท์ช่าที่เข้าใจได้ง่ายทั้งต่อมนุษย์และบอท เทคโนโลยีการรู้จำอักขระทางภาพหรือโอซีอาร์ (Optical Character Recognition : OCR) [1] มีความก้าวหน้าไปมาก ทำให้แคปท์ช่าตัวอักษร มีโอกาสที่จะถูกตรวจจับจากโปรแกรมได้ง่าย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการนำแนวคิดของ Gestalt Theory[2] มาเพิ่มประสิทธิภาพความทนทานให้กับแคปท์ช่าตัวอักษร โดยที่ยังคงการใช้งานที่ง่ายต่อมนุษย์อยู่

OCR คือ กระบวนการทางกลไกหรือทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแปลภาพของข้อความจากการเขียนหรือจากการพิมพ์ไปเป็นข้อความที่สามารถแก้ไขได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์และด้วยความสามารถและหลักการทำงานของ OCR ทำให้กลุ่มคนบางกลุ่มได้นำความสามารถนี้ มาใช้เพื่อช่วยในการตรวจจับการป้องกันของเวปไซต์ที่ได้ใช้แคปท์ช่าตัวอักษรเพื่อหาข้อความที่ถูกต้องจากการอ่านรูปภาพแคปท์ช่า

Gestalt Theory เป็นทฤษฎีการรับรู้ความเข้าใจของมนุษย์ที่มีลักษณะเป็นเชิงนามธรรม ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนแน่นอน มนุษย์จะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อยซึ่งหลักการจัดระบบการรับรู้ที่สำคัญของ Gestalt Theory เช่น กฎของความใกล้ชิด (Proximity) กฎของความคล้ายคลึง (Similarity) กฎของความต่อเนื่อง (Continuity) กฎของการต่อเติมให้สมบรูณ์ (Closure) มีส่วนช่วยให้ ดอทแคปท์ช่า สามารถเพิ่มความทนทานได้มากขึ้นโดยที่ การใช้งานได้สำหรับมนุษย์ไม่สูญเสียไปมาก เหตุผลหลักก็คือ การขาดหายไปบางส่วนของตัวอักษร แต่ยังคงโครงสร้างตัวอักษรในภาพรวมไว้ได้ ทำให้มนุษย์สามารถที่จะรับรู้และเข้าใจตัวอักษรเหล่านั้นได้ไม่ต่างจากเดิม ในทางกลับกันคอมพิวเตอร์จะมองในเชิงลึกลงไปอย่างละเอียด ทำให้สามารถรับรู้รายละเอียดได้อย่างชัดเจน แต่ไม่สามารถที่จะเข้าใจในภาพรวมได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร และในส่วนของหลักการภาพและพื้นหลัง (Figure - Ground) จะช่วยให้การออกแบบดอทแคปท์ช่ามีความปลอดภัยสูงขึ้น เพราะใช้สีเพียง 2 สีนั่นคือสีขาวและสีดำ ดังนั้นหากบอททำการตรวจจับดอทแคปท์ช่าโดยมองสีดำเป็นภาพและสีขาวเป็นพื้นหลังไม่สำเร็จ ก็เป็นไปได้ว่าบอทจะกลับการทำงานเป็นตรงกันข้ามเพื่อหาผลลัพธ์ใหม่ โดยมองสีขาวเป็นภาพและสีดำเป็นพื้นหลังแทน ซึ่งการตรวจจับในลักษณะนี้จึงเป็นเรื่องยากต่อบอท แต่สำหรับมนุษย์ก็ยังสามารถที่อ่านข้อความนั้นได้โดยไม่ยาก ดังนั้น ดอทแคปท์ช่าถูกออกแบบมาให้มีความทนทาน และการใช้งานได้ที่ดี ไม่แตกต่างกันแม้ว่าจะใช้สีดำเป็นภาพสีขาวเป็นพื้นหลัง หรือสีดำเป็นพื้นหลังสีขาวเป็นภาพก็ตาม

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ahmad Salah El Ahmad และคณะ[3] ทำการทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของแคปท์ช่าตัวอักษรในเวปไซต์ Megaupload โดยใช้การโจมตีด้วยกระบวนการ Segmentation เป็นส่วนสำคัญ กระบวนการนี้จะแยกชิ้นส่วนของภาพตัวอักษรในแคปท์ช่าซึ่งมีลักษณะเป็นตัวอักษรที่ซ้อนทับกัน โดยจะแยกเป็นชิ้นส่วนที่มีพื้นที่ซ้อนทับกัน และชิ้นส่วนที่ไม่เป็นส่วนซ้อนทับ จากนั้นจะนำชิ้นส่วนที่มีความสัมพันธ์กันมาหาจุดเชื่อมต่อเพื่อทำการประกอบกลับเป็นตัวอักษรปกติ โดยมีอัตราความสำเร็จ 82%

ข้อสังเกตที่น่าสนใจของแคปท์ช่า ใน Megaupload คือ การใช้จำนวนตัวอักษรคงที่และมีเพียง 4 ตัวอักษรเท่านั้น ทำให้มีโอกาสที่จะถูกคาดเดาได้ง่าย และการซ้อนทับกันของตัวอักษรนั้นยังคงมีเส้นขอบเขตของตัวอักษรอยู่ ทำให้บอทสามารถที่จะรับรู้รูปทรงลักษณะขอบเขตของตัวอักษรได้

Ahmad Salah El Ahmad และคณะ[4] ทำการทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของแคปท์ช่าตัวอักษร เวปไซต์ที่อยู่ภายใต้บริษัท Google ซึ่งยังคงใช้กระบวนการ Segmentation เป็นส่วนสำคัญ แต่ได้มีการปรับปรุงเพิ่มเติม โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ระดับ ขั้นตอนแรกจะทำการการแปลงภาพให้เหลือเพียง 2 สีคือสีของภาพสิ่งที่สนใจกับสีของพื้นหลัง ทำการขจัดสิ่งรบกวนขนาดเล็กที่ไม่มีโอกาสเป็นตัวอักษรได้ออก โดยแปลงให้เป็นสีเดียวกันกับพื้นหลัง และการใช้ Zhangs' Algorithm ทำให้ความหนาของพิกเซลรูปภาพตัวอักษรลดลงเหลือเพียง 1 พิกเซล ความซับซ้อนของรูปภาพก็จะลดน้อยลง กระบวนการกำหนดคุณลักษณะรูปทรงตัวอักษรในขั้นตอนที่สองก็จะทำได้ง่ายขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งกลุ่มตัวอักษรเพื่อหาว่ามีตัวอักษรอยู่กี่ตัว ตรงไหนบ้าง เป็นตัวอักษรประเภทใด แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ Dot Shape เป็นลักษณะตัวอักษรที่มีจุดอยู่ด้านบน (เช่น i, j) Loop Shape เป็นลักษณะตัวอักษรที่มีช่องว่างอยู่ตรงกลาง (เช่น A, e, O) Cross Shape เป็นลักษณะตัวอักษรที่มีเครื่องหมายบวกอยู่ด้านบนตัวอักษร (เช่น t) S Shape เป็นลักษณะตัวอักษรที่มีความหนาแน่นในแนวตั้ง (เช่น S) ในขั้นตอนสุดท้ายก็จะใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอนก่อนหน้า ระบุลักษณะโครงสร้างของตัวอักษรแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้ทำการกำหนดตำแหน่งที่จะทำการตัดแบ่งส่วนตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกัน โดยมีอัตราความสำเร็จ 68%

ข้อสังเกตที่น่าสนใจของแคปท์ช่า ใน Google คือ แคปท์ช่าจะถูกทำให้เหลือเพียง 2 สีเท่านั้นโดยสีดำเป็นสิ่งที่เราสนใจและสีขาวคือพื้นหลัง ดังนั้นการใช้สีที่หลากหลายเกินไปก็ไม่เป็นประโยชน์ต่อการป้องกันจากบอท เส้นหรือสิ่งรบกวนต่างๆ ที่มีขนาดเล็กเกินกว่าจะเป็นตัวอักษรได้ จะถูกทำการลบออก และในขั้นตอนการแบ่งกลุ่มประเภทตัวอักษรเป็นขั้นตอนสำคัญที่เพิ่มเข้ามา ทำให้สามารถระบุลักษณะโครงสร้างของตัวอักษรแต่ละแบบ และทำการตัดแยกออกมาเป็นตัวอักษรแต่ละตัวได้ แม้ว่า

ตัวอักษรของ แคปท์ช่า ใน Google จะมีลักษณะเป็นตัวอักษรเอียงและอยู่ชิดติดกันก็ตาม

Recaptcha [5] พัฒนาขึ้นโดย Luis von Ahn ผู้ให้กำเนิด แคปท์ช่าที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน และถูกซื้อไปในปี 2009 โดย Google จุดมุ่งหมายสำคัญของรีแคปท์ช่า นอกจากป้องกันเวปไซต์จากบอทแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการแปลเอกสารต่างๆ ที่ถูกสแกนเข้ามาเป็นข้อมูลรูปภาพในคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Ahmad Salah El Ahmad และคณะ อาศัยกระบวนการเช่นเดิมในการตรวจจับ รีแคปท์ช่า แต่ได้ปรับปรุงกระบวนการเพิ่มเติมสำหรับกลุ่มของข้อความที่ไม่สามารถระบุแยกตัวอักษรออกมาอย่างชัดเจนได้ ด้วยการใช้ช่วงความกว้างของตัวอักษรแต่ละตัวที่มีขนาดคงที่เกือบจะเท่ากัน ช่วยในการแบ่งตัวอักษรแต่ละตัวออกมา โดยมีอัตราความสำเร็จ 46%

ข้อสังเกตที่น่าสนใจของแคปท์ช่าใน รีแคปท์ช่า คือ การใช้ชุดตัวอักษรที่มีหมายเลขและสัญลักษณ์อื่นๆ ร่วมอยู่ด้วย และภาพตัวอักษรที่ใช้ได้จากการสแกนหนังสือเก่า ๆ เข้ามาเป็นไฟล์รูปภาพในคอมพิวเตอร์ ทำให้ รีแคปท์ช่ามีความทนทาน ที่สูงขึ้น แต่นั่นก็ทำให้ การใช้งานได้ต่อมนุษย์ก็ลดต่ำลงด้วย รวมถึงการแบ่งภาพ แคปท์ช่า ออกเป็นสองส่วน และข้อความในรีแคปท์ช่าบางคำมีขนาดที่ยาวมาก อาจสร้างความสับสนและการใช้งานที่ยากต่อมนุษย์ได้ แต่อย่างไรก็ตาม รีแคปท์ช่า ก็มีคำโดยส่วนใหญ่เป็นคำที่มีความหมายตามพจนานุกรม รวมถึงการตอบแบบทดสอบของรีแคปท์ช่า ไม่จำเป็นต้องทำถูกต้องทั้งหมดครบทุกตัวอักษรก็ได้ เป็นการเพิ่มการใช้งานได้ต่อมนุษย์ในขณะที่ความทนทานก็ลดต่ำลง

Cody Sutherland [6] ได้พิจารณาและกล่าวสรุปโดยรวมถึงข้อดีข้อเสียของคุณลักษณะในแคปท์ช่าตัวอักษรที่ควรนำมาปรับใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของแคปท์ช่าตัวอักษร

เกษรินทร์และวรพล [7] สร้าง Thai CAPTCHA ซึ่งใช้ตัวอักษรที่เป็นภาษาไทยรวมถึงกระบวนการทาง Semantic วิธีการคือสุ่มตัวเลขขึ้นมาแล้วแปลงเป็นข้อความภาษาไทย โดยคำตอบที่ถูกต้องคือ การคำนวณตัวเลขที่แสดงออกมาในรูปแบบข้อความ ซึ่งเป้าหมายหลักของการป้องกันคือบอทจากภายนอกประเทศที่ไม่สามารถเข้าใจรูปแบบภาษาไทย แต่นั้นก็จะทำให้การใช้งานได้ ถูกจำกัดเพียงผู้ใช้ที่รู้ภาษาไทยเท่านั้น

Elie Bursztein และคณะ [8] ทำการวิเคราะห์ความทนทานและจุดอ่อนของแคปท์ช่า จำนวน 15 รูปแบบที่พบเห็นตาม Internet ผลการทดสอบสามารถที่จะรับรู้แคปท์ช่า ได้เกือบทุกรูปแบบ โดยที่ 7 ใน 15 รูปแบบสามารถที่จะรับรู้ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการปรับปรุงอัลกอริธึมใดๆ เพิ่มเติม ยกเว้น Google แคปท์ช่า และรีแคปท์ช่า ที่ไม่สามารถตรวจจับได้

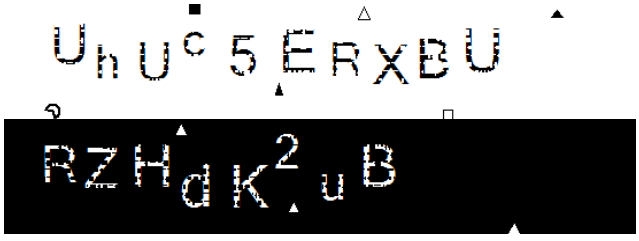
3. การสร้างดอทแคปท์ช่า

การสร้าง ดอทแคปท์ช่า อาศัยหลักทฤษฎีของ Gestalt เป็นส่วนสำคัญ ในการนำมาต่อต้านกลไกการตรวจจับตัวอักษร โดยการทำให้ตัวอักษรไม่สมบรูณ์ แต่ยังคงสภาพโดยรวมของตัวอักษรอยู่ ทำให้มนุษย์ยังพอรับรู้และเข้าใจได้ แต่จะยากต่อการตรวจจับของบอท รวมถึงอาศัยกลไกการสุ่มเข้ามาช่วยในหลากหลายรูปแบบ เช่น ขนาด ระยะห่าง หรือจำนวน ซึ่งทำให้บอทตรวจจับและคาดเดาได้ยากในการรับรู้รูปร่างและขอบเขตที่แน่นอน

3.1 ดอทแคปท์ช่าโดยทฤษฎีของ Gestalt

สร้างตัวอักษรสีดำขึ้นมา เขียนลงบนพื้นหลังสีขาว จากนั้นสร้างวงกลมสีขาว เขียนลงบนตัวอักษรในลักษณะสลับไปสลับมา เพื่อให้เกิดเป็นรอยเว้าแหว่งขาดหายไปบางส่วนของตัวอักษร สีของวงกลมจะเป็นสีเดียวกันกับพื้นหลัง ทำให้ภาพส่วนที่ขาดหายกลมกลืนไปกับพื้นหลัง ซึ่งวงกลมเป็นรูปทรงที่หาเหลี่ยมหามุมหาขอบเขตได้ยากกว่ารูปทรงอื่นๆ

การเรียงลำดับการสร้างดอทแคปท์ช่า โดยเริ่มด้วยการกำหนดสีพื้นหลัง ตามด้วยการสร้างข้อความตัวอักษรให้เป็นคนละสีกับพื้นหลัง และสุดท้ายสร้างวงกลมที่มีสีเดียวกันกับพื้นหลังทับลงบนตัวอักษร จะทำให้การพลิกกลับสีกันระหว่างตัวอักษรและพื้นหลัง แสดงผลออกมาไม่แตกต่างกันมาก และยังคงความทนทานต่อการถูกตรวจจับตัวอักษรได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ผลลัพธ์การกลับค่าสีกันระหว่างสีขาวและสีดำ

3.2 การสุ่ม

กลไกการสุ่มเป็นกระบวนการสร้างรูปแบบที่จะทำให้บอทคาดเดาได้ยาก โดยการสุ่มจะมีการแทรกในกระบวนการสร้างดอทแคปท์ช่าในหลากหลายรูปแบบ เช่น ตัวอักษรที่นำมาแสดง ขนาดตัวอักษร จำนวนตัวอักษร ตำแหน่งตัวอักษร ขนาดและตำแหน่งของวงกลม ที่ใช้ในการลบบางส่วนของตัวอักษรออกรูปแบบ ขนาด และตำแหน่งของสิ่งรบกวน

ตัวอักษรที่ใช้จะมีตั้งแต่ a-z, A-Z, 0-9 แต่จะงดเว้นตัวอักษรบางตัวที่มีความคล้ายคลึงกันเพื่อประโยชน์ในการปรับแต่งตัวอักษรอื่นๆที่จะสามารถทำได้เพิ่มมากขึ้นนั่นคือ I, O, Q, f, i, j, l, o, r, t, 1, 0 ซึ่งตัวอักษรเหล่านี้หากถูกปรับแต่งมากเกินไปอาจทำให้ผู้ใช้บางคนแยกแยะไม่ออกกับตัวอักษรที่ใกล้เคียงกัน

การใช้สิ่งรบกวนจะให้มีการแสดงผลเพียงส่วนด้านบนหรือด้านล่างของ ดอทแคปท์ช่า เท่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดการปิดทับหรือปะปนกับตัวอักษร จนเกิดเป็นลักษณะที่ผิดแปลกไปจากเดิมจนผู้ใช้งานเกิดการเข้าใจผิดได้ และรูปแบบของสิ่งรบกวนจะหลีกเลี่ยงลักษณะที่คล้ายตัวอักษร ซึ่งการสร้างสิ่งรบกวนขึ้นมาเพื่อสร้างความสับสนให้กับบอท จากการที่ตัวอักษรใน ดอทแคปท์ช่า ถูกลบออกไปบางส่วนทำเกิดเป็นกลุ่มของพิกเซล (Pixel) ขนาดเล็ก จะทำให้สิ่งรบกวนไม่ถูกตัดออกไปจากการทำงานของบอท ด้วยการวิเคราะห์หาปริมาณของกลุ่มพิกเซลที่มีขนาดเล็กเนื่องด้วยตัวอักษรใน ดอทแคปท์ช่า บางตัวก็มีส่วนประกอบของกลุ่มพิกเซลขนาดเล็กด้วยเช่นกัน

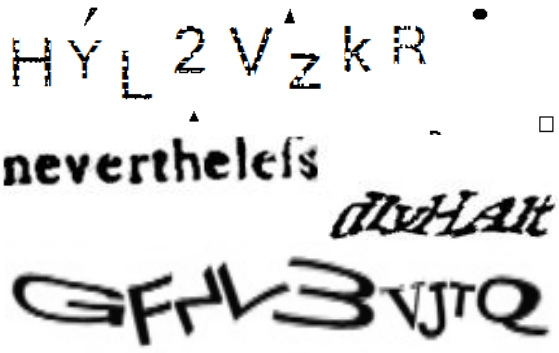
4. การดำเนินทดสอบ

การทดลองใช้ปัจจัยควบคุมคือรูปแบบแคปท์ช่า ที่มีทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่ ดอทแคปท์ช่า รีแคปท์ช่า และไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ผู้ทดลอง 1 คนจะทำทุกรูปแบบบนหน้าเวปไซต์ที่สร้างขึ้นมา โดยเริ่มจาก ดอทแคปท์ช่า 5 ภาพ รีแคปท์ช่า 5 ภาพ และไมโครซอฟต์แคปท์ช่า 5 ภาพ ตามลำดับ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะแสดงรูปภาพขึ้นมาทีละภาพ และจะเปลี่ยนไปภาพถัดไปเมื่อผู้ทดลองกดยืนยันคำตอบ โดยทำจนครบทั้ง 5 ภาพ และทำการบันทึกเวลาโดยอัตโนมัติทันที โดยนับเวลาเริ่มต้นตั้งแต่รูปภาพของแคปท์ช่าแสดงขึ้นมาเรียบร้อย และสิ้นสุดทันทีหลังจากกดยืนยันคำตอบ

จำนวนผู้ทดลองทั้งหมด 10 คนแบ่งเป็นเพศชาย 4 คน หญิง 6 คน โดยแบ่งผู้ทดลองทั้งหมดตามอายุ มีน้อยกว่า 15 ปี 1 คน อายุระหว่าง 15 ถึง 60 ปี 8 คน และอายุมากกว่า 60 ปี 1 คน และแบ่งผู้ทดลองทั้งหมดตามอาชีพ มีโบรกเกอร์ 1 คน พนักงานออฟฟิศ 3 คน นักเรียน 1 คน พนักงานด้าน IT 5 คน

รีแคปท์ช่า และไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ที่ใช้ทดสอบ ได้มาจากเวป รีแคปท์ช่า 50 รูป และเวป Hotmail 30 รูป โดยแต่ละภาพของ รีแคปท์ช่า และไมโครซอฟต์แคปท์ช่าได้รับการทดสอบและบันทึกคำตอบที่ถูกต้องเอาไว้ ซึ่งแต่ละรูปภาพของ รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า จะถูกเลือกสุ่มออกมาแสดง

แคปท์ช่า ทุกรูปแบบจะแสดงออกมาทีละภาพไม่ให้ซ้ำกับรูปภาพเดิมตลอดการทดสอบทั้ง 5 ภาพ ในแต่ละรูปแบบของผู้ทดลองแต่ละคน เมื่อผู้ทดลองทำการทดสอบ แคปท์ช่า ทั้ง 3 รูปแบบเสร็จ ก็จะได้รับแบบสอบถามให้ประเมินแคปท์ช่าทั้ง 3 รูปแบบ โดยแบบสอบถามมีทั้งหมด 8 ข้อสำหรับแคปท์ช่า ทุกแบบ และมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ 5 ระดับ



ภาพที่ 2: ดอทแคปท์ช่า, รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า

งานวิจัยนี้พัฒนาโดยใช้ Microsoft Visual Studio 2010 สร้าง Project เป็น Web Application และใช้ภาษา VB โดยเก็บข้อมูลลงใน Database ของ Microsoft SQL Server 2008 R2 Express

5. ผลการทดลอง

ผู้เข้าร่วมทดลองมีทั้งหมด 13 คน แต่มีปัญหาเกิดขึ้นจากการสุ่มภาพ แคปท์ช่า ในชุดของ รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ทำให้มีผู้ทดลองจำนวน 3 คน ได้รับภาพจากการสุ่มเลือก

ภาพซ้ำกับภาพเดิมที่ได้ทดสอบไปก่อนหน้า จึงทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบของผู้ทดลองทั้ง 3 คน ไม่เหมาะสมที่จะนำมาเปรียบเทียบ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะตัดข้อมูลของผู้ทดลองทั้ง 3 คนนี้แยกออก แต่จะนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ด้านอื่นๆในภายหลัง ส่วนการสุ่มเลือกแคปท์ช่า มีการปรับปรุงใหม่และสามารถใช้ทำการทดลองได้เป็นปกติ

การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบให้ถือว่าผู้ทดสอบใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือพิมพ์เล็กมีความหมายเดียวกัน เพราะในรีแคปท์ช่าและไมโครซอฟต์แคปท์ช่าก็มีลักษณะเช่นเดียวกันและผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง จะนำไปคำนวณหาค่าทางสถิติโดย ความถูกต้อง (Correctness) คือ จำนวนที่ผู้ทดลองตอบ แคปท์ช่า ได้ถูกต้อง ความเร็ว (Speed) คือ เวลาที่ใช้ในการทดลอง แคปท์ช่าแต่ละแบบ และ คะแนนความพึงพอใจ (Satisfaction) คือ คะแนนที่ผู้ทดลองให้ในแบบสอบถามสำหรับแคปท์ช่าแต่ละแบบ ตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: รายละเอียดผลการทดลอง

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Correct	ดอทแคปท์ช่า	10	4.50	0.707	3	5
	รีแคปท์ช่า	10	2.90	1.663	0	5
	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า	10	3.80	1.135	1	5
	Total	30	3.73	1.363	0	5
Speed	ดอทแคปท์ช่า	10	63.90	22.590	36	121
	รีแคปท์ช่า	10	67.90	40.018	35	163
	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า	10	60.70	23.669	29	117
	Total	30	64.17	28.952	29	163
Satisfaction	ดอทแคปท์ช่า	10	28.60	5.502	19	35
	รีแคปท์ช่า	10	28.80	4.872	23	36
	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า	10	27.50	6.519	16	35
	Total	30	28.30	5.503	16	36

ผลการทดลองด้านความถูกต้องของแคปท์ช่าทั้ง 3 รูปแบบเป็นอิสระต่อกัน

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบผลลัพธ์ในด้านความถูกต้อง

(I) ชนิดของแคปท์ช่า	(J) ชนิดของแคปท์ช่า	Mean Difference (I - J)	Sig.
ดอทแคปท์ช่า	รีแคปท์ช่า	1.600	0.077
ดอทแคปท์ช่า	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า	0.700	0.134
รีแคปท์ช่า	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า	- 0.900	0.440

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าผู้ทดลองสามารถทำการทดสอบในดอทแคปท์ช่า ได้ถูกต้องมากกว่า รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า โดยที่ใน ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ผู้ทดลองสามารถทำได้ถูกต้องมากกว่า รีแคปท์ช่า

ผลการทดลองด้านความเร็วของแคปท์ช่า ทั้ง 3 รูปแบบให้ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลที่ได้มีความไม่เป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากไม่มีการสุ่มลำดับในการทำแบบทดสอบแคปท์ช่าแต่ละรูปแบบ โดยผู้ทดลองทุกคนจะมีลำดับการทำแบบทดสอบแคปท์ช่า เหมือนกัน คือเริ่มจากอันดับแรก ดอทแคปท์ช่า อันดับที่สอง รีแคปท์ช่า และอันดับสุดท้าย ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ดังนั้นในการทดลองอาจทำให้การทำแบบทดสอบของผู้ทดลองในแคปท์ช่า ทั้ง 3 รูปแบบไม่เท่าเทียมกัน

ผลการทดลองด้านความพึงพอใจต่อแคปท์ช่า ทั้ง 3 รูปแบบเป็นอิสระต่อกัน และให้ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3: ผลคะแนนแบบสอบถามจากผู้ทดลองแยกตามกลุ่มคำถาม

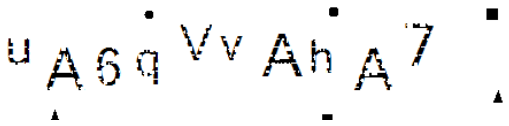
คำถาม	ดอทแคปท์ช่า	รีแคปท์ช่า	ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า
1. ความเข้าใจในแบบทดสอบ	34	36	36
2. ความง่ายในการทำแบบทดสอบ	40	38	36
3. ความสะดวกรวดเร็วในการทำแบบทดสอบ	38	37	34
4. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงในแบบทดสอบ	35	37	31
5. ความเหมาะสมในการจัดวางข้อความในแบบทดสอบ	33	35	36
6. ความเหมาะสมของลักษณะตัวอักษรที่ใช้ในแบบทดสอบ	33	33	32
7. ความเหมาะสมของภาพที่แสดงในแบบทดสอบ	35	36	35
8. ความพึงพอใจในแบบทดสอบ	38	36	35

ผลการทดลองในส่วนของ ความทนทาน ได้ทำการทดสอบแคปท์ช่าทั้ง 3 แบบด้วย OCR ชื่อ OCR Image to Text Conversion Tool ซึ่งเป็น Demo Version โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบคือ OCR ไม่สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องในทุกแบบ แต่มีข้อน่าสังเกตใน รีแคปท์ช่า และ ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า สามารถรับรู้ตัวอักษรได้บางส่วน ในขณะที่ ดอทแคปท์ช่าให้ผลลัพธ์ออกมาประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ไม่ได้อยู่บนคีย์บอร์ด นอกจากนี้ยังได้ทดสอบกับเวปไซต์ชื่อ free-ocr.com และ i2ocr.com พบว่าในรีแคปท์ช่า และไมโครซอฟต์แคปท์ช่า สามารถรับรู้ตัวอักษรได้บางส่วนเช่นกัน แต่สำหรับดอทแคปท์ช่า ไม่พบตัวอักษรที่สามารถรับรู้ได้ โดยแสดงข้อความเตือนว่า "Sorry, we could not find any text in your image." ใน free-ocr.com และ "Error - The requested service could not be completed for technical reasons. Please contact admin@sciweavers.org" ใน i2ocr.com

6. บทวิเคราะห์

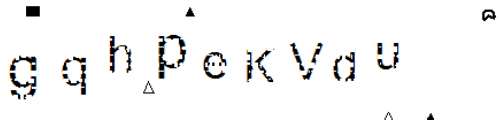
6.1 ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

จากการทดสอบของผู้ทดลองจำนวน 10 คน ในการทำแบบทดสอบดอทแคปท์ช่าคนละ 5 รูปภาพ มีการตอบผิดเกิดขึ้นทั้งหมด 5 รูปภาพจากทั้งหมด 50 ครั้ง



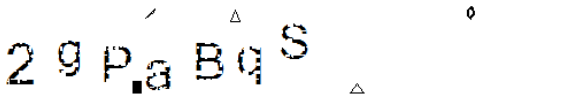
ภาพที่ 3: ดอทแคปท์ช่า ที่ผู้ทดลองตอบผิดแบบที่ 1

จากภาพที่ 3 ผู้ทดลองได้ตอบออกมาว่า ua6qvvaha ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ ua6qvvaha7 อาจเกิดจากการที่ผู้ทดลองทำแบบทดสอบที่รวดเร็วมากเกินไป จึงขาดความรอบคอบพิมพ์ 7 ขาดไปหนึ่งตัวอักษร



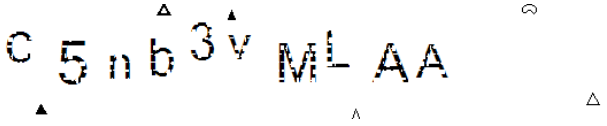
ภาพที่ 4: ดอทแคปท์ช่า ที่ผู้ทดลองตอบผิดแบบที่ 2

จากภาพที่ 4 ผู้ทดลองได้ตอบออกมาว่า gqhpekvau ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ gqhpekvdu เกิดจากการที่ตัวอักษร d ถูกลบออกไปบางส่วน จนทำให้ตัวอักษร d มีลักษณะที่คล้าย a



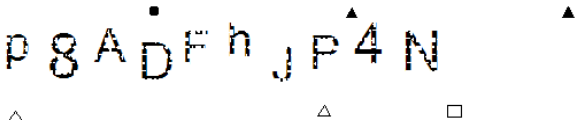
ภาพที่ 5: ดอทแคปท์ช่า ที่ผู้ทดลองตอบผิดแบบที่ 3

จากภาพที่ 5 ผู้ทดลองได้ตอบออกมาว่า 2gP.aBqS ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ 2gPaBqS เกิดจากการที่มีสิ่งรบกวนลักษณะคล้ายตัวอักษรจุดบน คีย์บอร์ด แทรกอยู่ใกล้ๆกับกลุ่มของตัวอักษร



ภาพที่ 6: ดอทแคปท์ช่า ที่ผู้ทดลองตอบผิดแบบที่ 4

จากภาพที่ 6 ผู้ทดลองได้ตอบออกมาว่า C5nb3yMLAA ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ C5nb3vMLAA อาจเกิดจากการที่ตัวอักษร v ถูกลบออกไปบางส่วน จนเว้าแหว่งทำให้ผู้ทดลองเกิดความสับสนได้ว่าเป็น y



ภาพที่ 7: ดอทแคปท์ช่า ที่ผู้ทดลองตอบผิดแบบที่ 5

จากภาพที่ 7 ผู้ทดลองได้ตอบออกมาว่า p8ADFh JP4N ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ p8ADFhJP4N เกิดจากการที่ระยะห่างตัวอักษรมีมากจนทำให้ผู้ทดลองมองเป็นช่องว่าง และได้ทำการพิมพ์ใส่มาในคำตอบด้วย

6.2 ข้อสังเกตอื่นๆ

การแบ่งคำเป็น 2 ส่วนของ รีแคปท์ช่า ทำให้ผู้ทดสอบบางคนเข้าใจผิดจากการพิมพ์ข้อความลงไปเพียงส่วนเดียวเท่านั้น และในบางรูปภาพที่ข้อความยาวมากๆและแสดงผลไม่ชัดเจนของ รีแคปท์ช่า ผู้ทดลองบางคนพิมพ์ตัวอักษรซึ่งอยู่ติดกัน 5 ตัวอักษร ขาดหายไป และผู้ทดลองบางคนอาจใช้ความคุ้นเคยกับคำในการทำแบบทดสอบ จนส่งผลให้ตอบแบบทดสอบผิดได้ เช่น lypvkhtlm เป็น LYPVKHtml

ข้อความที่ยาวมากๆในแคปท์ช่า ผู้ทดลองบางคนอาจตอบแบบทดสอบผิดจากการพิมพ์ที่เร็วเกินไป ทั้งที่ควรจะถูก เช่น oliesvi twenty-five เป็น oliesvi tewenty-five

บางกรณีการพิมพ์ตัวอักษรผิดเกิดจากการกดปุ่มตัวอักษรซึ่งอยู่ติดกันบน คีย์บอร์ด แทน เช่น xt5ppxxp เป็น Zt5PPXxp

นอกจากนี้ ดอทแคปท์ช่าได้ทำการทดสอบกับชายอายุ 72 ซึ่งมีภาวะทางสายตาเป็นต่อหินบางส่วน โดยให้ทำการทดสอบด้วยการอ่านให้ฟังเพียงอย่างเดียว และตอบออกมาด้วยการพูดคำตอบที่ยืนยันแล้ว เนื่องจากภาวะทางสายตาไม่สามารถที่จะอ่านตัวอักษรบนคีย์บอร์ดได้ โดยทำการอ่านภาพทั้งหมด 3 รูปแบบ รูปแบบละ 5 รูปภาพเท่าๆกันกับผู้ทดลองคนอื่นๆ ซึ่งผลปรากฏ

ว่าใน ไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ตอบผิดหมดทุกรูป ในขณะที่ รีแคปท์ช่า ก็ตอบผิดหมดเช่นกัน โดยที่การอ่านทำได้ลำบากมาก

สำหรับการอ่าน ดอทแคปท์ช่า สามารถทำได้ดีเทียบเท่าคนปกติโดยตอบผิดเพียงตัวอักษรเดียว นั่นคือตอบ e เป็น 8 แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในภาพอื่นๆที่รูปแบบเดียวกัน โดยมีตัวอักษร e เช่นเดียวกัน แต่กลับสามารถตอบได้ถูกต้อง

7. สรุป

งานวิจัยนี้ต้องการสร้าง แคปท์ช่าตัวอักษร ให้มี การใช้งานได้ที่ง่ายต่อมนุษย์และยังคงมีความทนทานที่ดีอยู่ การนำทฤษฎีของ Gestalt มาใช้จึงเป็นสิ่งสำคัญ รวมถึงกลไกการสุ่มที่ช่วยให้ ดอทแคปท์ช่า ประสบความสำเร็จได้ตามเป้าหมาย โดยผู้ทดลองมีการตอบผิดเพียง 5 ครั้งจากทั้งหมด 50 ครั้ง ซึ่งดีกว่า รีแคปท์ช่า และไมโครซอฟต์แคปท์ช่า ในขณะที่ความทนทานของดอทแคปท์ช่าจากการทดสอบกับ OCR ผลลัพธ์คือ OCR ไม่สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้

งานวิจัยนี้ไม่เพียงนำเสนอแค่ ดอทแคปท์ช่า เท่านั้น แต่ยังแสดงให้เห็นว่าการใช้ทฤษฎี Gestalt กับแคปท์ช่ารูปแบบตัวอักษร ซึ่งหากใช้ได้อย่างถูกต้อง ก็จะสามารถให้ประโยชน์ได้อย่างมาก โดยการสูญเสียการใช้งานได้ จะเกิดขึ้นน้อยลงในขณะที่ความทนทาน มีความแข็งแรงมากขึ้น

งานวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้น ในอนาคตผู้วิจัยมีแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพความทนทาน ให้กับ ดอทแคปท์ช่า ขึ้นไปอีก โดยที่ไม่ให้กระทบกับ การใช้งานได้ ของมนุษย์ ซึ่งลักษณะตัวอักษรของ ดอทแคปท์ช่า ที่อ่านได้ง่ายสามารถที่จะเพิ่มเทคนิคอื่นๆเพื่อให้ ความทนทาน มีความแข็งแรงมากขึ้นได้ เช่น Semantic และเพิ่มการทดสอบแคปท์ช่ากับเครื่องมือหรือกระบวนการอื่นๆให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วศิน สินธุภิญโญ, “Thai OCR Technology” *LibCamp#1 Book Digitization* กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 30 เมษายน 2552.

[2] รศ.วิจิตพาณี เจริญขวัญ, *ระบบและทฤษฎีทางจิตวิทยา* ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[3] Ahmad Salah El Ahmad, Jeff Yan, Lindsay Marshall, “The robustness of a new CAPTCHA” *Third European Workshop on System Security (EUROSEC ’10)*, Paris, France pp. 36-41, 2010.

[4] Ahmad S El Ahmad, Jeff Yan, Mohamad Tayara, “The Robustness of Google CAPTCHAs,” Bericht, Newcastle University, UK, 2011.

[5] Luis von Ahn, Benjamin Maurer, Colin McMillen, David Abraham, Manuel Blum, “reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures” *Science Magazine*, September 12, 2008, Vol. 321 No. 5895 pp. 1465-1468.

[6] Cody Sutherland, “Usability and Security of Text-based CAPTCHAs” *UMM CSci Senior Seminar Conference*, Morris, MN, May, 2012.

[7] เกษรินทร์ ชาวเกวียน, วรพล ลีลาเกียรติสกุล, “Thai CAPTCHA : Construction and Analysis” *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, Vol. 2, Issue 2, Jul-Dec 2011. pp. 56-64.

[8] Elie Bursztein, Matthieu Martin, John C. Mitchell, “Text-based CAPTCHA Strengths and Weaknesses” *ACM Computer and Communication security 2011*, New York, NY, USA, 2011. pp. 125-138.

การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่ง
Software Development Using Hybrid Scrum/XP

ปิยนาฎ มาลีแก้ว (Piyanard Maleekaew)[1] และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร (Nalinpat Porrawatpreyakorn)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]piyanard.m@gmail.com, [2]nalinpatp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยการใช้โมเดลการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัม (Scrum) และเอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่ง (Extreme Programming) โดยยึดกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีสครัมเป็นหลักและใช้ 6 กระบวนการของเอ็กซ์พีเข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพในการพัฒนาในแต่ละรอบ (Sprint) ซึ่งประกอบด้วย การออกแบบให้เข้าใจง่าย (Simple Design) การเขียนโปรแกรมเป็นคู่ (Pair Programming) แบบแผนการเขียนโค้ด (Coding Standards) การร่วมเป็นเจ้าของโค้ด (Collective Code Ownership) การปรับปรุงโค้ด (Refactoring) และการทดสอบ (Tests) จากกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมจากการสังเกตการณ์และแบบสอบถาม อีกทั้งใช้การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Technology Acceptance Model) เพื่อตรวจสอบความพึงพอใจและการยอมรับโมเดล ผลการประเมินพบว่า การใช้โมเดลนี้ทำให้การพัฒนาซอฟต์แวร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยวัดจากจำนวนข้อบกพร่อง (Defect) ที่ลดลง และค่า Velocity ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบ และความพึงพอใจของทีมและผู้ใช้อยู่ในระดับที่ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 และ 3.66 ตามลำดับ อีกทั้งโมเดลนี้ได้รับการยอมรับจากทีมและผู้ใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยของการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) และการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ใช้งานง่าย (Perceived Ease of Use) เท่ากับ 3.98 และ 3.78 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สครัม เอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่ง เอ็กซ์พี อาจาลย์ การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ

Abstract

The objective of this paper is increase operation efficiency using integrated Scrum and Extreme Programming. This integrated model is mainly based on Scrum and 6 XP practices which consist of Simple Design, Pair Programming, Coding Standards, Collective Code Ownership, Refactoring and Tests. To evaluate this model, a case study was performed. Observation and questionnaires were used as the data collection method. Moreover, the Technology Acceptance Model is also applied in order to verify model satisfaction and acceptance. The results reveal that using this model reduced defects, Velocity was increased, and users were satisfied (Mean value of 4.22 and 3.66. respectively). Usefulness and ease of user was also perceived by the team and use (Mean value of 3.98 and 3.78 respectively). This shows the acceptance of this model.

Keyword: Scrum, Extreme Programming, XP, Agile, Technology Acceptance Model

1. บทนำ

แนวคิดในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบยืดหยุ่นหรืออาจาลย์ (Agile) ถูกนำมาใช้ในโครงการต่าง ๆ มากมายและมีผู้สนใจติดตามข่าวสารอย่างใกล้ชิดในการนำสครัม (Scrum) มาใช้ถึง 49% และการนำสครัมมาใช้ร่วมกับเอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่งหรือเอ็กซ์พี (Extreme Programming: XP) คิดเป็น 22% จากการสำรวจ 3,061 บริษัทใน 80 ประเทศ และได้รับการตอบรับจาก 2,319 บริษัท ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมปี พ.ศ. 2551 [1]

ในประเทศไทยแนวคิดของอาจายล์เริ่มเข้ามามีบทบาท เป็นที่สนใจในกลุ่มนักพัฒนาระบบมากขึ้น ในด้านการศึกษาจากการสำรวจสถาบันการศึกษาที่มีชื่อเสียง 12 แห่ง พบว่าใน

หลักสูตรการเรียนการสอนนั้น ยังไม่ครอบคลุมถึงกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยอาจายล์ โดยพบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ยังไม่มีการนำกระบวนการอาจายล์เข้ามาสอนในหลักสูตร เนื่องมาจากความขัดข้องในเรื่องของภาษาของผู้สอน ความขาดแคลนด้านเอกสารบทความวิชาการ หรืองานวิจัยต่าง ๆ ที่เป็นภาษาไทย ทำให้ผู้สอนขาดความรู้ความเชี่ยวชาญในการสอน [2] แต่ในด้านอุตสาหกรรม จากการสัมภาษณ์นักพัฒนาระบบจาก 10 องค์กรในประเทศไทยพบว่ามีการนำอาจายล์เข้ามาใช้อย่างมาก จึงทำให้เกิดช่องว่างทางความรู้ระหว่างภาควิชาการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมการผลิตซอฟต์แวร์ [3] ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงโอกาสในการลดช่องว่างทางความรู้ดังกล่าว จึงจัดทำงานวิจัยขึ้นเพื่อนำเสนอประสบการณ์จากการนำกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์พีมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สครัม (Scrum)

สครัม (Scrum) เป็นหนึ่งในวิธีอาจายล์ (Agile) โดยการนำการงาน (Features or User Stories) ที่มีอยู่มาแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเพื่อพัฒนาเป็นรอบ ๆ (Sprint) และผลิตผลงานที่มีคุณภาพออกมาในแต่ละรอบ สครัมมุ่งเน้นการพัฒนาที่ต้องการความรวดเร็ว ยืดหยุ่นสูง ให้อิสระแก่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ มีจุดเด่นด้านความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไม่มีขีดจำกัด [4]

2.2.2 เอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่ง (Extreme Programming)

เอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่งเน้นการทำงานร่วมกัน การสื่อสารและการปฏิบัติตามกฎระเบียบ มีแนวคิดในการแบ่งการพัฒนาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อให้สามารถทำงานเสร็จภายในระยะเวลาอันสั้นจึงทำให้มีความยืดหยุ่นสูงในเรื่องการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ [5]

2.2.3 การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Technology Acceptance Model: TAM)

เป็นหลักการที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย และมีประสิทธิภาพในการศึกษาการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้ 4 ปัจจัยซึ่งหลัก ได้แก่ ตัวแปรภายนอก (External Variables) การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ใช้งานง่าย (Perceived Ease of Use) และทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) ในการพยากรณ์พฤติกรรมของผู้ใช้ในการยอมรับเทคโนโลยี [6]

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

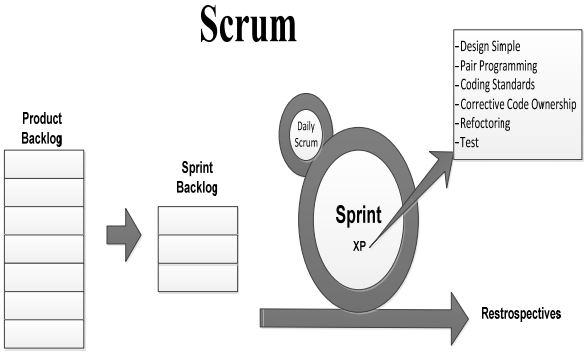
สครัมเป็นวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ ที่ได้รับความสนใจและมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ [1], [7] ทั้งในภาคการศึกษา [8] และภาคอุตสาหกรรมการผลิตซอฟต์แวร์[9] โดยมุ่งเน้นในเรื่องการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกัน เอ็กซ์พีเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในเรื่องของประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [10] จึงมีความเป็นไปได้ ที่จะนำทั้งสองมาประยุกต์ใช้ร่วมกันแล้วได้ผลิตผลที่มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในต่างประเทศก็ให้ความสนใจในการติดตามข่าวสารอย่างใกล้ชิดของการผสมผสานกันระหว่างสครัมและเอ็กซ์พีเข้าด้วยกัน [1] , [11] และมีการนำเสนองานวิจัยที่มีการผสมผสานกันระหว่าง 2 วิธีดังกล่าว โดยใช้สครัมเป็นหลักในการวางแผนสครัม (Scrum Planning Meetings) การวางแผนการดำเนินงาน (Sprint Planning Meetings) และการทบทวนงานภายหลังการดำเนินงานในแต่ละรอบ (Retrospective Review) โดยในระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงานซ้ำ (Sprint) ได้เลือกใช้บางกระบวนการของเอ็กซ์พี ซึ่งประกอบไปด้วย กระบวนการออกแบบให้เข้าใจง่าย การทดสอบ การปรับปรุงโค้ด การเขียนโปรแกรมเป็นคู่ การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การร่วมเป็นเจ้าของโค้ดและแบบแผนการเขียนโค้ด พบว่าการผสมผสานทั้งสองกระบวนการ ช่วยเพิ่มทั้งคุณภาพด้านการจัดการ ปริมาณของผลิตผล และคุณภาพของการเขียนโค้ดที่ดีขึ้น ทั้งนี้สามารถสรุปประสิทธิภาพของกระบวนการของเอ็กซ์พี ดังแสดงตามตารางที่ 2 [12]

ตารางที่ 1: ตารางแสดงข้อมูลการประเมินด้านประสิทธิภาพ [12]

วิธีการ	การประเมินด้านประสิทธิภาพ
การเขียนโปรแกรมเป็นคู่	ลดข้อบกพร่องของการเขียนโค้ด
การทดสอบ	เพิ่มประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง
ปรับปรุงโค้ด	ลดระยะเวลาในการแก้ไขข้อบกพร่อง (Debugging) และลดความซับซ้อนของโค้ด

การออกแบบให้เข้าใจง่าย	จำเป็นต่อการส่งมอบงานที่ได้รับการยอมรับจากลูกค้า
การร่วมเป็นเจ้าของโค้ด	เพิ่มความเชื่อมั่นในคุณภาพซอฟต์แวร์
การรวบรวมอย่างต่อเนื่อง	เพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบ
แบบแผนการเขียนโค้ด	เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงาน

การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพดังกล่าว ประกอบกับ ปัญหาความขาดแคลนเอกสารวิชาการของประเทศไทย [2] และความพยายามลดช่องว่างทางด้านความรู้ที่เกิดขึ้น [3] ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่ง โดยใช้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีสครัมเป็นหลักในการพัฒนา และเลือกใช้ 6 กระบวนการของเอ็กซ์พีเข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นตอนของการปฏิบัติงานซ้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบให้เข้าใจง่าย การเขียนโปรแกรมเป็นคู่ แบบแผนการเขียนโค้ด การร่วมเป็นเจ้าของโค้ด การปรับปรุงโค้ด และการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพแสดงโมเดลของงานวิจัย

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

กรณีศึกษา เป็นวิธีที่เหมาะสมกับงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากความจำเป็นในการศึกษา หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบันในบริบทหนึ่ง ๆ [13] ดังนั้นกรณีศึกษา บริษัทสงขลาฟินิชชิ่ง จำกัดจึงถูกนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลในงานวิจัยนี้

3.1 ประวัติบริษัท

บริษัทสงขลาฟินิชชิ่ง [14] ดำเนินธุรกิจในเครือเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นเวลากว่า 10 ปี โดยที่โครงการกรณีศึกษาเป็นโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศของรัฐบาลโครงการหนึ่ง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการของระบบงานบ่อยครั้ง โครงการนี้ใช้ Mendix รุ่น 4.2.1 ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งมีความสามารถในการรองรับการบริหารจัดการด้วยวิธีสครัม และประกอบด้วยทีมจำนวน 6 คน ได้แก่ เจ้าของผลิตภัณฑ์ (Product Owner) 1 คน สครัมมาสเตอร์ (ScrumMaster) 1 คน ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ (Developer) 4 คน และผู้ทดสอบระบบ (Tester) 1 คน ทั้งนี้ทีมงานแต่ละคนมีประสบการณ์และความรู้ด้านอาจาลย์ในเบื้องต้นเท่านั้น

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบผสมผสานด้วยระหว่างสครัมและเอ็กซ์พี โดยวัดประสิทธิภาพจากการดำเนินงานจากตัวชี้วัด Velocity และประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจากการเขียนโค้ดโดยใช้จำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบ ใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 โครงการถูกแบ่งการทำงานออกเป็น 8 รอบ (Sprint) รอบละ 1 สัปดาห์ และใช้ Google Spreadsheet เก็บข้อมูลโครงการใน 4 รอบแรก และใช้ Sprintr เก็บข้อมูลโครงการใน 4 รอบหลัง อีกทั้งข้อมูลจะถูกรวบรวมจากการจากการสังเกตการณ์และการใช้แบบสอบถามที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อใช้ศึกษาการยอมรับในการนำการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์พีเข้ามาใช้ในกรณีศึกษา โดยแบบสอบถามนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกสำหรับทีมและชุดที่ 2 สำหรับผู้ใช้งานระบบ

4. ผลการดำเนินการ

4.1 การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์พี

การวางแผนสครัม (Scrum Planning Meetings) ผู้วิจัยจัดการประชุมผู้เข้าร่วมดำเนินการ เพื่อให้ความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติงาน กำหนดบทบาทของผู้เข้าร่วมดำเนินการตามแบบของสครัม ดังนี้

Product Owner มีบทบาทหลักในการให้ลำดับความสำคัญคุณลักษณะของซอฟต์แวร์ (Product Backlog) และตรวจสอบคุณภาพรวมไปถึงการให้ความเห็นเพิ่มเติมในด้านการเพิ่มคุณลักษณะของซอฟต์แวร์ด้วย

ScrumMaster มีบทบาทสำคัญในการดำเนินการประชุมต่าง ๆ ตัดสินใจบรรจุงานลงในแต่ละรอบการดำเนินงาน แจกแจงรายละเอียดของงานให้แก่สมาชิกในทีม ติดตามและควบคุมการทำงานของสมาชิกในทีมให้เป็นไปตามแผน หาแนวทางการแก้ไขปัญหาและนำเสนอผลงาน ทั้งนี้กรณีศึกษานี้ ScrumMaster มีบทบาทเป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย

ทีม (Team) ประกอบไปด้วย Developer จำนวน 4 คนและ Tester ระบบจำนวน 1 คน

โครงการนี้เริ่มต้นด้วยการวางแผนการดำเนินงาน (Sprint Planning Meeting) เป็นการประชุมเพื่อวางแผนบรรจุรายการงาน (Sprint Backlog) ในแต่ละรอบ (Sprint) โดยสมาชิกในทีมมีอิสระในการเลือกรับมอบหมายภาระงานได้ตามความถนัด

จากนั้นการดำเนินงาน (Sprint) โดยการนำรายการงาน (Sprint Backlog) มาปฏิบัติตามแผน โดยในขั้นตอนนี้ได้มีการนำกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอ็กซ์พีเข้ามาผสมผสานเพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

การออกแบบให้เข้าใจง่าย (Simple Design) กำหนดให้ทีมทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เป็นมิตรกับผู้ใช้ ขนาดและสีของตัวอักษรเหมาะสมกับสายตาของผู้ใช้ ผลที่ได้รับคือความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของซอฟต์แวร์ (Consistency)

การเขียนโปรแกรมเป็นคู่ (Pair Programming) เพื่อให้สมาชิกทีมเกิดการแลกเปลี่ยนกันทางความรู้ โดยพบว่า หากสมาชิกในทีมเกิดปัญหา สมาชิกผู้อื่นสามารถติดตามแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องรอแนวทางการแก้ไขจาก ScrumMaster

แบบแผนการเขียนโค้ด (Coding Standards) ช่วยลดระยะเวลาในการอ่านโค้ดของทีม ระยะเวลาในการเข้าแก้ไขโค้ดที่ติดปัญหา

การร่วมเป็นเจ้าของโค้ด (Collective Code Ownership) ให้ทุกคนในทีมมีความเป็นเจ้าของโค้ดทุกบรรทัดร่วมกัน การแก้ไขโค้ดจึงทำได้สะดวกมากขึ้น โดยต้องแจ้งให้ผู้เป็นเจ้าของโค้ดเดิมทราบด้วยทุกครั้งที่เข้าดำเนินการแก้ไข

การปรับปรุงโค้ด (Refactoring) ลดพื้นที่ในการจัดเก็บซอร์สโค้ด เนื่องจากโค้ดที่ถูกปรับปรุงมักจะใช้จำนวนบรรทัดในการเขียนมากกว่าโค้ดที่ถูกเขียนเข้าไปใหม่

การทดสอบ (Tests) การทดสอบแบ่งเป็นการทดสอบหน่วยย่อย (Unit Tests) จากผู้พัฒนาและส่งผ่านให้แก่ผู้ทดสอบระบบซึ่งทำการทดสอบตามเอกสารการทดสอบซอฟต์แวร์ที่ได้ร่างขึ้นในขณะที่ทำทีมกำลังพัฒนาซอฟต์แวร์

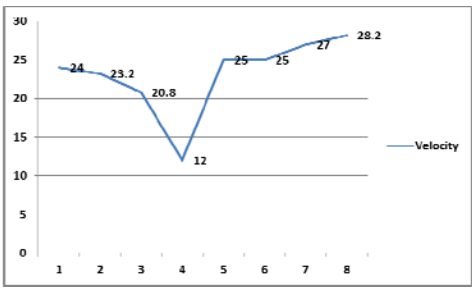
การประชุมประจำวัน (Daily Meeting) ใช้ระยะเวลาหลังสิ้นสุดการดำเนินงานในแต่ละวัน ประมาณ 10-15 นาทีโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้ 1) วันนี้ทำงานอะไรเสร็จไปแล้วบ้าง 2) พบเจอปัญหาอะไรบ้าง และ 3) พรุ่งนี้ต้องทำงานอะไรบ้าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการประชุมนี้ คือสถานะของงานในแต่ละวัน และแนวทางการแก้ไขปัญหาของทีม

การทบทวนงานภายหลังการดำเนินงานในแต่ละรอบ (Retrospectives Review) ทำให้มองเห็นถึงความสามารถและข้อบกพร่องของทีมหรือปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นบ่อย โดยข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปใช้ปรับปรุงการดำเนินงานในรอบถัดไป

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพของงานวิจัยฉบับนี้แบ่งเป็นประสิทธิภาพการดำเนินงานของทีม ซึ่งวัดจาก Velocity โดย Velocity หมายถึงจำนวนคะแนนในแต่ละรอบเปรียบเทียบกับจำนวนสมาชิกในทีม และประสิทธิภาพของการเขียนโค้ดซึ่งวัดจากจำนวนข้อบกพร่องของโค้ด (Defect)

ผลการดำเนินงานทั้ง 8 รอบพบว่ามีค่า Velocity เฉลี่ยเท่ากับ 23.15 ดังแสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพแสดงกราฟค่า Velocity ของการดำเนินงาน

จากภาพที่ 2 ได้แสดงให้เห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า Velocity ซึ่งหมายถึงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการดำเนินงานของทีม และสาเหตุที่กราฟในรอบที่ 4 มีค่าตกลงไปนั้น มีสาเหตุมาจากคะแนนงานในรอบที่ 4 มีคะแนนงานน้อย เนื่องจากเป็นเพียงงานที่เกิดจากรายการแก้ไขเพิ่มเติมเท่านั้น

นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของจำนวนข้อบกพร่องในแต่ละรอบลดลง ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางแสดงข้อบกพร่องของการเขียนโค้ดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

รอบ (Sprint)	คะแนนงาน* (Score)	จำนวน ข้อบกพร่อง	% ข้อบกพร่อง
1	120	1149	23.469
2	116	1189	20.408
3	104	1223	17.347
4	60	1237	7.143
5	125	1259	11.224
6	125	1271	6.123
7	135	1288	8.673
8	141	1299	5.613

* คะแนนงานคือคะแนนรวมของงานใน Product Backlog ในแต่ละรอบ

จากตารางที่ 3 พบว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากข้อบกพร่องจากการเขียนโค้ดมีเปอร์เซ็นต์ลดลง

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการประเมินความพึงพอใจของทีม และผู้ใช้งาน โดยใช้หลักการของการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศในการสร้างแบบสอบถาม ซึ่งผ่านการทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีระดับความเที่ยงตรงอยู่ในระดับดี และมีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha) ของแบบสอบถามเท่ากับ 0.94 และ 0.77 ตามลำดับ

4.3.1 ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมดำเนินงาน

ผลการตอบแบบสอบถามจากทีมจำนวน 6 คน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง ดังแสดงตามตารางที่ 3

4.3.2 ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผลการตอบแบบสอบถามจากผู้ใช้งานทั้งหมดจำนวน 15 คนพบว่ามีผลการประเมินความพึงพอใจดังแสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 3: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมดำเนินงาน

ปัจจัยในการยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศ	*Mean*	*Mode*	*SD*
การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ	4.10	4	0.44
การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ใช้งานง่าย	4.23	4	0.35
ทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน	4.42	5	0.55

ตารางที่ 4: ตารางผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน

ปัจจัยในการยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศ	*Mean*	*Mode*	*SD*
การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ	3.85	4	0.47
การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ใช้งานง่าย	3.32	3	0.36
ทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน	3.92	4	0.42

จากตารางที่ 3 และ 4 สามารถสรุปได้ว่าโมเดลการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยวิธีผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์พีได้รับการยอมรับจากทั้งทีมและผู้ใช้งาน

5. สรุปและข้อเสนอแนะของงานวิจัย

การประเมินพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและประสิทธิภาพในการเขียนโค้ดให้ดีขึ้น อีกทั้งยังได้รับการยอมรับและสร้างความพึงพอใจให้กับทั้งทีมและผู้ใช้งาน แต่เนื่องจากการนำแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบผสมผสานระหว่างสครัมและเอ็กซ์พีมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย ยังถือเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องประสบกับปัญหาหลัก ๆ ดังต่อไปนี้ 1) ปัญหาที่เกิดขึ้นจากความเข้าใจในกระบวนการดำเนินงานของทีมอยู่ในระดับเบื้องต้นเท่านั้น 2) ปัญหาที่เกิดจากแรงกดดันของลูกค้าเพื่อขอเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน และ 3) ปัญหาที่เกิดจากวัฒนธรรมภายในขององค์กร

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้มีการนำเอากระบวนการถ่ายทอดความรู้ เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาและควรพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Version One, “Third Annual Survey 2008 The State of Agile Development,”

[2] R. Morien and O. Tetiwat, “Agile Software Development Mthods Adoption in Thailand – A Survey of Thai University” *Information Systems Educators Conference (ISECON 2007)*, Pittburgh, Nov 3, 2007.

[3] W. Chookittikul,L. Kourik ans E. Maher, “Reducing the Gap between Academia and Idustry:The Case For Agile Methods in Thailand,” *Information Technology:New Generations (ITNG)*, April 11-13, pp. 239-244, 2011.

[4] K. Schwaber, “Scrum Development process” ,1999.

[5] K. Beck, “Embracing Change with Extreme Programming” *IEEE trans. Computer*, vol. 32,pp. 70-77, 1999.

[6] F. Davis, “Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology”. *MIS Quarterly*, 13 (3), pp. 318-340,1989

[7] Global Agile Company Online Survey, “Forrester Research December 2008,”

[8] V. Mahnic and S. Drnovscek, “Agile Software Project Management with Scrum” Ljublijana University, 2005.

[9] L. Williams. et al., “Scrum+Engineering Practices: Experience of Three Microsoft Teams” *Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)*,pp. 463-471, 2011.

[10] L. Mar and K. Schwaber, “Scrum with XP” Agile Software Development with Scrum ,Prentice Hall, ISBN 0-13-067634-9,2001.

[11] K. Henrik and F. Reza, “Bootstraping Scrum and XP under crisis” *Agile 8 Conference*, pp. 436-444, 2008.

[12] P. Clutterbuck, T. Roklands and O. Seamons, “A Case Study of SME Web Application Development Effectiveness via Agile Methods” *The Electric Journal Information Systems Evaluation*, vol. 12, no. 1, pp. 13-26, 2009.

[13] P. Runeson ans M. Host, “Guide lines for Conducting and Reporting Case Study Research in Software Engineering”*Empirical Software Engineering*, vol. 14, no. 2, pp. 131-164, 2009.

[14] Songkhla Finishing Co.,Ltd, http://www.songkhlaf.com/

การระบุหลักฐานที่สอดคล้องกับแบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถบูรณาการซีเอ็มเอ็มไอ ด้วยเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศ

Evidence Identification for CMMI Compliance using Information Retrieval Technique

วุธการ จิรอลงกรณ์(Wutthakarn Jiraalongkorn)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล (Nakornthip Prompoon)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]Wutthakarn.J@Student.chula.ac.th, [2]Nakornthip.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การประเมินความสามารถของกระบวนการซอฟต์แวร์ เป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญ เพื่อช่วยให้องค์กรสามารถวางแผนในการปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิผล แต่ในปัจจุบันนั้นการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยเพื่อประเมินความสามารถของกระบวนการยังเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาและมีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องให้ผู้ประเมินมาตรวจสอบเอกสารจำนวนมากที่เป็นผลลัพธ์หรือที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการนำเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศเข้ามาใช้ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในการประเมินความสามารถของกระบวนการซอฟต์แวร์ โดยใช้แบบจำลองการค้นคืนปริภูมิเวกเตอร์ และใช้แม่แบบเอกสารหรือตัวอย่างของเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในการสร้างข้อคำถามในการค้นคืน จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ในระดับของกลุ่มกระบวนการ แนวทางที่นำเสนอมีความแม่นยำที่ร้อยละ 61 และครอบคลุมร้อยละ 92 ของหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยทั้งหมด และสามารถช่วยลดจำนวนเอกสารที่ต้องทำการตรวจสอบได้ร้อยละ 44

คำสำคัญ: การปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ ความสอดคล้องตามมาตรฐาน การค้นคืนสารสนเทศ การระบุหลักฐาน

Abstract

Software process assessment is an important process for software development organization since the assessment result may be used to plan its process improvement effectively. However, an objective identification activity performed in assessment process costs a lot of money and time due to the necessity to have experienced assessors examine a large number of process work products and related documents. In this paper, we propose an information retrieval based approach for identifying object evidences, using vector space retrieval model and formulating queries using document templates and examples. From our initial experiment, at process area level, the precision is 61 percent and the recall is 92 percent. In addition, the number of assessed documents are reduced by 44 percent.

Keyword: Software process improvement, Standard compliance,Information retrieval, Evidence identification

1. บทนำ

ในปัจจุบันองค์กรต่างๆ นั้นมีความต้องการที่จะปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ของตนเองให้ดีขึ้น เนื่องจากผลจากการศึกษาการทำงานในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์นั้นได้แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพของกระบวนการซอฟต์แวร์ โดยองค์กรสามารถเลือกใช้มาตรฐานและแบบจำลองต่างๆ ในการปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ได้ เช่น มาตรฐานไอทริปเปิลอี เอสทีดี 12207 [1] แบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถกระบวนการซีเอ็มเอ็มไอ [2] เป็นต้น

การประเมินความสามารถของกระบวนการเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ เนื่องจากผลที่ได้จากการประเมินจะทำให้ทราบถึงจุดอ่อน จุดแข็ง และสิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งวิธีที่ใช้การประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์จะต้องสัมพันธ์กับแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการที่ใช้ เช่น หากใช้มาตรฐานไอทริปเปิลอีเอสทีดี 12207 จะต้องประเมินตามมาตรฐานไอเอสโอ/ไออีซี 15504 [3] หากใช้แบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอจะต้องใช้วิธีการประเมินซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ สแคมพี [4] เป็นต้น

งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ [5], [6] มักเป็นการสร้างระบบสนับสนุนการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ โดยให้ผู้ประเมินตอบแบบสอบถามหรือระบุเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติในแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการ ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยโดยผู้ประเมินนั้นก่อให้เกิดปัญหาสองประการดังต่อไปนี้คือ

- การระบุเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุวิสัย เป็นกระบวนการที่ใช้เวลาและแรงงานเป็นอย่างมาก เนื่องจากในโครงการซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ จะมีการสร้างเอกสารจำนวนมาก
- การระบุหลักฐานเชิงวัตถุวิสัยนั้นจะมีส่วนที่ขึ้นกับผู้ประเมิน ซึ่งอาจทำให้ผลการประเมินนั้นมีความแตกต่างกันเมื่อทำการระบุด้วยผู้ประเมินคนละกลุ่มบนกลุ่มเอกสารชุดเดียวกัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว และจากงานวิจัย [7] ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการนำเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดแยกประเภทของงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ประกอบไปด้วยเอกสารจำนวนมาก งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการใช้เทคนิคการค้นคืนสารสนเทศในการระบุเอกสารหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยที่อยู่ในรูปแบบของข้อความ เนื่องจากการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยนั้นมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกันกับการค้นคืนสารสนเทศ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบองค์ประกอบของการค้นคืนสารสนเทศและการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

การค้นคืนสารสนเทศ	**การระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย**
ฐานข้อมูลสารสนเทศ	ฐานข้อมูลเอกสารในองค์กร
ความต้องการสารสนเทศ	ข้อปฏิบัติในแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการ
สารสนเทศ	หลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

การใช้เทคนิคการค้นคืนสารสนเทศนั้นจะช่วยลดเวลาและแรงงานที่ต้องใช้ในการระบุและตรวจสอบเอกสาร เนื่องจากเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศจะช่วยในการระบุเอกสารที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปฏิบัติตามข้อปฏิบัติของแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการได้ ซึ่งจะช่วยลดจำนวนของเอกสารที่ผู้ประเมินจะต้องตรวจสอบให้เหลือจำนวนน้อยลง และเนื่องจากว่าเป็นการคำนวณความสอดคล้องโดยมีหลักการที่แน่นอน จึงลดปัญหาของการประเมินที่ขึ้นกับตัวผู้ประเมินได้ด้วย

ในส่วนที่สองของเอกสารนี้จะกล่าวถึงการปรับปรุงและการประเมินกระบวนการของซีเอ็มเอ็มไอ ในส่วนที่สามจะกล่าวถึงการค้นคืนสารสนเทศ ในส่วนที่สี่จะกล่าวถึงแนวทางสร้างระบบระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยโดยใช้เทคนิคการค้นคืนสารสนเทศ ในส่วนที่ห้าจะกล่าวถึงแนวทางการประเมินผลระบบดังกล่าว และในส่วนสุดท้ายจะทำการสรุปผลการวิจัย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์

ในงานวิจัย [5] ได้ทำการศึกษาแนวทางในการบูรณาการแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการต่างๆเข้าด้วยกัน และพัฒนาเครื่องมือ iSPA สำหรับใช้ในการประเมินความสามารถกระบวนการซอฟต์แวร์ขององค์กรที่มีขนาดเล็ก โดยให้ผู้ใช้งานทำการตอบแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการต่างๆที่เลือกใช้

ในงานวิจัย [6] ได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือบนเว็บสำหรับใช้ในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ด้วยตนเอง โดยอ้างอิงตามแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอและมาตรฐานสแคมพี โดยให้ความสำคัญกับกับองค์กรที่เลือกใช้กระบวนการซอฟต์แวร์ประเภทเอไจล์ แต่อย่างไรก็ตามการระบุหลักฐานเชิง

วัตถุพิสัยในการใช้งานเครื่องมือชนิดนี้นั้น ยังต้องทำโดยตัวแทนของแต่ละบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการซอฟต์แวร์ และนอกจากนั้นการตรวจสอบหลักฐานนั้นจะทำการตรวจสอบจากชื่อเอกสารเท่านั้น ไม่ได้ให้ความสนใจกับเนื้อหาภายในเอกสารด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นคืนสารสนเทศ

งานวิจัย [7] ได้ทำการนำเสนอวิธีการใช้เทคนิคการค้นคืนสารสนเทศเข้ามาช่วยในการทำการทบทวนอย่างเป็นระบบของงานวิจัยที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อใช้เป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในปัจจุบันของสาขาวิชา และค้นหาช่องว่างที่ยังมีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าต่อไป ถึงแม้ว่างานวิจัยนี้จะไม่ได้เกี่ยวข้องกับการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์โดยตรง แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการทบทวนอย่างเป็นระบบนั้น เป็นกระบวนการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกระบวนการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ ดังนั้นจึงน่าจะที่นำเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศเข้ามาช่วยในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ได้เช่นกัน

งานวิจัย [8] ได้กล่าวถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาของการค้นคืนเอกสารงานวิจัยบนอินเตอร์เน็ต โดยให้ความสนใจกับสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งงานวิจัยต่างๆนั้นจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลที่แตกต่างกันและมีรูปแบบการจัดหมวดหมู่ของงานวิจัยที่แตกต่างกันทำการค้นคืนนั้นทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกที่จะใช้การจัดกลุ่มด้วยออนโทโลยีที่สร้างขึ้นจากสวีบอค [9] ในการจัดหมวดหมู่ของงานวิจัยแทนที่จะจัดกลุ่มด้วยคำสำคัญเพียงอย่างเดียว ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นแนวคิดในการนำองค์ความรู้จากสวีบอคมาใช้ในการจำแนกหรือจัดกลุ่มของเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ

3. การปรับปรุงและการประเมินกระบวนกาซอฟต์แวร์

3.1 แบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถบูรณาการ : ซีเอ็มเอ็มไอ

แบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถบูรณาการสำหรับการพัฒนา หรือซีเอ็มเอ็มไอ-ดีอีวี [2] คือแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์ ซึ่งถูกกำหนดโดยสถาบันวิศวกรรมซอฟต์แวร์ หรือเอสอีไอ โดยแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนานั้นจะประกอบไปด้วยข้อปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานในวงจรชีวิตซอฟต์แวร์ โดยจะครอบคลุมตั้งแต่การวางแผน การพัฒนา การส่งมอบ และรวมจนถึงการดูแลรักษาซอฟต์แวร์

โครงสร้างเนื้อหาของแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนาจะประกอบไปด้วยกลุ่มกระบวนการ 22 กลุ่ม ในการที่จะได้ระดับความสามารถใดๆ จะต้องมีการบรรลุทุกเป้าหมายที่ระบุไว้สำหรับระดับความสามารถที่ต้องการ รวมถึงทุกเป้าหมายของระดับความสามารถที่ต่ำกว่าด้วย และการที่จะบรรลุเป้าหมายได้จะต้องทำตามทุกข้อปฏิบัติที่ถูกระบุไว้ภายใต้เป้าหมายนั้น

3.2 มาตรฐานวิธีการประเมินการปรับปรุงกระบวนการซีเอ็มเอ็มไอ : สแคมพี

มาตรฐานวิธีการประเมินซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ หรือสแคมพี [4] คือมาตรฐานวิธีการที่ใช้ในการระบุถึงข้อดี ข้อด้อย และระดับความสามารถหรือวุฒิภาวะกระบวนการตามแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอ

หลักการประเมินกระบวนการของสแคมพีนั้น จะระบุว่าการปฏิบัติตามข้อปฏิบัติใดๆ จะก่อให้หลักฐานเชิงวัตถุพิสัยซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปฏิบัติตามข้อปฏิบัตินั้น ในสแคมพีจะแบ่งหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยออกเป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

- อาร์ทิแฟค (Artifacts) คือหลักฐานเชิงวัตถุวิสัยที่มีลักษณะเป็นวัตถุที่มีตัวตนชัดเจน ซึ่งอาจเป็นผลลัพธ์โดยตรงของการปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ หรือเป็นผลสืบเนื่องจากการปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ เช่น รายงานการประชุม เอกสารระบุความต้องการซอฟต์แวร์ เป็นต้น
- การยืนยัน (Affirmation) คือวาจาหรือข้อเขียนที่ทำการยืนยันว่าได้มีการปฏิบัติ (หรือมีการละเว้นการปฏิบัติ) ตามข้อปฏิบัติโดยผู้ปฏิบัติกระบวนการ โดยทำการเก็บข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์ แบบสอบถาม หรือวิธีอื่นๆ

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดขอบเขตแต่เพียงหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยที่เป็นประเภทอาร์ทิแฟคเท่านั้น เนื่องจากเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกระบวนการซอฟต์แวร์อย่างชัดเจน

4. การค้นคืนสารสนเทศ

การค้นคืนสารสนเทศเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยแนวทางในการทำการจัดเก็บและค้นคืนเอกสาร เพื่อให้ได้มาซึ่งเอกสารที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้งาน [10] โดยความต้องการสารสนเทศของผู้ใช้งานจะต้องถูกแปลงให้เป็นข้อคำถามสำหรับการค้นคืนซึ่งมักจะอยู่ในรูปแบบของชุดคำสำคัญ ในระบบค้นคืนสารสนเทศจะประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การจัดเก็บสารสนเทศ

ระบบค้นคืนสารสนเทศจะประกอบไปด้วยเอกสารจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้ระบบสามารถทำการค้นคืนเอกสารได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความเร็วในการค้นคืน และเนื้อที่ในการเก็บเอกสาร จึงจำเป็นที่จะต้องประมวลผลเอกสารและสร้างดัชนีการค้นคืน ให้อยู่ในลักษณะของโครงสร้างข้อมูลที่มีความเหมาะสมในการค้นคืนด้วยแบบจำลองการค้นคืนที่เลือกใช้ ดัชนีการค้นคืนที่เป็นที่นิยมใช้ จะอยู่ในรูปแบบดัชนีการปรากฏของคำสำคัญในเอกสาร โดยในการสร้างดัชนีการค้นคืนนั้นจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ (1) การวิเคราะห์แยกคำศัพท์ โดยทำการกำจัดอักขระคั่น เช่น ที่ว่าง ออกไป เพื่อทำการแยกข้อความในเอกสารออกเป็นคำศัพท์ (2) การกำจัดสต็อปเวิร์ด ซึ่งเป็นคำที่ไม่มีประโยชน์ในการค้นคืน เนื่องจากเป็นคำที่มักจะปรากฏอยู่ในทุกเอกสาร ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกประเภทเอกสารได้ เช่น a, an, the เป็นต้น [11] (3) การทำสเต็มมิ่ง โดยแปลงคำศัพท์ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบต่างๆกัน เช่น เอกพจน์ พหูพจน์ คำกริยา ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน (4) การคัดเลือกคำสำคัญ เพื่อทำการคัดเลือกเฉพาะคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับโดเมนที่สนใจในการค้นคืนเท่านั้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การค้นคืนที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น และ (5) การระบุความถี่การปรากฏของคำสำคัญในเอกสาร

4.2 การค้นคืนสารสนเทศ

ในการค้นคืนสารสนเทศ จะต้องมีแบบจำลองการค้นคืนสารสนเทศในการแสดงเอกสารและข้อคำถาม ซึ่งแสดงถึงความต้องการสารสนเทศของผู้ใช้งาน รวมถึงวิธีการคำนวณค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถามและเอกสาร เพื่อทำการจัดลำดับของเอกสารที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้งาน ด้วยงานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ในการค้นคืน เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ให้ผลลัพธ์การค้นคืนที่มีความถูกต้องสูง เมื่อเทียบกับความซับซ้อนในการคำนวณที่ต่ำ [12] และมีเครื่องมือที่รองรับการคำนวณ [13] แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์จะแสดงเอกสาร d_j ในรูปแบบเวกเตอร์ของน้ำหนักคำสำคัญดังแสดงในสมการที่ 1 และจะแสดงข้อคำถาม q ดังแสดงในสมการที่ 2

$$d_j = \{w_{1,j}, ..., w_{i,j}\} \quad (1)$$

เมื่อ $w_{i,j}$ คือค่าน้ำหนักของคำสำคัญ k_i ในเอกสาร d_j

$$q = \{w_{1,q}, ..., w_{i,q}\} \quad (2)$$

เมื่อ $w_{i,q}$ คือค่าน้ำหนักของคำสำคัญ k_i ในข้อคำถาม q

สำหรับคู่ลำดับเอกสารหรือข้อคำถาม d_j และคำสำคัญ k_i ใดๆ เราจะหาค่าน้ำหนัก $w_{i,j}$ ของคำสำคัญ k_i ในเอกสาร d_j โดยคำนวณได้ตามสมการที่ 3

$$w_{i,j} = \begin{cases} (1+\log f_{i,j}) \times \log(\frac{N}{n_i}) & f_{i,j} > 0 \\ 0 & f_{i,j} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

เมื่อ $f_{i,j}$ คือความถี่ที่พบคำสำคัญ k_i ในเอกสาร d_j

N คือจำนวนของเอกสารทั้งหมด

n_i คือจำนวนของเอกสารที่มีคำสำคัญ k_i

ในการคำนวณค่าความคล้าย $sim(q, d_j)$ ระหว่างเอกสาร d_j และข้อคำถาม q นั้น จะคำนวณได้ตามสมการที่ 4

$$sim(q, d_j) = \frac{\sum_{i=1}^{t} w_{i,j} \times w_{i,q}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{t} w_{i,j}^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{t} w_{i,q}^2}} \quad (4)$$

เมื่อ $w_{i,j}$ คือค่าน้ำหนักของคำสำคัญ k_i ในเอกสาร d_j

$w_{i,q}$ คือค่าน้ำหนักของคำสำคัญ k_i ในข้อคำถาม q

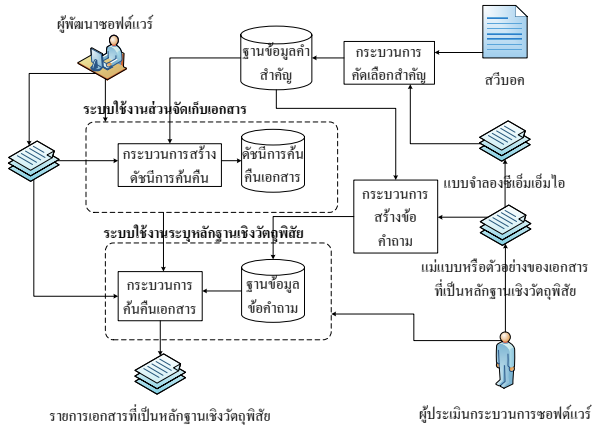
t คือจำนวนของคำสำคัญทั้งหมด

โดยผลลัพธ์ของการค้นคืนนั้นจะแสดงเป็นรายการของเอกสารที่สัมพันธ์กับข้อคำถามโดยเรียงลำดับจากเอกสารที่มีค่าความคล้ายกับข้อคำถามจากมากไปน้อย

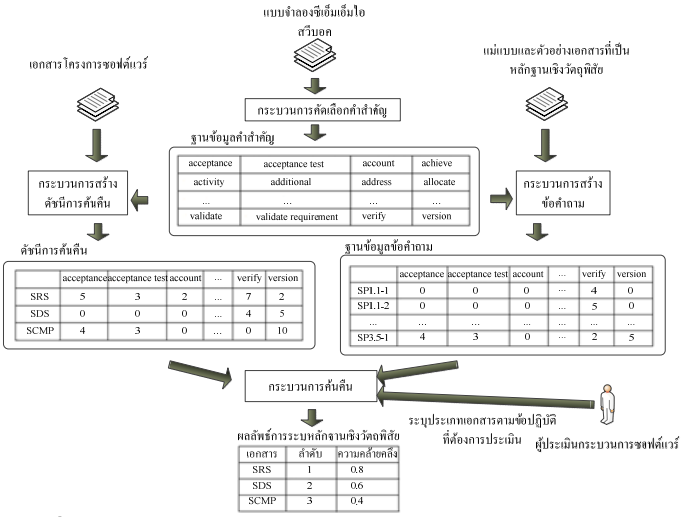
5. การระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการนำเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศมาใช้ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย ซึ่งระบบระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยจะประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังที่

แสดงในภาพที่ 1 และในภาพที่ 2 จะแสดงข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละส่วน



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์



acceptance	acceptance test	account	achieve
activity	additional	address	allocate
...	...	...	...
validate	validate requirement	verify	version

	acceptance	acceptance test	account	...	verify	version
SRS	5	3	2	...	7	2
SDS	0	0	0	...	4	5
SCMP	4	3	0	...	0	10

	acceptance	acceptance test	account	...	verify	version
SP1.1-1	0	0	0	...	4	0
SP1.1-2	0	0	0	...	5	0
...	...	...	...	...	...	...
SP3.5-1	4	3	0	...	2	5

เอกสาร	ลำดับ	ความคล้ายคลึง
SRS	1	0.8
SDS	2	0.6
SCMP	3	0.4

ภาพที่ 2: ข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ของแต่ละขั้นตอนในการระบุหลักฐานเชิงวัตุพิสัย

5.1 การคัดเลือกคำสำคัญสำหรับใช้ในการจำแนกหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

ในการที่จะสร้างระบบค้นคืนสารสนเทศที่มีความถูกต้องสูง คำสำคัญที่จะใช้ในการสร้างดัชนีการค้นคืนจะต้องมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทของเอกสารที่เกิดขึ้นในวงจรชีวิตซอฟต์แวร์ [8] ในงานวิจัยนี้จะคัดเลือกคำสำคัญจากข้อความในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอและคู่มือแนะนำองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์หรือสวีบอค [9] เนื่องจากเอกสารดังกล่าวข้างต้นเป็นเอกสารที่มีการอธิบายถึงองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์และมีการแบ่งเนื้อหาตามแต่ละกลุ่มกระบวนการอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้สามารถคัดเลือกกลุ่มคำสำคัญสำหรับใช้จำแนกประเภทของเอกสารตามกลุ่มกระบวนการได้อย่างเหมาะสม ในการคัดเลือกคำสำคัญจะทำได้โดยนำเอกสารดังกล่าวข้างต้นมาผ่านการประมวลผลเบื้องต้นตามกระบวนการดังต่อไปนี้ (1) วิเคราะห์แยกคำศัพท์ (2) กำจัดสต็อปเวิร์ด และ (3) ทำสเต็มมิ่ง ตามลำดับ

หลังจากทำการประมวลผลเบื้องต้น จะได้ชุดของคำทั้งหมดที่ปรากฏในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอและสวีบอค ซึ่งประกอบไปด้วยคำสำคัญจำนวนมากที่ไม่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังนั้นจึงต้องทำการคัดเลือกออกให้เหลือแต่เฉพาะคำที่มีความเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์เท่านั้น โดยคำที่ไม่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้นมักจะปรากฏในเอกสารเพียงน้อยครั้ง เพื่อที่จะให้ระบบสามารถทำการคัดเลือกคำสำคัญได้โดยอัตโนมัติ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไขการคัดเลือกคำสำคัญดังต่อไปนี้

- คำสำคัญอาจเป็นคำหรือกลุ่มคำได้ โดยในกรณีของกลุ่มคำจะต้องประกอบไปด้วยคำสำคัญไม่เกิน 2 คำ
- ความถี่ขั้นต่ำที่คำสำคัญปรากฏในเอกสารทั้งสองรวมกันไม่ต่ำกว่า 5 ครั้ง

5.2 การสร้างดัชนีการค้นคืนหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

เอกสารต่างๆ ที่เกิดขึ้นในวงจรชีวิตซอฟต์แวร์จะถูกนำมาสร้างดัชนีการค้นคืนหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยเพื่อนำไปใช้ในการค้นคืนในภายหลัง โดยผ่านกระบวนการต่อไปนี้ (1) การวิเคราะห์แยกคำศัพท์ (2) กำจัดสต็อปเวิร์ด (3) ทำสเต็มมิ่ง (4) คัดเลือกเฉพาะคำสำคัญที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.1 และ (5) ระบุความถี่ของการปรากฏของคำสำคัญในเอกสารตามลำดับ

5.3 การสร้างข้อคำถามสำหรับการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

ข้อคำถามสำหรับใช้ในการค้นคืนจะต้องประกอบไปด้วยชุดของคำสำคัญที่แสดงถึงลักษณะของเนื้อหาในเอกสารแต่ละประเภทที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย ซึ่งเป็นการยากที่ผู้ใช้งานจะรู้ได้ว่าควรใช้คำสำคัญใดบ้างในการค้นหาเอกสาร และความรู้ของผู้ใช้งานยังก่อให้เกิดความแตกต่างของผลการค้นคืนด้วย เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จะสร้างข้อคำถามสำหรับแต่ละประเภทเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอจากการวิเคราะห์คำสำคัญในเอกสารแม่แบบหรือตัวอย่างของเอกสารที่

ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานระบบนั้นสามารถทำการค้นหาหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยแต่ละประเภทได้โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงรายละเอียดของคำสำคัญที่ปรากฏอยู่ภายในเอกสารเหล่านั้น โดยจะนำแม่แบบหรือตัวอย่างเอกสารมาทำการประมวลผลเพื่อสร้างข้อคำถามได้โดยผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้ (1) วิเคราะห์แยกคำศัพท์ (2) กำจัดสต็อปเวิร์ด (3) ทำสเต็มมิ่ง (4) คัดเลือกเฉพาะคำสำคัญที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.1 (5) ระบุความถี่การปรากฏของคำสำคัญในเอกสาร และ (6) คำนวณค่าน้ำหนักของคำสำคัญในเอกสารด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ ตามลำดับ

เนื่องจากในแต่ละประเภทเอกสารนั้นอาจจะมีแม่แบบหรือตัวอย่างเอกสารได้มากกว่า 1 เอกสาร ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อคำถามมากกว่า 1 ข้อคำถามสำหรับแต่ละประเภทเอกสาร ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีของร็อคชิโอ [10] เพื่อลดให้เหลือเพียง 1 ข้อคำถามสำหรับแต่ละประเภทเอกสารเท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงข้อคำถามของแบบจำลองการค้นคืนปริภูมิเวกเตอร์ ซึ่งจะคำนวณได้ดังสมการที่ 5

$$\vec{q}_{opt} = \frac{1}{|D_r|}\sum_{\forall \vec{d}_j \in D_r}\vec{d}_j - \frac{1}{N-|D_r|}\sum_{\forall \vec{d}_j \notin D_r}\vec{d}_j \qquad (5)$$

เมื่อ $\vec{q}_{opt}$ คือข้อคำถามของประเภทเอกสารที่สนใจ

N คือจำนวนของแม่แบบและตัวอย่างเอกสารทั้งหมด

$\vec{d}_j$ คือข้อคำถามของแต่ละแม่แบบและตัวอย่างเอกสารที่เป็นประเภทเอกสารที่สนใจ

D_r คือชุดของแม่แบบและตัวอย่างเอกสารของประเภทเอกสารที่สนใจ

5.4 การระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยนั้น จะทำได้โดยการใช้แบบจำลองการค้นคืนปริภูมิเวกเตอร์ ในการคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างข้อคำถามของแต่ละประเภทของเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติที่ผู้ประเมินต้องการทำการประเมิน กับเอกสารต่างๆที่อยู่ในดัชนีการค้นคืนโดยเอกสารที่มีค่าความคล้ายกับข้อคำถามสูงจะเป็นเอกสารที่ถูกระบุเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอ

ในการใช้งานระบบการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยนั้น สมาชิกขององค์กรที่ต้องการประเมินความสามารถกระบวนการซอฟต์แวร์ จะทำการนำเข้าเอกสารต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโครงการซอฟต์แวร์เข้าสู่ระบบ และผู้ประเมินจะใช้งานระบบในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยได้โดยเลือกประเภทของเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติในกลุ่มกระบวนการที่ต้องการประเมิน แล้วระบบจะทำการค้นคืนเอกสารที่มีค่าความคล้ายสูงสุด 5 อันดับแรกเมื่อเทียบกับตัวอย่างของเอกสารประเภทนั้นกลับมาให้

6. การทดลองและการประเมินผล

การประเมินความถูกต้องในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยนั้น ได้ทำโดยการตรวจสอบชุดเอกสารของโครงการตัวอย่างซึ่งมีเป้าหมายในการสร้างระบบคลังเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แล้วทำการระบุว่ามีเอกสารใดที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของแต่ละข้อปฏิบัติในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอ บนกลุ่มกระบวนการพัฒนาความต้องการ ระดับความสามารถระดับที่ 1 และทำการเปรียบเทียบกับผลการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยด้วยเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งได้จากผลรวมของเอกสารทั้งหมดที่ได้จากการค้นคืนจากเอกสารทุกประเภทที่ถูกระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติที่สนใจ แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณมาตรวัดค่าความแม่นยำ ดังสมการที่ 6 และค่าความระลึกได้ ดังสมการที่ 7

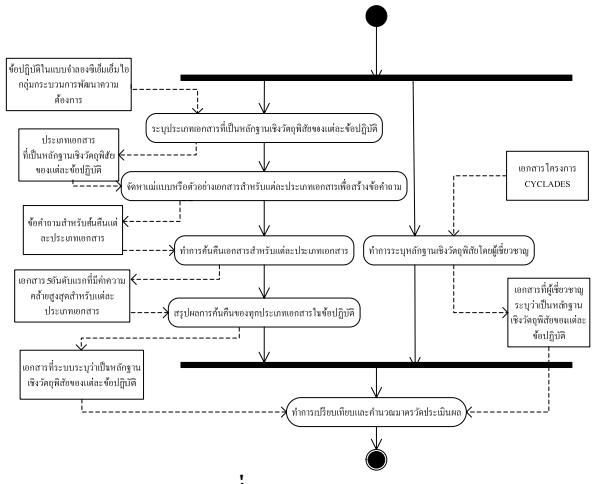
$$precision = \frac{R \cap A}{A} \qquad (6)$$

$$recall = \frac{R \cap A}{R} \qquad (7)$$

เมื่อ R แทนชุดเอกสารที่ผู้เชี่ยวชาญระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

A แทนชุดเอกสารที่ระบบระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

โดยภาพรวมการทดลองจะแสดงได้ด้วยแผนภาพกิจกรรมดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ภาพรวมการทดลอง

โดยในการประเมินผลจะทำการประเมินใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับของข้อปฏิบัติและกลุ่มกระบวนการ ดังแสดงรายละเอียดการทดลองในตารางที่ 2 และผลการทดลองในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 : สรุปรายละเอียดการทดลอง

รายละเอียดจำนวนเอกสารในการทดลอง	
จำนวนเอกสารของโครงการตัวอย่าง	32
จำนวนข้อปฏิบัติในแบบจำลองซีเอ็มเอ็มไอกลุ่มกระบวนการพัฒนาความต้องการ ระดับความสามารถที่ 1	10
จำนวนประเภทของเอกสาร	28
จำนวนตัวอย่างและแม่แบบเอกสารที่ใช้ในการสร้างข้อคำถาม	57
จำนวนเอกสารที่ผู้เชี่ยวชาญระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของกระบวนการพัฒนาความต้องการ ระดับความสามารถที่ 1	12
จำนวนเอกสารที่ระบบระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของกระบวนการพัฒนาความต้องการ ระดับความสามารถที่ 1	18

ตารางที่ 3 : ผลการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย

ระดับการประเมิน	**ชื่อ**	**R**	**A**	**R∩A**	**Precision**	**Recall**
ข้อปฏิบัติ	SP1.1	1	8	0	0.00	0.00
	SP1.2	2	8	1	0.13	0.50
	SP2.1	4	7	3	0.43	0.75
	SP2.2	4	8	3	0.38	0.75
	SP2.3	3	5	2	0.40	0.67
	SP3.1	5	13	5	0.38	1.00
	SP3.2	3	10	1	0.10	0.33
	SP3.3	3	7	0	0.00	0.00
	SP3.4	2	5	1	0.20	0.50
	SP3.5	3	7	0	0.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				**0.20**	**0.45**
กลุ่มกระบวนการ	RD	12	18	11	0.61	0.92

ซึ่งจากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในระดับของกลุ่มกระบวนการนั้น แนวทางที่นำเสนอจะช่วยลดจำนวนเอกสารที่ต้องทำการตรวจสอบได้ถึง 43.75% มีความแม่นยำ 61% และครอบคลุมหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยถึง 92% เมื่อเทียบกับการระบุโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้วิศวกรรมซอฟต์แวร์ในส่วนของความต้องการซอฟต์แวร์นั้นจะช่วยในการระบุเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของกลุ่มกระบวนการพัฒนาความต้องการได้

แต่อย่างไรก็ตาม ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในระดับของข้อปฏิบัติยังได้ผลลัพธ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉลี่ยแล้วการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในระดับของข้อปฏิบัติมีความแม่นยำเพียง 20% และครอบคลุมเพียง 45% ของหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยเมื่อเทียบกับการระบุโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจากการการวิเคราะห์ได้พบว่ามีปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุดังต่อไปนี้ (1) เอกสารบางประเภทที่มีความถี่การปรากฏของคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาความต้องการสูง แต่ไม่ใช่หลักฐานเชิงวัตถุพิสัย เช่น รายงานสรุปโครงการ แผนการประกันคุณภาพซอฟต์แวร์ จะมีค่าความคล้ายสูงกับหลายประเภทเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย และเนื่องจากแนวทางในงานวิจัยนี้ทำการค้นคืนเพียงเอกสารที่มีค่าความคล้ายสูงสุด 5 อันดับแรกเท่านั้น ทำให้มีเอกสารที่ถูกระบุได้จริงน้อยลง (2) เอกสารบางประเภทนั้นยากที่จะทำการระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยหรือไม่ เช่น รายงานการทบทวนซอฟต์แวร์ นั้นจะจัดเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย ก็ต่อเมื่อเป็นการทบทวนเอกสารความต้องการเท่านั้น (3) ในกรณีที่ไม่มีเอกสารบางประเภทในโครงการ แนวทางในปัจจุบันจะพยายามหาเอกสารที่ใกล้เคียงกับเอกสารประเภทนั้นมากที่สุด 5 อันดับแรกมาให้ แต่เนื่องจากเอกสารเหล่านั้นไม่ใช่ประเภทเอกสารที่ถูกต้อง จึงทำให้ความแม่นยำลดลง (4) ประเภทเอกสารที่ระบุไว้อาจยังมีความครอบคลุมไม่เพียงพอ และ (5) จำนวนของตัวอย่างและแม่แบบเอกสารที่นำมาใช้ในการสร้างข้อคำถามสำหรับแต่ละประเภทเอกสารยังมีจำนวนน้อยอยู่ จึงทำให้ข้อคำถามที่ได้อาจจะยังไม่ใช่ข้อคำถามที่แสดงถึงลักษณะการปรากฏของคำสำคัญในเอกสารประเภทนั้นได้ดีพอ

7. สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการนำเทคนิคการค้นคืนสารสนเทศมาใช้ในการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ โดยใช้แม่แบบหรือตัวอย่างเอกสารที่ผู้เชี่ยวชาญระบุว่าเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในการสร้างข้อคำถามเพื่อใช้ในการค้นคืนเอกสารที่เป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัย โดยจากการทดลอง ในระดับของกลุ่มกระบวนการ แนวทางนี้จะช่วยลดปริมาณเอกสารที่ต้องทำการตรวจสอบได้ 43.75% มีความแม่นยำ 61% และครอบคลุม 92% ของหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยทั้งหมด แต่ยังมีปัญหาในส่วนของการระบุว่าเอกสารแต่ละฉบับเป็นหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยของข้อปฏิบัติใด ซึ่งยังมีความแม่นยำเพียง 20% เท่านั้น

ในอนาคต ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเทคนิคการจำแนกประเภทเอกสารต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงผลการระบุหลักฐานเชิงวัตถุพิสัยในระดับของข้อปฏิบัติให้มีความแม่นยำสูงยิ่งขึ้น และทำการทดลองกับโครงการซอฟต์แวร์ที่มีจำนวนและความหลากหลายของเอกสารในกลุ่มกระบวนการที่สนใจมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ISO/IEC 12207:2008 IEEE Std 12207-2008;Systems and software engineering – Software life cycle, Jan. 31 2008.

[2] CMMI for Development, Version 1.3 Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2010.

[3] ISO/IEC 15504; Information technology – Process assessment – Parts 1-5 International Organization for Standardization, Switzerland.

[4] Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A. Version 1.3: Method Definition Document, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 2011.

[5] Ali, R.Z.R.M.; Ibrahim, S.; , "An application tool to support the implementation of integrated software process improvement for Malaysia's SME," *Software Engineering (MySEC), 2011 5th Malaysian Conference in*, pp.177-182, 13-14 Dec. 2011.

[6] Homchuenchom, D.; Piyabunditkul, C.; Lichter, H.; Anwar, T.; , "SPIALS: A light-weight Software Process Improvement self-assessment tool," *Software Engineering (MySEC), 2011 5th Malaysian Conference in*, pp.195-199, 13-14 Dec. 2011.

[7] Ramampiaro, H.; Cruzes, D.; Conradi, R.; Mendona, M.; , "Supporting evidence-based Software Engineering with collaborative information retrieval," *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom), 2010 6th International Conference* , pp.1-5, 9-12 Oct. 2010.

[8] Rodriguez, A.; Colomo, R.; Gomez, J.M.; Alor-Hernandez, G.; Posada-Gomez, R.; Juarez-Martinez, U.; Gayo, J.E.L.; Vidyasankar, K.; , "A Proposal for a Semantic Intelligent Document Repository Architecture," *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2009*. CERMA '09, pp.69-75, 22-25 Sept. 2009.

[9] Bourque, P.; Dupuis, R.; , "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge 2004 Version," *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, 2004.* SWEBOK , 2004.

[10] Ricardo A. Baeza-Yates and Berthier Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search 2nd edition*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, Feb. 2011.

[11] Lextek International. (2012, Aug. 26). *Onix Text Retrieval Toolkit, Stop Word List 1*. [Online]. Available: http://lextek.com/manauls/onix/stopwords1.html

[12] Raman, Shivangi; Vijay Kumar Chaurasiya; Venkatesan, S.; , "Performance comparison of various information retrieval models used in search engines," *Communication, Information & Computing Technology (ICCICT), 2012 International Conference on*, pp.1-4, 19-20 Oct. 2012.

[13] The Apache Software Foundation. (2013, Jan 28). *Apache Lucene–Overview*. [Online]. Available: http://lucene.apache.org/

การปรับปรุงการค้นคืนเอกสารมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการแก้ไขข้อคำถามและการขยายข้อคำถามโดยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์

An Improvement of Software Engineering Standard Retrieval using Query Correction and Expansion Method based on Vector Space Model

วรวัฒน์ เธียระวิบูลย์ (Worawat Tiarawibul)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล (Nakorntrip Phompul)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]Warrawat.T@Student.chula.ac.th, [2] Nakornthip.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ผู้ใช้งานจำเป็นต้องศึกษาและอ้างอิงเอกสารมาตรฐานทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีคุณภาพ การค้นคืนเพื่อให้ได้เอกสารมาตรฐานที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้จึงเป็นสิ่งจำเป็น การค้นคืนเอกสารมาตรฐานที่รวบรวมไว้ของไอทริปเปิลอีนั้น ได้มีระบบค้นคืนคือระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการค้นคืนเอกสารมาตรฐานได้จากทั้งหมายเลขเอกสารหรือคำค้น แต่ในการค้นคืนนั้น หากเป็นผู้ใช้งานทั่วไปที่มีความรู้ในคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานไม่มากนัก จะมีความยากในการใช้งาน เช่น สะกดคำศัพท์นั้นไม่ถูกต้อง หรือ ต้องการใช้ตัวอักษรย่อเป็นข้อคำถาม เป็นต้น ในการงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการปรับปรุงกระบวนการค้นคืนโดยเน้นการปรับปรุงข้อคำถามด้วยวิธีการแก้ไขข้อคำถามให้สะกดถูกต้องและการขยายข้อคำถามจากอภิธานศัพท์ของไอทริปเปิลอีด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ด้วยแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ เพื่อทำให้การค้นคืนโดยผู้ใช้ทั่วไปนั้นสามารถค้นคืนเอกสารมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้ตรงตามความต้องการมากขึ้น จากการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นให้ผลการค้นคืนทั้งค่าระลึกและค่าความแม่นยำดีกว่า ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการค้นคืนเอกสารมาตรฐานด้านอื่นๆ ได้เช่นกัน

คำสำคัญ: การค้นคืนสารสนเทศ ระบบค้นคืนสารสนเทศ มาตรฐานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ การขยายข้อคำถาม

Abstract

In software engineering task, user needs to study and refer to several software engineering standards in order to support quality software development. The retrieval of the standard document that is relevant to the user need is necessary. An IEEE organization provides its own search engine named "IEEE Explore" which can be used to search for IEEE standards collection. Users may search for standard document by using document standard number or keywords. However, for normal users who are not familiar with software engineering terminology, there are some difficulties such as keyword misspelling or searching by acronym. In this paper, we propose an improvement of the retrieval process by correcting misspelled keywords and expanding query using related keywords from IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology based on vector space model. An experimental result shows that the proposed method help improve precision and recall. Our proposed method may be applied to improve the retrieval process for other standards as well.

Keyword: Information Retrieval, Information Retrieval System, Software Engineering Standard, Vector Space Model, Query Expansion

1. บทนำ

ในปัจจุบันนั้น มีองค์กรพัฒนาซอฟต์แวร์หลายๆ องค์กรที่มีความต้องการพัฒนาตนเองให้มีกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่

มีคุณภาพเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งคุณภาพที่จะได้มานั้น สามารถพิจารณาได้จากกระบวนการการผลิตซอฟต์แวร์ว่าสอดคล้องกับมาตรฐานหรือแบบจำลองที่ได้นำมาใช้หรือไม่ และจากผลการสำรวจของงานวิจัย [1] พบว่าองค์กรที่นำเอาแบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถบูรณาการหรือซีเอ็มเอ็มไอ (Capability Maturity Model Integration) ไปใช้เพื่อให้องค์กรตนเองมีวุฒิภาวะ โดยมีองค์กรที่นำไปใช้อยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในทวีปเอเชียซึ่งมีถึง 1,901 องค์กร

แต่อย่างไรก็ดี ในการพิจารณาถึงคุณภาพนั้น สิ่งที่นำมาใช้ในการพิจารณาไม่ได้มีเพียงซีเอ็มเอ็มไอ ยังมีมาตรฐานของสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หรือไอทริปเปิลอี (Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE) อีก ซึ่งได้จำแนกมาตรฐานออกเป็นองค์ความรู้ทางด้านต่างๆ รวมถึงองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วย ทำให้ในบางครั้ง ผู้บริหารขององค์กรที่พัฒนาซอฟต์แวร์ต้องการทราบรายละเอียดในเรื่องที่องค์กรกำลังจะดำเนินการสร้างมาตรฐานให้องค์กรเพื่อวางแผน ประเมินความเสี่ยง หรือกำหนดขอบเขต หรือมีผู้ที่ต้องการนำเอามาตรฐานมาศึกษา ซึ่งจากการที่มาตรฐานนั้นมีอยู่หลายด้านทำให้ในบางครั้งการที่ผู้บริหารทำการค้นหาเอกสารมาตรฐานเหล่านั้นเพื่อมาใช้ให้ตรงกับความต้องการเฉพาะด้านอาจทำได้ยากและอาจไม่ครบถ้วน

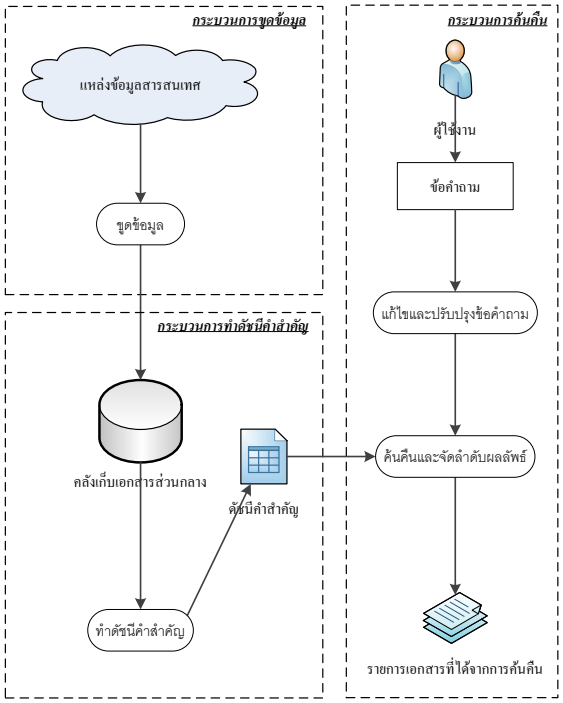
ในการค้นคืนเอกสารมาตรฐานเหล่านี้นั้น ก็ได้มีระบบค้นคืนของไอทริปเปิลอี ชื่อว่าไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ (IEEE Xplore) แต่ระบบนี้มีข้อจำกัดสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่มีความชำนาญในการเลือกใช้คำสำหรับเป็นข้อคำถามเพื่อค้นคืนทำให้ไม่สามารถค้นคืนแล้วได้ผลลัพธ์ดังที่ต้องการ เพราะในการค้นคืนนั้น คำที่เป็นข้อคำถามจำเป็นต้องสะกดถูกต้อง และไม่สามารถใช้ข้อคำถามที่เป็นคำแบบตัวอักษรย่อได้ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการปรับปรุงข้อคำถามโดยใช้วิธีการแก้ไขข้อคำถามและขยายข้อคำถามเพื่อแก้ไขข้อจำกัดในการค้นคืนดังที่กล่าวไป โดยมีการประเมินผลที่ได้เปรียบเทียบกับระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์

โดยในบทความวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 6 ส่วน โดยส่วนแรกนั้นจะเป็นบทนำดังข้างต้นที่กล่าวมา ส่วนที่ 2 คือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 คืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 4 คือแนวคิดและวิธีวิจัย ส่วนที่ 5 คือการทดลองและการประเมินผล และส่วนที่ 6 คือสรุปงานวิจัย

2. องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 การค้นคืนสารสนเทศ

การค้นคืนสารสนเทศ [2] เป็นศาสตร์ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเรื่องของการเอื้ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วย การจัดเก็บ (Storage) การจัดการ (Organization) การเข้าถึง (Access) และการแสดงผล (Representation) ของข้อมูลสารสนเทศ (Information Items)



ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมของระบบค้นคืนสารสนเทศ

จากภาพที่ 1 นั้น แสดงถึงสถาปัตยกรรมโดยทั่วไปของระบบค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval System) ซึ่งมีแนวคิดการทำงานเป็นขั้นตอน โดยที่ขั้นแรกนั้นจะเป็นการรวบรวมเอกสารเป็นชุดของเอกสารซึ่งจะใช้ตัวขุดข้อมูล (Crawler) ไปทำการขุดข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศตามเว็บไซต์มา ขั้นที่สองจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลไปยังคลังส่วนกลาง (Central Repository) ซึ่งในการจัดเก็บนั้นจะมีการจัดทำดัชนีคำสำคัญ (Index) เก็บในรูปไฟล์ดัชนีคำสำคัญ

(Inverted Index File) โดยมีลักษณะเป็นคำสำคัญที่สามารถทำการชี้ไปยังเอกสารที่มีคำสำคัญนี้ได้ เพื่อความรวดเร็วในการค้นคืน และในการค้นคืนเอกสารจากระบบนั้น ผู้ใช้งานป้อน ข้อคำถาม (Query) จากนั้นนำข้อคำถามที่ได้รับมาประมวลผลเพื่อค้นคืน

2.2 แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์

แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Space Model) [3] เป็นแบบจำลองสำหรับการเปรียบเทียบคำเพื่อหาค่าความคล้าย (Similarity) ซึ่งนำมาใช้ในการค้นคืนเอกสารได้ โดยทำการเปรียบเทียบคำสำคัญที่มีอยู่กับข้อคำถามซึ่งเอกสาร d_j และ ข้อคำถาม q นั้นถูกแสดงในลักษณะของเวกเตอร์

$$\overrightarrow{d_j} = (w_{1,j}, w_{2,j}, \dots, w_{t,j})$$
$$\overrightarrow{q} = (w_{1,q}, w_{2,q}, \dots, w_{t,q})$$

ซึ่ง $w_{i,j}$ คือค่าน้ำหนักของคำที่ k_i ในเอกสาร d_j โดยที่สามารถคำนวณค่าน้ำหนักได้จากสมการที่ 1

$$w_{i,j} = \begin{cases} \left(1 + log f_{i,j}\right) \times \log \frac{N}{n_i}, & \text{if } f_{i,j} > 0 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

โดยที่ $f_{i,j}$ คือค่าความถี่ของคำที่ k_i ในเอกสาร d_j และ $w_{i,q}$ คือค่าน้ำหนักของคำที่ k_i ในข้อคำถาม q โดยที่สามารถคำนวณค่าน้ำหนักได้จากสมการที่ 2

$$w_{i,q} = \begin{cases} \left(1 + log f_{i,q}\right) \times \log \frac{N}{n_i}, & \text{if } f_{i,q} > 0 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

โดยที่ N คือจำนวนเอกสารทั้งหมด และ n_i คือจำนวนเอกสารที่มีคำที่ k_i ปรากฏอยู่

สำหรับสมการซึ่งใช้คำนวณค่าความคล้ายนั้น จะนำน้ำหนักของคำซึ่งคำนวณได้ตามสมการที่ 1 และสมการที่ 2 มาคำนวณโดยเป็นตามสมการที่ 3

$$sim(d_j, q) = \frac{\sum_{i=1}^{t} w_{i,j} \times w_{i,q}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{t} {w_{i,j}}^2} \times \sqrt{\sum_{j=1}^{t} {w_{i,q}}^2}} \quad (3)$$

โดยที่ $sim(d_j, q)$ คือค่าความคล้ายของเอกสาร d_j กับข้อคำถาม q

2.3 ระยะทางการแก้ไขเลเวนช์ทีน

ระยะทางการแก้ไขเลเวนช์ทีน(Levenshtein Edit Distance) เป็นวิธีการวัดหาค่าความแตกต่างระหว่างสายอักขระ (String) 2 สาย ซึ่งในการหาค่าความแตกต่างระหว่างสายอักขระ 2 สายนี้จะวัดจากจำนวนครั้งของการตัดออก การแทรก และการแทนที่ของตัวอักษรในสายอักขระโดยกระทำจนสายอักขระทั้ง 2 สายมีความเหมือนกันทุกประการ

2.4 เอกสารพจนานุกรมคำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์

เอกสารพจนานุกรมคำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ (IEEE Std 610 - IEEE Standard Computer Dictionary) [4] เป็นเอกสารที่ได้รวบรวมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ไว้ โดยที่แต่ละคำศัพท์ที่ได้บัญญัติไว้ในเอกสารพจนานุกรมคำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์นี้ นอกจากจะระบุความหมายของคำศัพท์นั้นแล้ว ยังระบุคำที่เกี่ยวข้อง คำที่มีความหมายพ้อง คำที่ควรใช้ ซึ่งมีสัญลักษณ์ดังนี้

1) Contrast with หมายถึงคำที่ตรงกันข้ามกันหรือมีความแตกต่างเชิงความหมายกันอย่างมาก
2) Syn หมายถึงคำศัพท์ที่มีความหมายเหมือนกัน
3) See also หมายถึงคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกัน
4) See หมายถึงคำที่ควรใช้มากกว่า
5) Acronym for หมายถึงคำเต็มของคำศัพท์

ซึ่งเอกสารพจนานุกรมคำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์นี้ ได้ถูกแบ่งออกเป็นตามสาขาต่างๆ 6 สาขา และหนึ่งในนั้นเป็นสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มีรหัส คือ IEEE Std 610.12 ซึ่งเป็นอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

โดยงานวิจัยนี้จะใช้การกำหนดน้ำหนักให้คำในดัชนีคำสำคัญและการคำนวณค่าความคล้ายตามแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ตามสมการที่ 3 ส่วนระยะทางการแก้ไขเลเวนช์ทีนนั้นจะใช้เพื่อหาความต่างของคำในข้อคำถามและคำในดัชนีคำสำคัญสำหรับทำการแก้ไขคำผิดและอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้นจะใช้เพื่อทำการขยายข้อคำถาม

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การประยุกต์การสร้างศัพท์ควบคุมสำหรับระบบแข่งขันอย่างชาญฉลาด

ในงานวิจัยการประยุกต์การสร้างศัพท์ควบคุมสำหรับระบบแข่งขันอย่างชาญฉลาด [5] นี้ ได้นำเสนอวิธีการปรับปรุงการค้นคืนเอกสารด้วยวิธีการสร้างศัพท์ควบคุม (Controlled Vocabulary) ซึ่งเป็นลักษณะของคำและความสัมพันธ์ของคำบนระบบการแข่งขันอย่างชาญฉลาดหรือซีไอเอส (Competitive Intelligence System: CIS) ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยในการให้ข้อมูลสำหรับการแข่งขันในการตลาด โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะใช้ช่วยในการตัดสินใจเพื่อดำเนินการทางธุรกิจ

โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับบทความจำนวนประมาณ 4,000 บทความที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบการค้นคืนจากระบบที่ไม่มีการทำศัพท์ควบคุมและการค้นคืนที่ระบบมีการทำศัพท์ควบคุม และได้จำแนกอันดับความสัมพันธ์ของคำกับความต้องการในการค้นคืนเอาไว้ 4 อันดับ โดยจากการทดลองสรุปได้ว่าวิธีการที่นำเอาการสร้างศัพท์ควบคุมในระบบซีไอเอสนี้ ให้ผลที่แตกต่างกับการค้นคืนแบบที่ไม่มีการสร้างศัพท์ควบคุมโดยในผลการทดลองอันดับ 1 และอันดับ 2 นั้น ประสิทธิภาพการค้นคืนจากการค้นคืนแบบมีการสร้างศัพท์ควบคุมมากกว่าการค้นคืนแบบที่ไม่มีการสร้างศัพท์ควบคุม ส่วนอันดับ 3 และอันดับ 4 ให้ค่าประสิทธิภาพที่น้อยกว่า ส่วนค่าความแม่นยำนั้น การค้นคืนแบบที่มีการสร้างศัพท์ควบคุมให้ผลลัพธ์ค่าความแม่นยำมากกว่าการค้นคืนแบบที่ไม่มีการสร้างศัพท์ควบคุม

3.2 งานวิจัยระบบค้นคืนเชิงความหมายสำหรับองค์ความรู้ทางเรื่องรถไฟความเร็วสูงโดยใช้ออนโทโลยี

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบค้นคืนสารสนเทศเชิงความหมายสำหรับองค์ความรู้ทางเรื่องรถไฟความเร็วสูงโดยใช้ออนโทโลยี [6] ซึ่งมีการเติบโตในการพัฒนารถไฟความเร็วสูงมากทำให้มีองค์ความรู้เกี่ยวกับทางด้านรถไฟความเร็วสูงเพิ่มมากขึ้น เช่น ข้อมูลสารสนเทศ เอกสาร ผลงานวิจัย รวมถึงสื่อรูปแบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในเรื่องรถไฟความเร็วสูง เป็นต้น ซึ่งในเครื่องมือทั่วไปนั้นยังให้ข้อมูลที่ไม่จำเป็นหรือข้อมูลที่ได้รับมานั้นสามารถนำไปใช้ได้ไม่มาก งานวิจัยนี้ได้เสนอระบบค้นคืนที่ผนวกรวมเอาเรื่องออนโทโลยี (Ontology) เข้ามาสำหรับช่วยในการค้นคืนสารสนเทศให้ได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น โดยที่ระบบที่พัฒนานี้ได้แบ่งส่วนประกอบของระบบออกเป็น 4 ส่วนคือ 1) ส่วนสร้างออนโทโลยี 2) ส่วนประมวลผล 3) ส่วนค้นคืนแบบเชิงความหมาย และ 4) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ และเป้าหมายของงานวิจัยนี้คือเพื่อเพิ่มค่าระลึกและค่าความแม่นยำให้สูงขึ้น

โดยผลการทดลองที่ได้พัฒนาระบบค้นคืนสารสนเทศโดยผนวกเรื่องออนโทโลยีเข้ามาช่วยในการค้นคืน ซึ่งทางผู้วิจัยของงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการสรุปว่าค่าระลึกและค่าความแม่นยำได้ให้ผลที่ดีขึ้น

3.3 เท็กซ์เพรสโซ: ระบบค้นคืนและแยกส่วนสารสนเทศสำหรับบทความวิชาการทางด้านชีววิทยา

ในงานวิจัยนี้นำเสนอระบบค้นคืนและแยกส่วนสารสนเทศสำหรับบทความวิชาการทางชีววิทยาโดยใช้วิธีการออนโทโลยี [7] ซึ่งระบบในงานวิจัยนี้ปัจจุบันยังอยู่บนขอบเขตของบทความวิชาการที่เกี่ยวกับหนอนพยาธิ Caenorhabditis elegans ซึ่งประกอบด้วยบทความจำนวน 3,800 บทความ และบทคัดย่อ 16,000 บทความ

โดยที่ระบบนี้จะมีประเด็นสำคัญ 2 ส่วนคือ การแยกส่วนข้อมูลและการทำออนโทโลยี ซึ่งในการแยกส่วนนั้นจะทำการแบ่งเอกสารให้เป็นประโยค และแต่ละประโยคก็แบ่งเป็นคำ ในแต่ละคำก็จะทำการกำหนดป้ายชื่อด้วยป้ายกำกับเอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language: XML) โดยแต่ละป้ายชื่อก็จะถูกกำหนดในลักษณะเป็นกลุ่มโดยแบ่งเป็น 33 กลุ่มตามออนโทโลยี

งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินโดยใช้ตัววัดประสิทธิภาพการค้นคืนคือค่าระลึกและค่าความแม่นยำ และได้ทำการเปรียบเทียบกันระหว่างการค้นคืนด้วยคำสำคัญจากทั้งเอกสารกับเฉพาะบทคัดย่อ พบว่าสำหรับค่าระลึกนั้นได้ผลที่ดีกว่าในการค้นคืนด้วยคำสำคัญจากทั้งเอกสารถึง 94.7% แต่ถ้าค้นคืนจากคำสำคัญของเฉพาะบทคัดย่อนั้น ได้ค่าระลึกเพียง 44.6% สำหรับค่าความแม่นยำของคำสำคัญจากทั้งเอกสารและเฉพาะบทคัดย่อนั้น มีค่าที่ไม่สูงนักโดยมีค่าเพียง 52.3% และ 30.4% ตามลำดับ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมานั้นสามารถนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ที่นำเสนอ สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

งานวิจัย	งานวิจัย [5]	งานวิจัย [6]	งานวิจัย [7]	งานวิจัยที่นำเสนอ
ขอบเขต	บทความที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรมยานยนต์	บทความเกี่ยวกับรถไฟความเร็วสูง	บทความเกี่ยวกับชีววิทยาและการแพทย์	เอกสารมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์
วิธีการที่ใช้	การสร้างศัพท์ควบคุม	การค้นหาเชิงความหมายโดยใช้ออนโทโลยี	การแยกประโยคและกำกับด้วยเอ็กซ์เอ็มแอล	การแก้ไขคำผิดและการขยายข้อคำถาม
การหาค่าความคล้าย	ไม่ได้ระบุ	การหาค่าความคล้ายเชิงความหมายแบบ Node-based และ edge-based	ไม่ได้ระบุ	การหาค่าความคล้ายแบบปริภูมิเวกเตอร์

4. แนวคิดและวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการปรับปรุงการค้นคืนเอกสารมาตรฐานโดยการปรับปรุงข้อคำถามโดยมีภาพรวมเป็นดังภาพที่ 2 ซึ่งวิธีการดำเนินการนั้น ได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักๆ 3 ขั้นตอนดังนี้

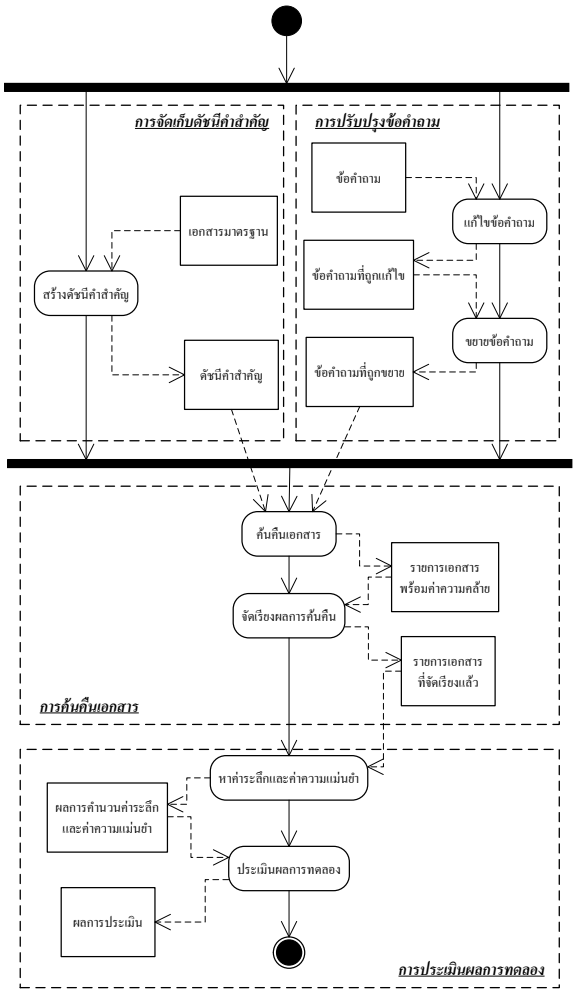
4.1 ขั้นตอนการจัดเก็บดัชนีคำสำคัญของเอกสารมาตรฐาน

ในขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและจัดเก็บดัชนีของคำสำคัญของเอกสารมาตรฐาน ซึ่งผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้จะได้เป็นรายการดัชนีคำสำคัญในเอกสารมาตรฐาน โดยที่ลักษณะรายการดัชนีคำสำคัญ จะมีลักษณะเป็นตารางที่มีคำสำคัญและค่าน้ำหนักของคำ ซึ่งคำนวณได้ตามสมการที่ 1

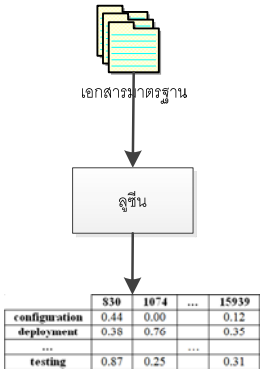
การสร้างดัชนีคำสำคัญนั้นสามารถสร้างขึ้นด้วยเครื่องมือช่วยสร้างดัชนีคำสำคัญชื่อ ลูซีน (Lucene) [8][9] ซึ่งมีส่วนที่เป็นไลบรารีสำหรับภาษาต่างๆ เช่น ภาษาจาวา ภาษาดอทเน็ท เป็นต้น โดยสามารถเรียกนำไปใช้ในการสร้างดัชนีคำสำคัญได้โดยง่าย โดยที่กระบวนการนี้เป็นดังภาพที่ 3

4.2 ขั้นตอนการค้นคืนเอกสารมาตรฐาน

ในขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อค้นคืนรายการเอกสารมาตรฐานให้แก่ผู้ใช้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากในขั้นตอนนี้คือรายการของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามนั้นๆ ซึ่งแบ่งเป็นกระบวนการย่อยได้ 2 ขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 2: ภาพรวมของวิธีดำเนินการ



ภาพที่ 3: กระบวนการสร้างดัชนีคำสำคัญ

4.2.1 กระบวนการปรับปรุงข้อคำถาม ซึ่งจะทำการรับข้อคำถามจากผู้ใช้ โดยมีการนำข้อคำถามที่รับมา มาทำการเปรียบเทียบกับคำที่อยู่ในอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยเพื่อเป็นการแนะนำข้อคำถามให้กับผู้ใช้และช่วยแก้ไขคำผิดด้วย ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้น อาศัยระยะทาง

การแก้ไขเลเวนช์ทีนในการวัดความใกล้เคียงกันของคำ เมื่อมีการแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้องแล้ว จากนั้นจะทำการเพิ่มข้อคำถาม โดยจากลักษณะของอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่คำที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะ Syn, See See also และ Acronym for นั้น จะทำการเพิ่มคำลงไปในข้อคำถามเพิ่มเติม

4.2.2 กระบวนการค้นคืน โดยที่จะนำเอาข้อคำถามที่ได้รับการปรับปรุงนั้นไปทำการค้นคืนซึ่งอาศัยการคำนวณค่าความคล้ายตามสมการที่ 3 และนำผลการค้นค้นที่ได้มานั้น ไปแสดงยังส่วนต่อประสานแก่ผู้ใช้งาน โดยเรียงลำดับเอกสารตามค่าความคล้ายจากมากไปน้อย

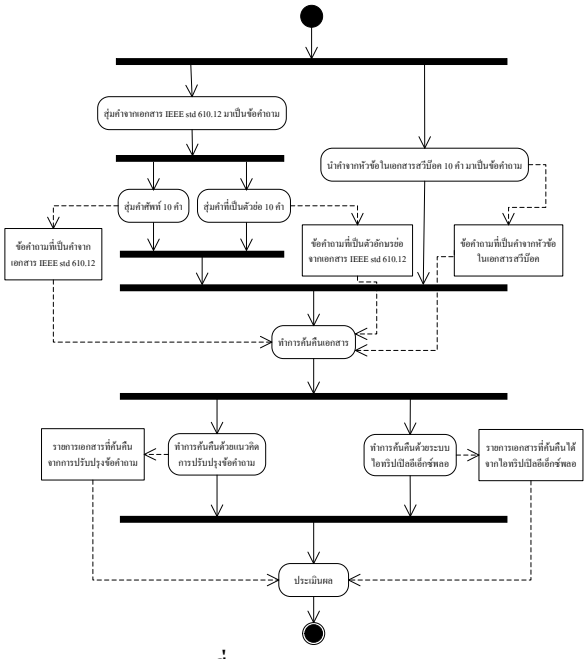
4.3 ขั้นตอนการประเมินผล

ขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการค้นคืนด้วยการปรับปรุงข้อคำถามด้วยวิธีการแก้ไขข้อคำถามและขยายข้อคำถามกับผลการค้นคืนเอกสารที่ได้จากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ โดยใช้คำที่เป็นข้อคำถามชุดเดียวกันเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าการแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้องและการขยายข้อคำถาม มีผลทำให้การค้นคืนได้เอกสารที่มีความถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น

5. การทดลองและประเมินผล

5.1 การทดลอง

ทางผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารมาตรฐานที่ใช้นำมาทดลองโดยทำการดาวน์โหลดมาจากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ ซึ่งใช้คำสำคัญสำหรับการดาวน์โหลดมาจากหัวข้อที่แบ่งตามความรู้ทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามเอกสารสวีบ็อค (SWEBOK) [10] เช่น ความต้องการซอฟต์แวร์ การออกแบบซอฟต์แวร์ การทดสอบซอฟต์แวร์ เป็นต้น โดยมีการกำหนดเอกสารสำหรับใช้ในการค้นคืนจำนวน 30 เอกสารและกำหนดข้อคำถามที่ใช้ในการค้นคืนซึ่งได้มาจากคำที่อยู่ในอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์และคำตามหัวข้อที่แบ่งตามความรู้ทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามเอกสารสวีบ็อค โดยทำการสุ่มคำจากอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาจำนวน 10 คำ คำที่เป็นตัวอักษรย่อจำนวน 10 คำ และคำที่เป็นหัวข้อที่แบ่งตามความรู้ทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ตามเอกสารสวีบ็อค จำนวน 10 คำ แล้วนำข้อคำถามนี้ ไปทำการค้นคืนจากระบบที่ใช้แนวคิดการปรับปรุงข้อคำถามที่ได้นำเสนอและค้นคืนจากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ ซึ่งมีกระบวนการทดลองดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: กระบวนการทดลอง

5.2 การประเมินผล

สำหรับการประเมินผลนั้น ใช้ตัววัดค่าระลึก (Recall) ซึ่งเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนโดยเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใดเมื่อเทียบกับเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ และค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นการวัดว่ามีเอกสารที่ได้จากการค้นคืนโดยเป็นเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญเท่าใด เมื่อเทียบกับเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด สำหรับค่าระลึกนั้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4 และสำหรับค่าความแม่นยำนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$Recall = \frac{|R \cap A|}{|R|} \quad (4)$$

$$Precision = \frac{|R \cap A|}{|A|} \quad (5)$$

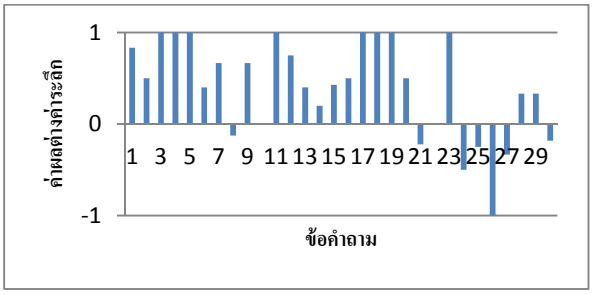
โดยที่ R คือจำนวนเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อคำถามซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ และ A คือจำนวนเอกสารที่ได้จาก

การค้นคืน ซึ่งได้ผลการทดลองและการคำนวณประสิทธิผลเป็นดังตารางที่ 3

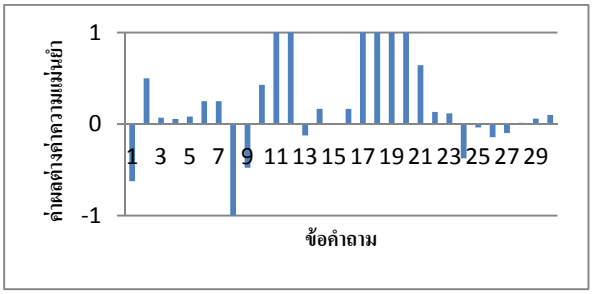
ตารางที่ 3: ผลการคำนวณค่าระลึกและค่าความแม่นยำ

ข้อคำถาม	วิธีการที่นำเสนอ		IEEExplore	
	ค่าระลึก	ค่าความแม่นยำ	ค่าระลึก	ค่าความแม่นยำ
1.prototype	1.00	0.38	0.17	1.00
2.design requirement	0.50	0.50	0.00	0.00
3.procedural language	1.00	0.07	0.00	0.00
4.configuration diagram	1.00	0.06	0.00	0.00
5.implementation phase	1.00	0.08	0.00	0.00
6.functional testing	0.40	0.25	0.00	0.00
7.configuration audit	0.67	0.25	0.00	0.00
8.architectural design	0.00	0.00	0.13	1.00
9.system design review	0.73	0.52	0.07	1.00
10.software development plan	0.40	1.00	0.40	0.57
11.CPCI	1.00	1.00	0.00	0.00
12.PDL	0.75	1.00	0.00	0.00
13.SDD	1.00	0.63	0.60	0.75
14.CM	0.40	0.50	0.20	0.33
15.SRS	0.86	0.75	0.43	0.75
16.CCB	1.00	0.67	0.50	0.50
17.SRR	1.00	1.00	0.00	0.00
18.MTBF	1.00	1.00	0.00	0.00
19.DFD	1.00	1.00	0.00	0.00
20.QC	0.50	1.00	0.00	0.00
21.Software Requirements	0.33	1.00	0.56	0.36
22.Software Design	0.50	0.80	0.50	0.67
23.Software Construction	1.00	0.12	0.00	0.00
24.Software Testing	0.50	0.13	1.00	0.50
25.Software Maintenance	0.25	0.25	0.50	0.29
26.Software Configuration Management	0.00	0.00	1.00	0.14
27.Software Engineering Management	0.67	0.10	1.00	0.20
28.Software Engineering Process	1.00	0.30	0.70	0.30
29.Software Engineering Tools and Methods	0.33	0.10	0.00	0.00
30.Software Quality	0.27	0.60	0.50	0.50
ค่าเฉลี่ยของคำที่สุ่ม (1-10)	**0.67**	**0.31**	**0.08**	**0.36**
ค่าเฉลี่ยของคำที่เป็นตัวอักษรย่อ (11-20)	**0.85**	**0.85**	**0.17**	**0.23**
ค่าเฉลี่ยของคำตามหัวข้อความรู้ในเอกสารสวีบ็อค (21-30)	**0.49**	**0.34**	**0.57**	**0.30**
ค่าเฉลี่ยรวม (1-30)	**0.67**	**0.50**	**0.27**	**0.30**

ในการวิเคราะห์ผลนั้น ได้นำเอาค่าระลึกและค่าความแม่นยำจากตารางมาทำการหาผลต่างเป็นกราฟฮิสโทแกรม ได้ผลตามภาพที่ 5 โดยที่แกนตั้งคือค่าผลต่างของค่าระลึกของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอลบกับค่าระลึกของการค้นคืนด้วยระบบ ไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ แกนนอนคือข้อคำถามแต่ละข้อคำถาม และในภาพที่ 6 นั้นแกนตั้งเป็นค่าผลต่างของค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอลบกับค่าความแม่นยำของการค้นคืนด้วยระบบไอทริปเปิลอี แกนนอนคือข้อคำถามแต่ละข้อคำถาม



ภาพที่ 5: ผลต่างของค่าระลึกของการค้นคืนซึ่งปรับปรุงข้อคำถามตามวิธีที่นำเสนอกับระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์



ภาพที่ 6: ผลต่างของค่าความแม่นยำของการค้นคืนซึ่งปรับปรุง ข้อคำถามตามวิธีที่นำเสนอกับระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์

ซึ่งเห็นได้ว่าในส่วนค่าระลึกนั้น การค้นคืนที่ใช้วิธีการปรับปรุงข้อคำถามตามที่ได้นำเสนอไปมีจำนวนข้อคำถามที่ได้ค่าระลึกมากกว่าการค้นคืนจากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์อยู่จำนวน 21 ข้อคำถาม คิดเป็น 70% มีค่าเท่ากันจำนวน 2 ข้อคำถาม คิดเป็น 6.67% และมีค่าน้อยกว่าจำนวน 7 ข้อคำถาม คิดเป็น 23.33% โดยค่าระลึกที่ได้จากการค้นคืนด้วยแนวคิดการปรับปรุงข้อคำถามได้ผลที่ดีกว่า เป็นเพราะว่าการขยายข้อคำถามเป็นการเพิ่มขนาดของข้อคำถามทำให้มีจำนวนคำสำหรับนำไปใช้ในการค้นคืนได้เอกสารมีมากขึ้น การค้นคืนนี้จึงได้ค่าระลึกที่สูงกว่า และในส่วนค่าความแม่นยำนั้น การค้นคืนที่ใช้วิธีการปรับปรุงข้อคำถามตามที่ได้นำเสนอไปมีจำนวน

ข้อคำถามที่ได้ค่าความแม่นยำมากกว่าการค้นคืนจากระบบไอ-ทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์อยู่จำนวน 21 ข้อคำถาม คิดเป็น 70% มีค่าเท่ากันจำนวน 1 ข้อคำถาม คิดเป็น 3.33% และมีค่าน้อยกว่าจำนวน 8 ข้อคำถาม คิดเป็น 26.67% โดยส่วนมากค่าความแม่นยำที่ได้สูงนั้นจะเป็นส่วนของข้อคำถามที่เป็นตัวอักษรย่อ เพราะในการขยายข้อคำถามนั้นมีการขยายคำในส่วนของ Acronym for ตามอภิธานศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วย ทำให้ข้อคำถามที่เป็นตัวอักษรย่อถูกเพิ่มคำเต็มของตัวอักษรย่อนั้นไปด้วย ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 3 ในส่วนของค่าเฉลี่ยของคำที่เป็นตัวอักษรย่อ

และจากตารางที่ 3 นั้น จะเห็นได้ว่าการค้นคืนด้วยวิธีการที่นำเสนอนั้นให้ประสิทธิผลที่ดีกว่าการค้นคืนจากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ ซึ่งเห็นได้จากค่าเฉลี่ยรวมที่สูงกว่าทั้งค่าระลึกและค่าความแม่น

6. สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงวิธีการค้นคืนสารสนเทศโดยเน้นปรับปรุงตัวข้อคำถามบนเนื้อหาของเอกสารที่เป็นมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการแก้ไขข้อคำถามและขยายข้อคำถาม เพื่อช่วยให้ผู้ที่ต้องการทำการค้นคืนเอกสารมาตรฐานสามารถค้นคืนได้ง่ายขึ้นในการใช้คำสำหรับเป็นข้อคำถาม เช่น สามารถใช้ตัวอักษรย่อในการค้นได้ หรือแม้ทำการค้นคืนด้วยคำที่ไม่ได้ตั้งใจพิมพ์ผิด ก็ยังสามารถแนะนำคำที่ถูกต้องมาให้ได้ เป็นต้น โดยจากผลการทดลองเห็นได้ว่าทั้งค่าระลึกนั้น การค้นคืนที่ได้นำแนวทางที่นำเสนอไปใช้ได้ผลดีกว่าการค้นคืนจากระบบไอทริปเปิลอีเอ็กซ์พลอร์ แต่สำหรับค่าความแม่นยำ จะเห็นได้ชัดเจนส่วนของการค้นคืนแบบที่ใช้ตัวอักษรย่อ ซึ่งได้ค่าความแม่นยำที่มากกว่า

แนวทางการพัฒนาต่อไปคือนำเอาวิธีการปรับปรุงการค้นคืนในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์สร้างเป็นเครื่องมือเพื่อทำการค้นคืนในเอกสารมาตรฐานทางด้านต่างๆ ที่มีความยากในการเลือกใช้คำเพื่อเป็นข้อคำถาม โดยอาศัยอภิธานศัพท์ทางด้านนั้นๆ ในการปรับปรุงข้อคำถาม

เอกสารอ้างอิง

[1] U. Silparcha, N. Waraporn, P. Mongkolnam, and V. Vanijja, “A Push for Software Process Improvement in Thailand”, in *16th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, Penang, Malaysia, 2009, pp.475-481.

[2] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*, 2nd ed. Addison Wesley, 2010.

[3] Ilmério R. Silva, João Nunes Souza, and Karina S. Santos, “Dependence Among Terms in Vector Space Model” in *International Database Engineering and Application Symposium (IDEAS*, Coimbra, Portugal 2004, pp.97-102

[4] *IEEE Standard Computer Dictionary*, IEEE Standard 610, 1990.

[5] LI Jin, and DONG Yan, “Post-controlled Vocabulary Compiling in Competitive Intelligence System”, in *Information Management and Engineering (ICIME) 2nd*, Beijing, China, 2010, pp.560-563.

[6] Ziyu Liu, Lei Huang, and Dongyun Xu, “Research on Semantic Retrieval System for High-speed Railway Knowledge Based on Ontology”, in *International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management (ISECS)*, Beijing, China, 2008, pp.303-307.

[7] Hans-Michael Muller and Eimear E. Kenny and Paul W. Sternberg, “Textpresso: An Ontology-Based Information Retrieval and Extraction System for Biological Literature,” *Plos Biology*, vol.2, no.11, pp 1984-1998, Nov, 2004.

[8] Cailan Zhou, Bin Feng, and Zhihao Li, “Research and Implementation of the Small-scale Search Engine Based on Lucene”, in *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, Hubei, China, 2008, pp.377-380.

[9] Qian Liping, and Wang Lidong, “An Evaluation of Lucene for Keywords Search in Large-scale Short Text Storage”, in *International Conference On Computer Design And Applications (ICCDA)*, Hubei, China, 2010, pp.206-209

[10] A. Abran, et al., Eds., *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2004.

แบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาสำหรับระบบอิงบริการ
A Maintainability Evaluation Model for Service-Based Systems

อัศวิน พัวพลเทพ (Assawin Puapolthep)[1] และ ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]assawin.p@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองในการประเมินความสามารถของระบบอิงบริการในด้านการบำรุงรักษา โดยใช้แนวทางของการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพซอฟต์แวร์ของคิวมู้ด การประเมินทำโดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการบำรุงรักษา และเสริมด้วยการใช้ตัววัดคุณภาพการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการที่มีอยู่ คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่พิจารณาประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลง ความมีเสถียรภาพ และความสามารถในการทดสอบ บทความยังได้นำเสนอการใช้แบบจำลองนี้ในการประเมินระบบอิงบริการของบริษัทผู้ให้บริการด้านการสื่อสารแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยผลการประเมินสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบได้

คำสำคัญ: ความสามารถในการบำรุงรักษา สถาปัตยกรรมเชิงบริการ แบบจำลองการประเมิน

Abstract

This paper proposes a maintainability evaluation model for service-based systems using the QMOOD quality assessment approach. The evaluation relies on a maintainability questionnaire and is enhanced with the use of existing service design metrics. The quality attributes that are considered are analyzability, changeability, stability, and testability. The paper presents the application of this model to a service-based system of a communication provider company in Thailand. The evaluation result can be used to guide maintainability development within the system.

Keyword: Maintainability, Service-Oriented Architecture, Evaluation Model

1. บทนำ

ระบบอิงบริการ (Service-Based Systems) เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมเชิงบริการ (SOA: Service-Oriented Architecture) ซึ่งประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของเซอร์วิซ ซึ่งให้บริการผ่านส่วนต่อประสาน (Interface) ตามรูปแบบในคำอธิบายเซอร์วิซ (Service Description) ในส่วนต่อประสานจะระบุโอเปอเรชัน (Operation) และข้อความ (Message) ที่แลกเปลี่ยนกับเซอร์วิซ ซึ่งระบุพารามิเตอร์หรือข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับโอเปอเรชันนั้น ๆ จุดเด่นหนึ่งของระบบอิงบริการคือการสนับสนุนการทำงานตามกระบวนการธุรกิจโดยอาศัยการเรียกใช้เซอร์วิซต่าง ๆ เชื่อมโยงกัน ระบบอิงบริการต้องการการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเช่นเดียวกับระบบซอฟต์แวร์ทั่วไป ดังนั้นการประเมินความสามารถของระบบอิงบริการว่ารองรับการบำรุงรักษาได้มากน้อยเพียงใด จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงให้ระบบมีความสามารถด้านนี้มากขึ้นเพื่อให้การบำรุงรักษาที่จะเกิดขึ้นต่อไปทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐานไอเอสโอ 9126 ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [1] ได้นิยามความสามารถในการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Maintainability) ไว้ว่าเป็น ความสามารถของซอฟต์แวร์ในการรองรับการเปลี่ยนแปลงหรือการระบุและแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งแสดงออกโดยการมีลักษณะเฉพาะสี่ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzability) 2) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (Changeability) 3) ความมีเสถียรภาพ และ 4) ความสามารถในการทดสอบ

(Testability) บทความนี้นำเสนอแบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการ โดยใช้แนวทางการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพของการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุของคิวมู้ด (QMOOD: Quality Model for Object-Oriented Design) [2] การประเมินคำนึงถึงลักษณะเฉพาะทั้งสี่ด้านที่กล่าวมา และทำโดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการบำรุงรักษา เสริมด้วยการใช้ตัววัด (Metric) ที่ใช้วัดคุณภาพการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการซึ่งมีอยู่แล้ว [3] บทความยังได้นำเสนอการใช้แบบจำลองนี้ในการประเมินระบบอิงบริการของบริษัทผู้ให้บริการด้านการสื่อสารแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยผลการประเมินสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบได้

หัวข้อที่ 2 ของบทความจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 เสนอการออกแบบแบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการ พร้อมทั้งแบบสอบถามและตัววัดที่ใช้ หัวข้อที่ 4 เสนอการทดสอบแบบจำลองกับระบบกรณีศึกษา ส่วนหัวข้อที่ 5 ทำการสรุปผลและเสนอแนวทางการพัฒนาต่อ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประเมินคุณภาพของระบบอิงบริการสามารถทำได้โดยใช้ตัววัดสำหรับคุณลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ เช่น งานวิจัยของ Shim และคณะ [3] ได้นำเสนอแบบจำลองคุณภาพการออกแบบสำหรับสถาปัตยกรรมเชิงบริการ โดยนำแบบจำลองคิวมู้ดมาเป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลอง และเสนอตัววัดสำหรับวัดคุณลักษณะเชิงคุณภาพห้าด้านของการออกแบบระบบอิงบริการ ได้แก่ ประสิทธิผล (Effectiveness) ความสามารถในการทำความเข้าใจ (Understandability) ความยืดหยุ่น (Flexibility) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) และความสามารถในการค้นพบได้ (Discoverability) ส่วนในเรื่องความสามารถในการบำรุงรักษา งานวิจัยของ Zhe และ Kerong [4] ได้วิเคราะห์ลักษณะของระบบอิงบริการและอภิปรายปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการประเมินลักษณะเฉพาะทั้งสี่ด้านของการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ตามไอเอสโอ 9126 แต่ไม่ได้นำเสนอตัววัดหรือแบบประเมินแต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงได้ใช้ปัจจัยที่งานวิจัยนี้กล่าวถึงมาเป็นแนวทางในการออกแบบแบบจำลองการประเมิน (ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.2) งานวิจัยของ Zarrin และคณะ [5] เสนอการประเมินการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ของระบบอิงบริการ โดยมีการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะทั้งสี่ด้านของความสามารถในการบำรุงรักษานั้น ต้องการการสนับสนุนจากกระบวนการจัดการใดบ้างของไอทิล (ITIL: Information Technology Infrastructure Library) อีกทั้งยังได้นำตัววัดอันได้แก่ การเชื่อมต่อ (Coupling) การเชื่อมแน่น (Cohesion) และขนาด (Granularity) ของเซอร์วิซในระบบจากงานวิจัย [3] มาใช้เป็นตัวแทนการวัดความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบ ในขณะที่งานวิจัยของ Perepletchikov [6] เสนอตัววัดการเชื่อมต่อและการเชื่อมแน่นสำหรับการออกแบบระบบอิงบริการ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดทั้งสองกับความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบ งานวิจัยของ Leotta และคณะ [7] ใช้วิธีประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการโดยการกำหนดรายการแผนการปรับปรุงระบบ แล้ววิเคราะห์ว่าสถาปัตยกรรมของระบบนั้นเอื้อต่อแผนการปรับปรุงเพียงใด ในแง่ของจำนวนส่วนประกอบในระบบที่ต้องถูกแก้ไขหรือถูกเพิ่ม และระดับความพยายามที่ต้องใช้ในการปรับปรุง

3. แบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการออกแบบแบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการ จากการประเมินโดยตรงที่เป้าหมายของการบำรุงรักษา ซึ่งก็คือส่วนต่อประสานและโค้ดของเซอร์วิซ ร่วมกับการประเมินโดยอ้อมที่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา การให้บริการ และการบำรุงรักษาระบบ การประเมินจะทำโดยนักวิเคราะห์ระบบ

3.1 การสร้างแบบจำลองการประเมิน

ผู้วิจัยใช้การสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพของการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุของคิวมู้ด [2] เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองการประเมิน คิวมู้ดใช้การออกแบบเป็นแบบลำดับชั้น (Hierarchy) สี่ระดับ งานวิจัยนี้จึงแบ่งระดับเป็น 1) *ระดับคุณลักษณะเชิงคุณภาพของระบบอิงบริการ*

(System Quality Attribute) ซึ่งจะแบ่งเป็นระดับย่อยอีกตามความเป็นนามธรรมจากมากไปน้อย คือ ระดับบน (1H) ระดับกลาง (1M) และระดับล่าง (1L) 2) *ระดับคุณสมบัติของระบบอิงบริการ (Service System Property)* ซึ่งหมายถึงคุณสมบัติของระบบที่สะท้อนถึงคุณลักษณะเชิงคุณภาพระดับ 1L 3) *ระดับตัววัดของระบบอิงบริการ (Service System Metric)* ซึ่งใช้วัดข้อมูลจากระบบซึ่งจะสะท้อนถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบ และ 4) *ระดับส่วนประกอบของระบบอิงบริการ (Service System Component)* หมายถึงส่วนประกอบของระบบที่เกี่ยวข้องกับการวัดค่าด้วยตัววัด ได้แก่ เซอร์วิซ ส่วนต่อประสาน ข้อความที่แลกเปลี่ยน โปรแกรม กระบวนการธุรกิจ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ สภาพแวดล้อมการทำงาน

3.2 ความสามารถในการบำรุงรักษาของระบบอิงบริการ

ความสามารถในการบำรุงรักษาเป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพในระดับ 1H แบบจำลองการประเมินจะพิจารณาลักษณะเฉพาะสี่ด้านตามไอเอสโอ 9126 (เป็นระดับ 1M) ร่วมกับลักษณะย่อยของแต่ละลักษณะเฉพาะซึ่งปรับจากงานวิจัย [4] (เป็นระดับ 1L) แต่ละลักษณะย่อยในระดับ 1L จะเชื่อมโยงกับคุณสมบัติของระบบซึ่งสะท้อนลักษณะดังกล่าว โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

1) *ความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzability)* คือการรองรับการวิเคราะห์ เพื่อตรวจหาความบกพร่องหรือสาเหตุของความล้มเหลวในระบบ หรือเพื่อระบุตำแหน่งที่ต้องทำการแก้ไข มีลักษณะย่อยที่เกี่ยวข้องคือ

- *ความสามารถในการอ่านได้ง่าย (Readability)* เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเขียนโปรแกรมและเซอร์วิซ ซึ่งต้องชัดเจนเป็นระเบียบ มีแบบแผน เช่น การเขียนโปรแกรมตามแนวปฏิบัติจะช่วยให้อ่านได้ง่าย คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Readability Level
- *ความสามารถในการทำความเข้าใจ (Understandability)* เกี่ยวข้องกับการขึ้นต่อกันของเซอร์วิซ การตั้งชื่อที่สื่อความหมาย และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับปริมาณงานและความซับซ้อน (เช่น ขนาดของระบบ/เซอร์วิซ/ข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกัน) ซึ่งส่งผลต่อการทำความเข้าใจระบบได้ คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องซึ่งระบุไว้โดย [3] ได้แก่ Coupling, Cohesion, Complexity, Design Size, Service Granularity, Parameter Granularity และ Consumability
- *ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility)* เกี่ยวข้องกับการที่เซอร์วิซต้องเข้าถึงได้ สามารถเรียกดูการทำงานหรือมีเอกสารประกอบที่ช่วยให้ใช้งานระบบได้ คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Accessibility Level

2) *ความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (Changeability)* คือการแก้ไขได้ง่ายและใช้ความพยายามน้อย มีลักษณะย่อยที่เกี่ยวข้องคือ

- *โครงสร้างการเชื่อมต่อ (Coupling Structure)* เกี่ยวข้องกับการที่เซอร์วิซและส่วนอื่นในระบบไม่ควรเชื่อมต่อกันแบบผูกติดกันแน่น อันจะทำให้การแก้ไขยุ่งยากขึ้น คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Coupling [3]
- *ความสามารถแยกเดี่ยว (Isolatable)* เกี่ยวข้องกับการเชื่อมแน่น (Cohesion) ของส่วนต่าง ๆ ในเซอร์วิซ หากแต่ละเซอร์วิซมีความสมบูรณ์ในตัวเองมากก็จะแยกตัวเองออกจากเซอร์วิซอื่นได้มาก ช่วยให้แก้ไขได้ง่าย คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Cohesion [3]
- *ความครอบคลุมของงาน (Functional Coverage)* เกี่ยวข้องกับขนาดหรือปริมาณของงานที่เซอร์วิซให้บริการ รวมถึงขนาดของข้อมูลที่ใช้ หากมีปริมาณมากหรือมีขนาดใหญ่อยู่แล้ว การแก้ไขที่เกิดขึ้นจะมีโอกาสสูงที่จะเป็นการแก้ไขรายละเอียดภายในของเซอร์วิซ โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโอเปอเรชันหรือข้อมูลที่โอเปอเรชันใช้ จึงแก้ไขได้ง่าย ไม่ยุ่งยากกับส่วนอื่นของระบบที่ใช้บริการ คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Service Granularity และ Parameter Granularity [3]

3) *ความมีเสถียรภาพ (Stability)* คือการคงสภาพการทำงานอยู่ได้และได้รับผลกระทบหรืออ่อนไหวน้อยที่สุดเมื่อมีการแก้ไข มีลักษณะย่อยที่เกี่ยวข้องคือ

- *ความมีสภาพพร้อมใช้งาน (Availability)* เกี่ยวข้องกับปริมาณและระยะเวลาในการหยุดให้บริการเพื่อปรับปรุงเซอร์วิซและระบบ รวมทั้งการเตรียมการระบบสำรองและการกระจายภาระงานการให้บริการ เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองการเรียกใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Availability Level

- *การหุ้มห่อข้อมูล (Data Encapsulation)* เกี่ยวข้องกับขนาดของข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกับเซอร์วิซ การแลกเปลี่ยนข้อมูลทีละจำนวนน้อยจะทำให้เกิดปริมาณการสื่อสารระหว่างเซอร์วิซมาก ซึ่งอาจทำให้ระบบเสถียรน้อยลง คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Parameter Granularity [3]
- *ความเป็นอิสระต่อการเปลี่ยนแปลง (Independence of Changes)* เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเซอร์วิซที่ไม่เกิดผลกระทบหรือมีผลกระทบน้อยต่อส่วนอื่นของระบบที่เป็นผู้ใช้บริการ รวมทั้งมีการจัดการเพิ่มเติมที่คำนึงถึงผู้ใช้บริการเซอร์วิซเวอร์ชันเดิม คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Independence of Changes Level

4) *ความสามารถในการทดสอบ (Testability)* คือการทดสอบได้ง่าย มีประสิทธิภาพ และใช้ความพยายามน้อย เมื่อมีการแก้ไข มีลักษณะย่อยที่เกี่ยวข้องคือ

- *การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment Appreciable)* เกี่ยวข้องกับการที่การทดสอบควรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีการแก้ไข การทดสอบไม่ได้ทำกับเซอร์วิซแต่ละตัวเท่านั้น แต่ต้องทดสอบระบบในลักษณะองค์รวมให้ครอบคลุมสภาพแวดล้อมส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น มิดเดิลแวร์และระบบภายนอกที่ทำงานด้วย คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Environment Appreciable Level
- *การจำลองกระบวนการทำงาน (Process Simulation)* เกี่ยวข้องกับการที่การทดสอบต้องครอบคลุมการจำลองการใช้งานเซอร์วิซตามกระบวนการธุรกิจด้วย เนื่องจากลักษณะของระบบอิงบริการมีการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างเซอร์วิซต่าง ๆ เป็นกระบวนการ คุณสมบัติของระบบที่เกี่ยวข้องคือ Process Simulation Level

3.3 ตัววัดสำหรับคุณสมบัติของระบบอิงบริการ

ส่วนหนึ่งของตัววัดสำหรับคุณสมบัติของระบบอิงบริการจะนำมาจาก [3] ได้แก่ ตัววัดสำหรับคุณสมบัติ Coupling, Cohesion, Complexity, Design Size, Service Granularity, Parameter Granularity และ Consumability เนื่องจากข้อจำกัดด้านเนื้อที่ จึงขอละนิยามของคุณสมบัติและสมการตัววัดเหล่านี้ไว้ สำหรับคุณสมบัติอื่น ผู้วิจัยเสนอการประเมินด้วยแบบสอบถามความสามารถในการบำรุงรักษาดังตารางที่ 1 นักวิเคราะห์ระบบจะประเมินระบบว่ามีคุณสมบัติซึ่งสะท้อนลักษณะย่อยตามรายการคำถามในแบบสอบถามหรือไม่ การให้คะแนนแต่ละคำถามมี 3 ระดับ คือ ไม่มี (0) มีอยู่บ้าง (1) และมีมาก (2) ดังนั้นตัววัดสำหรับแต่ละคุณสมบัติจะอยู่ในรูปของคะแนนรวมที่ได้จากรายการคำถามซึ่งสะท้อนแต่ละลักษณะย่อยนั้น

3.4 การคำนวณค่าความสามารถในการบำรุงรักษา

แบบจำลองในการคำนวณค่าความสามารถในการบำรุงรักษาเป็นดังสมการในตารางที่ 2 การกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละลักษณะ/คุณสมบัติของระบบให้กับสมการจะใช้แนวทางของคิวมู้ด คือค่าน้ำหนักจะอยู่ในช่วง (0,1] เริ่มต้นจะให้ค่าน้ำหนักเป็น -0.5 หรือ -1 สำหรับลักษณะ/คุณสมบัติที่ส่งผลเชิงลบ และเป็น 0.5 หรือ 1 สำหรับลักษณะ/คุณสมบัติที่ส่งผลเชิงบวก จากนั้นจึงปรับค่าเป็นสัดส่วนเพื่อให้ผลรวมของค่าน้ำหนักเป็น 1 หรือ -1

ตารางที่ 1: รายการคำถามซึ่งสะท้อนลักษณะย่อยเชิงคุณภาพ

ความสามารถในการอ่านได้ง่าย (Readability)
1. มีการกำหนดรูปแบบมาตรฐานการพัฒนาโปรแกรมเป็นเอกสาร เช่น การตั้งชื่อโปรแกรม การเขียนคำสั่งซอร์ซโค้ด หรือการเขียนอธิบายโปรแกรม
2. การเขียนโปรแกรมได้มีการกำหนดรูปแบบมาตรฐานของข้อมูล เช่น ข้อมูลเอกซ์เอ็มแอลสกีมาที่ใช้ร่วมกัน
3. การประกาศชื่อเมท็อด พารามิเตอร์ หรือตัวแปร สามารถสื่อความหมายชัดเจน
4. เงื่อนไขของคำสั่งควบคุมต้องง่ายและชัดเจน
5. มีการเขียนคำอธิบายขั้นตอนการทำงานส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรม
6. การเขียนโปรแกรมมีการแบ่งเป็นมอดูลย่อย
7. เมท็อดต้องไม่ยาวเกินไป ควรมี 10-20 บรรทัด
8. ตรรกะการทำงานหรือการตั้งชื่อในโปรแกรมเป็นไปตามรูปแบบการทำงานหรือชื่อที่คุ้นเคยกันและใช้กันทั่วไป
ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility)
9. มีการจัดทำเอกสารบันทึกรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของระบบ
10. การเปลี่ยนแปลงระบบได้มีการจัดทำเอกสารสำหรับการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมไว้
11. ในการปรับปรุงเซอร์วิซได้มีการเปิดสิทธิ์ให้เข้าถึงได้จากระยะไกล
ความมีสภาพพร้อมใช้งาน (Availability)
12. มีการทำสำเนา (Redundancy) เพื่อเพิ่มอัพไทม์ของระบบ เช่น ใช้อุปกรณ์จำนวนมากกว่าหนึ่งชุดทำงานควบคู่กัน เพื่อสามารถรองรับการทำงานในกรณีเกิดข้อผิดพลาดกับส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ
13. มีการกระจายภาระการให้บริการของระบบ (Load Balancing) ไป

ยังเซิร์ฟเวอร์หลายเครื่อง เพื่อรองรับปริมาณการเรียกใช้งานพร้อมกันจำนวนมาก
14. ความถี่ของการหยุดการทำงานของเซิร์ฟเวอร์เพื่อปรับปรุงเซอร์วิซอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีการวางแผนและแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบล่วงหน้า
15. เมื่อเซอร์วิซหยุดให้บริการ สามารถกู้คืนในระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น ไม่เกิน 15 นาที
ความเป็นอิสระต่อการเปลี่ยนแปลง (Independence of Changes)
16. เมื่อมีการแก้ไขเซอร์วิซ การแก้ไขเกิดที่ส่วนโค้ดการทำงาน ไม่ใช่ส่วนต่อประสาน
17. การแก้ไขมักไม่ค่อยเกิดกับเซอร์วิซที่ถูกเรียกใช้มากจากเซอร์วิซอื่นหรือส่วนอื่นของระบบ
18. การเปลี่ยนแปลงเซอร์วิซที่มีการสร้างเป็นเซอร์วิซเวอร์ชันใหม่ จะยังให้ทั้งเวอร์ชันใหม่และเก่าทำงานคู่ขนานกันอยู่
19. การเปลี่ยนแปลงเซอร์วิซที่มีการสร้างเป็นเซอร์วิซเวอร์ชันใหม่ จะคำนึงถึงความเข้ากันได้ (Compatibility) กับผู้ใช้บริการเดิม
การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment Appreciable)
20. มีการทดสอบการทำงานของเซอร์วิซบนโครงสร้างพื้นฐานหรือมิดเดิลแวร์ที่มีสภาพเช่นเดียวกับการดำเนินงานจริง
21. มีการทดสอบการทำงานของเซอร์วิซว่ามีความถูกต้องตรงตามที่ต้องการแก้ไข
22. มีการทดสอบความพร้อมใช้งานของเซอร์วิซ
23. มีการทดสอบความมั่นคงของเซอร์วิซ
24. มีการทดสอบสมรรถนะ
25. มีการทดสอบการทำงานร่วมกับระบบงานอื่นที่เกี่ยวข้อง
26. มีเครื่องมืออัตโนมัติช่วยทดสอบการทำงานของเซอร์วิซ
การจำลองกระบวนการทำงาน (Process Simulation)
27. มีการทดสอบการทำงานตามกระบวนการธุรกิจ ซึ่งแสดงถึงการเชื่อมโยงเซอร์วิซต่าง ๆ เข้าด้วยกันในการทำงาน
28. มีเครื่องมืออัตโนมัติช่วยในการจำลองการทำงานของกระบวนการธุรกิจเพื่อการทดสอบ

ตารางที่ 2: แบบจำลองในการคำนวณค่าความสามารถในการบำรุงรักษา

คุณลักษณะเชิงคุณภาพ	**ลักษณะ/คุณสมบัติที่ส่งผลกระทบ**
Maintainability	0.25*Analyzability + 0.25*Changeability + 0.25*Stability + 0.25*Testability (1)
Analyzability	0.33*Readability + 0.33*Understandability + 0.33*Accessibility (2)
Changeability	-0.3*Coupling Structure + 0.65*Isolatable + 0.65*Functional Coverage (3)
Stability	0.33*Availability + 0.33*Data Encapsulation + 0.33*Independence of Changes (4)
Testability	0.5*Environment Appreciable + 0.5*Process Simulation (5)
Understandability [3]	-0.66*Coupling + 0.25*Cohesion - 0.66*Complexity - 0.66*System Size + 0.25*Service Granularity + 0.25*Parameter Granularity + 0.25*Consumability (6)
Coupling Structure	Coupling [3] (7)
Isolatable	Cohesion [3] (8)
Functional Coverage	0.5*Service Granularity + 0.5*Parameter Granularity [3] (9)
Data Encapsulation	Parameter Granularity [3] (10)
แต่ละลักษณะย่อยในตารางที่ 1	คะแนนรวมของรายการคำถามซึ่งสะท้อนลักษณะย่อยนั้น

4. การทดสอบแบบจำลองการประเมิน

ผู้วิจัยทำการทดสอบกับระบบข้อมูลลูกค้าของบริษัทผู้ให้บริการด้านการสื่อสารแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบระบบสองเวอร์ชัน เวอร์ชันที่หนึ่งมี 12 เซอร์วิซ ครอบคลุมการทำงานเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลลูกค้า ต่อมามีการปรับระบบเป็นเวอร์ชันที่สอง มี 19 เซอร์วิซ และมีการขยายฟังก์ชันงานข้อมูลลูกค้าออกไปเต็มรูปแบบ การประเมินทำโดยนักวิเคราะห์ระบบและผู้จัดการโครงการรวม 6 คน มีประสบการณ์ทำงาน 4-7 ปี ผลการประเมินค่าคุณสมบัติต่าง ๆ จะถูกนอร์มัลไลซ์ตามสัดส่วนกับระบบเวอร์ชันที่หนึ่งก่อนจะนำไปคำนวณค่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพโดยใช้สมการในตารางที่ 2 ผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการประเมินระบบทดสอบ

คุณสมบัติ/คุณลักษณะเชิงคุณภาพ	ค่าที่วัดได้		นอร์มัลไลซ์	
	v.1	**v.2**	**v.1**	**v.2**
Coupling/Coupling Structure	1	1	1	1
Cohesion/Isolatable	0.08	0.05	1	0.63
Complexity	74	142	1	1.92
System Size	12	18	1	1.5
Service Granularity	0.22	0.17	1	0.77
Parameter Granularity/Data Encapsulation	1	1	1	1
Consumability	0.49	0.46	1	0.94
Readability	1.48	1.56	1	1.05
Understandability	-0.98	-2.08	1	2.12
Accessibility	1.06	1.28	1	1.21
Isolatable	1	1	1	1
Functional Coverage	1	0.89	1	0.89
Availability	1.33	1.46	1	1.1
Data Encapsulation	1	1	1	1
Independence of Changes	1.46	1.54	1	1.05
Environment Appreciable	1.36	1.52	1	1.12
Process Simulation	0.75	0.83	1	1.11
Analyzability	0.99	1.45	1	1.46
Changeability	1	0.69	1	0.69
Stability	0.99	1.04	1	1.05
Testability	1	1.12	1	1.12
Maintainability	1	1.08	1	1.08

ผลที่ได้สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้ประเมินระบบทดสอบ ระบบเวอร์ชันที่สองมีขนาดใหญ่ ครอบคลุมการทำงานมากกว่า จึงอาจบำรุงรักษายากกว่า แต่แนวปฏิบัติในการพัฒนาและให้บริการมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าระบบเดิม

5. บทสรุป

แบบจำลองการประเมินความสามารถในการบำรุงรักษาสามารถใช้ประเมินระบบอิงบริการ และให้รายละเอียดของลักษณะย่อยเชิงคุณภาพแต่ละด้าน ทำให้ทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของระบบสำหรับการปรับปรุงต่อไป สำหรับในอนาคต จะทำการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยวัดค่าตัววัด และนำวิธีการทางสถิติมาใช้เพื่อยืนยันคุณสมบัติที่มีผลต่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพและกำหนดค่าน้ำหนักให้กับสมการ

เอกสารอ้างอิง

[1] ISO/IEC, ISO/IEC 9126-1: 2001 Software Engineering: Product Quality – Quality Model, Geneva, 2001.

[2] J. Bansiya and C. G. Davis, “A hierarchical model for object-oriented design quality assessment,” *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 28, issue 1, January 2002, pp. 4-17.

[3] B. Shim, S. Choue, S. Kim, and S. Park, “A design quality model for service-oriented architecture,” *Proceedings of 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2008)*, Beijing, China, 3-5 December 2008, pp. 403-410.

[4] M. Zhe and B. Kerong, “Research on maintainability evaluation of service-oriented software,” *Proceedings of 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT 2010)*, Chengdu, China, 9-11 July 2010, pp. 510-512.

[5] M. Zarrin, M. A. Seyyedi, and M. Mohsenzaeh, “Designing a comprehensive model for evaluating SOA-based services maintainability,” *International Journal of Computer Science and Information Security*, vol. 9, no. 10, October 2011, pp. 51-57.

[6] M. Perepletchikov, *Software Design Metrics for Predicting Maintainability of Service-Oriented Software*, Doctoral Thesis, RMIT University, 2009.

[7] M. Leotta, F. Ricca, G. Reggio, and E. Astesiano, “Comparing the maintainability of two alternative architectures of a postal system: SOA vs. non-SOA,” *Proceedings of 15th European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR 2011)*, Oldenburg, Germany, 1-4 March 2011, pp. 317-320.

ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพคลาส และมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพซีเควนซ์

The relationship between object-oriented metrics of class diagram and object-oriented metrics of sequence diagram

ภักดิ์ธิดา ปานมา (Pakthida Panma)[1] และอัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์ (Assadaporn Sapsomboon)[2]

[1] คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]pakthida.panma@gmail.com, [2]assadaporn@cbs.chula.ac.th

บทคัดย่อ

มาตรวัดมักถูกเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของซอฟต์แวร์หลังจากที่ซอฟต์แวร์ถูกพัฒนาเสร็จ หากมาตรวัดสามารถวัดคุณภาพซอฟต์แวร์ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบซอฟต์แวร์ น่าจะช่วยสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพด้วย ในปัจจุบันมีนักวิจัยนำเสนอมาตรวัดเชิงวัตถุอยู่หลายมาตรวัดแต่ส่วนใหญ่เป็นการวัดคุณภาพซอฟต์แวร์จากซอร์สโค้ด งานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพที่ได้จากการออกแบบเชิงวัตถุที่สำคัญ ได้แก่ แผนภาพคลาสและซีเควนซ์ มาตรวัดที่ใช้วัดแผนภาพคลาสคือ มาตรวัดซีเคและเอ็มโอโอดี มาตรวัดที่ใช้วัดแผนภาพซีเควนซ์คือ มาตรวัดจากเครื่องมือสวอท คุณภาพซอฟต์แวร์ที่สนใจคือความสามารถในการบำรุงรักษาและความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดพบว่า แผนภาพซีเควนซ์สามารถชี้วัดคุณภาพซอฟต์แวร์ได้ทั้งสองด้านเช่นเดียวกับแผนภาพคลาส

คำสำคัญ: มาตรวัดเชิงวัตถุ แผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ คุณภาพซอฟต์แวร์

Abstract

Software metrics are used as indicators of software quality after software is fully developed. If software metrics can be used at the design level, it should support the software process in software quality. Currently, researchers proposed object-oriented software metrics but they aimed at measuring software quality from source code. This research studied the relationship among object-oriented metrics at the design level diagrams, especially class diagrams and sequence diagrams. Object-oriented metrics that can be applied to class diagrams are CK metrics and MOOD metrics. SquAT was used to measures sequence diagrams. Software qualities concentrated in this research were maintainability and reusability.

Analysis of the relationship between metrics were found sequence diagrams measurable both software quality as well as class diagrams.

Keyword: Object-oriented metrics, Class diagram, Sequence diagram, Software quality

1. บทนำ

จากงานวิจัยในอดีตการวัดคุณภาพซอฟต์แวร์มักจะวัดจากกลไกการออกแบบหรือโครงสร้างของระบบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแผนภาพคลาสโดยใช้มาตรวัดต่างกันไป โดยมาตรวัดที่นิยมนำมาใช้หรืออ้างอิงอย่างแพร่หลายคือ มาตรวัดเชิงวัตถุ 2 มาตรวัด ได้แก่ มาตรวัดซีเคและมาตรวัดเอ็มโอโอดี เมื่อนำไปวัดแผนภาพคลาสแล้วสามารถชี้วัดคุณภาพซอฟต์แวร์ได้ 2 ด้าน คือความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) และความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) [1]

มีนักวิจัยหลายท่านได้นำแผนภาพซีเควนซ์ที่เป็นแผนภาพเชิงพฤติกรรมมาวัดแล้วสามารถใช้ทำนายความผิดพลาด (Fault Predicting) และประเมินค่าใช้จ่ายหรือความพยายาม (Cost or effort estimate) ได้ [2], [3] แต่ยังไม่สามารถชี้วัดถึงคุณภาพ

ซอฟต์แวร์ได้เช่นเดียวกับการวัดจากแผนภาพคลาส งานวิจัยนี้จึงนำแผนภาพซีเควนซ์มาวัดด้วยมาตรวัดจากเครื่องมือสวอทและตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้องระหว่างแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ก่อนที่จะวัดคุณภาพของแผนภาพทั้งสองโดยใช้เอกสารคำแนะนำในการตรวจสอบซอฟต์แวร์ด้วยเทคนิคโอโออาร์ที [4], [5]

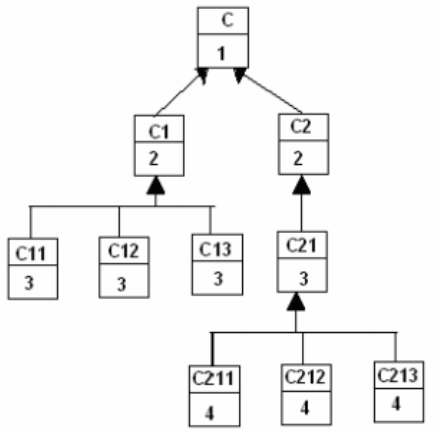
ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ (1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพคลาส และมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพซีเควนซ์ และ (2) ศึกษาความสามารถของมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพซีเควนซ์ในการเป็นตัวชี้วัดคุณภาพซอฟต์แวร์

2. มาตรวัดเชิงวัตถุ

2.1 มาตรวัดเชิงวัตถุที่ใช้วัดแผนภาพคลาส

มาตรวัดเชิงวัตถุที่ใช้วัดแผนภาพคลาสมี 4 มาตรวัด ที่มาจากมาตรวัดซีเค (CK Metrics) [6], [7], [8] และมาตรวัดเอ็มโอโอดี (Metrics for Object Oriented Design – MOOD) [8], [9] ดังนี้

มาตรวัดซีเคเป็นมาตรวัดของ Chidamber และ Kemerer [6], [8] เน้นวัดที่คลาสและลำดับชั้นของคลาส (Class and class hierarchy) คือ ความซับซ้อน (Complexity), คัพพลิง (Coupling) และโคฮีชัน (Cohesion) ประกอบด้วย 6 มาตรวัด แต่ในงานวิจัยนี้ใช้เพียง 2 มาตรวัดที่สามารถวัดได้ในระดับของการออกแบบเท่านั้น ดังนี้



ภาพที่ 1: ระดับความลึกของแผนภาพคลาส [8]

1. เดพออฟอินเฮอริแทนทรี (Depth of Inheritance Tree – DIT) คือระดับชั้นที่ลึกที่สุดของการสืบทอดคุณสมบัติของแผนภาพนั้น แสดงถึงความซับซ้อนของกิจกรรมในคลาสและการออกแบบระบบ [10]

2. นัมเบอร์ออฟชิลเดรน (Number Of Children – NOC) คือจำนวนคลาสลูกทั้งหมดของแผนภาพนั้น แสดงถึงความซับซ้อนของการออกแบบระบบ [10]

ส่วนมาตรวัดเอ็มโอโอดีเป็นมาตรวัดของของ Abreu และ Melo [8], [9] เน้นวัดจากกลไกเชิงโครงสร้างของการออกแบบเชิงวัตถุคือ เอ็นแคปซูเลชัน (Encapsulation), อินเฮอริแทน (Inheritance), โพลิมอร์ฟิซึม (Polymorphism) และการส่งเมสเสจ (Message passing) [8] ประกอบด้วย 6 มาตรวัด แต่ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เพียง 2 มาตรวัดที่สามารถวัดได้จากระดับการออกแบบ ดังนี้

1. เมธอดไฮดิงแฟคเทอร์ (Method Hiding Factor – MHF) คืออัตราส่วนระหว่างผลรวมของจำนวนเมธอดที่ประกาศเป็นไพรเวทกับผลรวมของจำนวนเมธอดทั้งหมด สามารถวัดได้จาก

$$\mathrm{MHF} = \frac{\sum_{i=1}^{\mathrm{TC}} \mathrm{M}_h(\mathrm{C}_i)}{\sum_{i=1}^{\mathrm{TC}} \mathrm{M}_d(\mathrm{C}_i)}$$

กำหนดให้ $\mathrm{M}_h(\mathrm{C}_i)$ คือจำนวนเมธอดที่ประกาศเป็นไพรเวท

$\mathrm{M}_d(\mathrm{C}_i)$ คือจำนวนเมธอดทั้งหมด

TC คือจำนวนคลาสทั้งหมด

2. แอททริบิวต์ไฮดิงแฟคเทอร์ (Attribute Hiding Factor – AHF) คืออัตราส่วนระหว่างผลรวมของจำนวนแอททริบิวต์ที่ประกาศเป็นไพรเวทกับผลรวมของจำนวนแอททริบิวต์ทั้งหมด สามารถวัดได้จาก

$$\mathrm{AHF} = \frac{\sum_{i=1}^{\mathrm{TC}} \mathrm{A}_h(\mathrm{C}_i)}{\sum_{i=1}^{\mathrm{TC}} \mathrm{A}_d(\mathrm{C}_i)}$$

กำหนดให้ $\mathrm{A}_h(\mathrm{C}_i)$ คือจำนวนแอททริบิวต์ที่ประกาศเป็นไพรเวท

$\mathrm{A}_d(\mathrm{C}_i)$ คือจำนวนแอททริบิวต์ทั้งหมด

TC คือจำนวนคลาสทั้งหมดในระบบ

2.2 มาตรวัดเชิงวัตถุที่ใช้วัดแผนภาพซีเคนซ์

เป็นมาตรวัดจากเครื่องมือสวอท (Sequence Diagram Analysis Tool - SquAT) ประกอบด้วย 14 มาตรวัด เนื่องจากมี 9 มาตรวัด ที่วัดความผิดพลาดจากการออกแบบแผนภาพ แต่แผนภาพที่นำ มาใช้ผ่านการตรวจสอบด้วยเทคนิคโอโออาร์ที

แล้ว จึงถือได้ว่าแผนภาพเหล่านั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์แล้ว งานวิจัยนี้จึงเลือก ใช้เพียง 5 มาตรวัด [2], [3] ดังนี้

1. อะซิงโครนัสเมสเสจ (Asynchronous messages) คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนอะซิงโครนัสเมสเสจกับจำนวนเมสเสจทั้งหมด

2. ซิงโครนัสเมสเสจ (Synchronous messages) คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนซิงโครนัสเมสเสจกับจำนวนเมสเสจทั้งหมด

3. เอเวอเรจยูสเสจออฟคลาสสิไฟเออร์ (Average usage of classifiers) คืออัตราส่วนระหว่างผลรวมของจำนวนการถูกเรียกใช้ของแต่ละคลาสสิไฟเออร์กับจำนวนคลาสสิไฟเออร์ทั้งหมด

4. เอเวอเรจยูสเสจออฟเมธอด (Average usage of methods) คืออัตราส่วนระหว่างผลรวมของจำนวนการเรียกใช้ของแต่ละเมธอดกับจำนวนเมธอดทั้งหมด

5. รีเคอริงซีเควนซ์ (Recurring Sequences) คือจำนวนครั้งที่ปรากฏลำดับของเมสเสจที่ถูกเรียกใช้แบบเดิมซ้ำๆ มากกว่า 1 ครั้งในระบบ

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุกับคุณภาพซอฟต์แวร์

งานวิจัยในอดีตได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุกับคุณภาพซอฟต์แวร์ไว้ 2 ด้าน ได้แก่ความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) และความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) [1] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดเชิงวัตถุกับคุณภาพซอฟต์แวร์

มาตรวัดเชิงวัตถุ / คุณภาพซอฟต์แวร์	มาตรวัดซีเค		มาตรวัดเอ็มโอโอดี	
	DIT	NOC	MHF	AHF
ความสามารถในการบำรุงรักษา	✓	✓	✓	✓
ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่	✓	✓	✓	✓

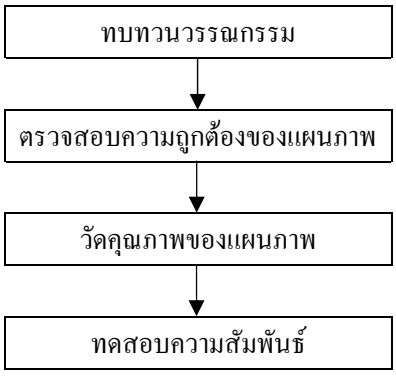
ทั้งยังพบว่ากลไกการออกแบบเชิงวัตถุ เช่น อินเฮอริแทน, โพลิมอร์ฟิซึม, อินฟอร์เมชันไฮดิง และคัพพลิง มีอิทธิพลต่อคุณภาพซอฟต์แวร์ด้านความสามารถในการบำรุงรักษา [8], [9] เช่น คัพพลิงที่มีค่าต่ำและโคฮีชันที่มีค่าสูง ทำให้มีความซับซ้อนต่ำ จึงทำให้ความสามารถในการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น [9], [11]

เนื่องจากมาตรวัดเชิงวัตถุของเครื่องมือสวอททั้ง 5 มาตรวัด ได้แก่ อะซิงโครนัสเมสเสจ, ซิงโครนัสเมสเสจ, เอเวอเรจยูสเสจออฟคลาสสิไฟเออร์, เอเวอเรจยูสเสจออฟเมธอด และรีเคอริงซีเควนซ์ เป็นมาตรวัดที่วัดจากแผนภาพซีเควนซ์ที่แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลาส หรือออบเจกต์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าทั้ง 5 มาตรวัดนั้นเกี่ยวข้องกับการส่งเมสเสจระหว่างคลาสอย่างแน่นอน

เมสเสจคือการที่ออบเจกต์หนึ่งร้องขอให้อีกออบเจกต์หนึ่งดำเนินการบางอย่าง ซึ่งการดำเนินการนั้นคือผลลัพธ์ของการรับเมสเสจหรือเรียกว่าเมธอด [8] และการส่งเมสเสจระหว่างคลาสหรือออบเจกต์ ก็ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างคลาสหรือออบเจกต์ที่พิจารณา ซึ่งเป็นการเกิดโคฮีชันและคลัพพลิงนั่นเอง ดังนั้นมาตรวัดทั้ง 5 มาตรวัด จึงสัมพันธ์กับกลไกการออกแบบเชิงวัตถุในกลุ่มของคลาส, เมธอด, โคฮีชันและคลัพพลิง ดังนั้นจึงคาดว่ามาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์น่าจะสามารถเป็นตัวชี้วัดคุณภาพซอฟต์แวร์ในด้านความสามารถในการบำรุงรักษาและความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ [8]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 2: แนวทางการดำเนินงานวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพคลาส มาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพซีเควนซ์ และคุณภาพซอฟต์แวร์

2. ตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพคลาสและซีเควนซ์ โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแผนภาพคลาสและซีเควนซ์ โดยใช้เอกสารคำแนะนำในการตรวจสอบซอฟต์แวร์ด้วยเทคนิคโอโออาร์ที (Object-oriented reading technique - OORT) [4], [5]

3. วัดคุณภาพของแผนภาพ

1) วาดและวัดแผนภาพคลาสด้วยโปรแกรมเมจิคดรอว์ ยูเอ็มแอล (MagicDraw UML)

2) วาดแผนภาพซีเควนซ์และแปลงเป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (XML File) โดยใช้โปรแกรมเอ็นเทอร์ไพรซ์ อาร์คิเทค (Enterprise Architect) เพื่อนำไปวัดด้วยเครื่องมือสวอท (SquAT) [2], [3]

4. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดของแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ กับคุณภาพซอฟต์แวร์ โดยมีสมมติฐานคือ

$H_0 : \rho = 0$

ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับ H_0 แสดงว่ามาตรวัดทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1 : \rho \neq 0$

ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับ H_1 แสดงว่ามาตรวัดทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน

ทดสอบความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ดังสูตรต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum(xi^2 - n\bar{x}^2)}\sqrt{\sum(yi^2 - n\bar{y}^2)}}$$

เมื่อ r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n = จำนวนตัวอย่าง

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปร y

ค่า r เป็น “+” หมายถึงตัวแปรทั้งสองแปรผันตรงต่อกัน

ค่า r เป็น “-” หมายถึงตัวแปรทั้งสองแปรผกผันต่อกัน

ค่า r เป็น “0” หมายถึงตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

ค่า |r| มีค่าเข้าใกล้ “1” หมายถึงตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก

ค่า |r| มีค่าเข้าใกล้ “0” หมายถึงตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย

3.2 หน่วยตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ใช้หน่วยตัวอย่างจากแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์จากโครงการพิเศษของนิสิตปริญญาโทจำนวน 5 ระบบ เนื่องจากเป็นโครงการที่นิสิตปริญญาโทใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสำเร็จการศึกษา ซึ่งเป็นผลจากการประมวลความรู้ความเข้าใจจากทุกรายวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายวิชาด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบ จึงเชื่อมั่นได้ว่าการออกแบบโครงการที่นำมาใช้เป็นหน่วยตัวอย่างในงานวิจัยนี้มีความถูกต้องและสอดคล้องกัน

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดสอบความสัมพันธ์ของแผนภาพคลาสและแผนภาพซีเควนซ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 2: ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

	DIT	NOC	MHF	AHF
Asynchronous Message	.639	.788	.623	-.680
Sig. (2-tailed)	.002	.004	.002	.207
Synchronous Message	.618	.741	.602	-.701
Sig. (2-tailed)	.004	.003	.003	.158
Average of Method	.589	.380	.607	-.556
Sig. (2-tailed)	.001	.001	.002	.330
Average of Classifier	.855	.877	.688	-.729
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.162
Recurring Sequence	.978	.970	.898	-.917
Sig. (2-tailed)	.002	.001	.003	.088

จากตารางที่ 2 พบว่า Asynchronous Message มีความสัมพันธ์กับ NOC ในระดับสูงมาก เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.70 และมีความสัมพันธ์กับ DIT และ MHF ในระดับสูง เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.69 [12]

Synchronous Message มีความสัมพันธ์กับ NOC ในระดับสูงมาก และมีความสัมพันธ์กับ DIT และ MHF ในระดับสูง

Average of Method มีความสัมพันธ์กับ DIT, MHF และ AHF ในระดับสูง และมีความสัมพันธ์กับ NOC ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.30 - 0.49

Average of Classifier และ Recurring Sequence มีความสัมพันธ์กับ DIT, NOC, MHF และ AHF ในระดับสูงมาก

และทุกมาตรวัดจากแผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์กับ AHF ในทางลบทั้งหมด

เมื่อตรวจสอบกับสมมติฐานแล้วพบว่า ค่า Sig. (2-tailed) ของมาตรวัด DIT, NOC และ MHF กับทุกมาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่ามาตรวัดแต่ละคู่นั้นมีความสัมพันธ์กัน

ส่วนค่า Sig. (2-tailed) ของมาตรวัด AHF กับทุกมาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 แสดงว่ามาตรวัดแต่ละคู่นั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการทดสอบความสัมพันธ์ของมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพคลาส จำนวน 4 มาตรวัด ได้แก่ DIT, NOC, MHF และ AHF และมาตรวัดเชิงวัตถุจากแผนภาพซีเควนซ์ จำนวน 5 มาตรวัด ได้แก่ Asynchronous Message, Synchronous Message, Average of Method, Average of Classifier และ Recurring Sequence ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่ามาตรวัด DIT, NOC และ MHF มีความสัมพันธ์กับทุกมาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์ แต่มาตรวัด AHF ไม่มีความสัมพันธ์กับทุกมาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์ ดังนั้นแสดงว่ามาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์สามารถชี้วัดคุณภาพซอฟต์แวร์ได้ทั้ง 2 ด้าน เช่นเดียวกับมาตรวัดจากแผนภาพคลาส

เนื่องจากในงานวิจัยนี้สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดจากแผนภาพคลาสและมาตรวัดจากแผนภาพซีเควนซ์ได้เพียงในระดับการออกแบบเท่านั้น ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต อาจหาความสัมพันธ์จากตัวแปรอื่นหรือในระดับอื่นของการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่นอกเหนือจากระดับการออกแบบ เพื่อทราบความสัมพันธ์อื่นที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนอื่นของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิรธันย์ ศุภธนะรัตน์, *ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการรีแฟคเทอริงกับคุณภาพซอฟต์แวร์ โดยใช้มาตรวัดเชิงวัตถุ*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[2] M.F. van Amstel, *Design and Assessment of Analysis Techniques for UML Sequence Diagrams*, Department of Mathematics and Computer Science, Technische Universiteit Eindhoven, 2006.

[3] M.F. van Amstel, C.F.J. Lange and M.R.V. Chaudron, "Four Automated Approaches to Analyze the Quality of UML Sequence Diagrams," *31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*, 2007.

[4] G.H. Travassos, F. Shull, J. Carver and V. Basili, *Reading Techniques for OO Design Inspections*, Fraunhofer Center-Maryland, University of Maryland, 2002.

[5] ปรียาภรณ์ บุญพยนต์, *การเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้เทคนิคการอ่านซอฟแวร์โอโออาร์ที ในการตรวจสอบเอกสารการออกแบบซอฟแวร์เชิงวัตถุ*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

[6] S.R. Chidamber and C.F. Kemerer, "A metrics Suite for Object Oriented Design," *IEEE Transactions on software engineering*, vol. 20, no. 6, June, 1994.

[7] T.H.A. Soliman, A. El-Swesy and S.H. Ahmed, *Utilizing CK metrics suite to UML models - A case study of Microarray MIDAS software*, Faculty of Computer and Informatics and Systems, Assiut University, Egypt, 2010.

[8] M. Sarker, *An overview of Object Oriented Design Metrics*, Department of Computer Science, Umea University, Sweden, 2005.

[9] F.B.E. Abreu and W. Melo, "Evaluating the Impact of Object-Oriented Design on Software Quality," *3rd International Software Metrics Symposium (METRICS '96)*, IEEE, Berlin, Germany, March, 1996.

[10] R. Harrison, S.J. Counsell and R.V. Nithi, "An Investigation into the Applicability and Validity of Object-Oriented Design Metrics," Empirical Software Engineering, 3, pp. 255-273, Kluwer Academic Publishers, Boston, Manufactured in The Natherlands, 1998.

[11] C. Larman, *Applying UML and Patterns*, 2nd Edition, 2007.

[12] ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล และสุภาพ ฉัตราภรณ์, *การออกแบบการวิจัย*, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2555.

อิทธิพลของความมั่นใจในรูปแบบภาษาโปรแกรมกับความเข้าใจในโปรแกรม
The Influence of Confidence in Programming Paradigm on Program Comprehension

รัตนาวลี เครือสวัสดิ์ (Rattanawalee Khruasawat)[1] และณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร (Nuttanont Hongwarittorrn)[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[1]pat_doraemon_44@hotmail.com, [2]chcstu@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาว่ารูปแบบของภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจ มีผลต่อการทำความเข้าใจโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมที่มีรูปแบบต่างจากที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจหรือไม่ โดยศึกษารูปแบบการเขียนโปรแกรม 2 รูปแบบหลักคือ โปรแกรมเชิงกระบวนการและโปรแกรมเชิงวัตถุ ตัวแปรต้นคือ ความมั่นใจในรูปแบบภาษาโปรแกรมระหว่างรูปแบบเชิงกระบวนการและรูปแบบเชิงวัตถุ ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจในโปรแกรมซึ่งวัดผลด้วยคะแนนจากการทดสอบและเวลาที่ใช้ในการศึกษาโปรแกรม ใช้รูปแบบทดลองแบบ Within-subject design กับผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 17 คน ผลการทดลองพบว่า ผู้ที่มีความมั่นใจในรูปแบบภาษาเชิงวัตถุหรือเชิงกระบวนการ สามารถทำคะแนนความเข้าใจในโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมที่เขียนแบบเชิงวัตถุหรือเชิงกระบวนการได้ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ความมั่นใจ ความเข้าใจในโปรแกรม

Abstract

This paper reported the investigation of the programmer confidence in programming paradigm on comprehension in programs that programmers felt confident or not. Two programming paradigms (Procedural and Object-Oriented Paradigms) were used. The independent variable was the programmer confidence and the dependent variable was the program comprehension which was measured by the programming test score and time used to read the programs. The within-subject design was run with 17participants. The result indicated that programmers either were confident in object-oriented or procedural programming paradigm could achieve the comprehension test of programs written either in object-oriented paradigm or procedural paradigm similarly.

Keyword: Confidence, Program Comprehension

1. บทนำ

อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างมาก ประกอบกับรัฐบาลก็ได้ให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมทางด้านนี้เป็นอย่างมาก โดยสนับสนุนให้มีการจัดตั้งสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ขึ้นตั้งแต่เดือนกันยายน 2546 เป็นต้นมา นั่นย่อมแสดงให้เห็นถึงความต้องการบุคลากรในสาขาที่เกี่ยวข้องทางด้านคอมพิวเตอร์ที่มีมากขึ้น จากผลงานวิจัย [1] ที่สำรวจความต้องการบุคลากรทางด้านซอฟต์แวร์ใน 5 ปี (2554-2558) แสดงให้เห็นว่าบุคลากรทางด้านซอฟต์แวร์ยังเป็นแรงงานที่มีความต้องการตลอดต่อเนื่อง ตำแหน่งที่สำคัญและมีความต้องการเพิ่มขึ้นตลอดทั้ง 5 ปี คือ นักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) หรือนักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Developer) และนักทดสอบซอฟต์แวร์ (Tester)

สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการเปิดสอนหลักสูตรทางด้านคอมพิวเตอร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ในหลักสูตรสาขาวิชาเหล่านี้ นิสิตนักศึกษาย่อมจะได้เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมซึ่งถือเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ นอกจากสาขาวิชาเหล่านี้แล้วยังมีสาขาวิชาอื่นที่ผู้เรียนจะได้เรียนวิชาการเขียนโปรแกรม เช่น สาขาวิชาสถิติ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา หรือไม่ว่าจะเป็นสาขาวิชาประยุกต์เช่น ชีวสารสนเทศศาสตร์ สารสนเทศทาง

การแพทย์ ก็จะมีวิชาการเขียนโปรแกรมเป็นวิชาบังคับในหลักสูตรเช่นเดียวกัน นอกจากนั้น วิชาการเขียนโปรแกรมยังเป็นวิชาบังคับพื้นฐานสำหรับผู้ที่เรียนสาขาวิศวกรรมทุกสาขา

จะเห็นได้ว่า วิชาการเขียนโปรแกรมมีการเรียนการสอนกันอย่างแพร่หลายไม่เพียงเฉพาะสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังเป็นส่วนสำคัญต่อหลายสาขาวิชาอีกด้วย แต่เนื่องจากภาษาโปรแกรมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ(Programming Paradigms) สถาบันการศึกษาจึงสามารถเลือกใช้ภาษาโปรแกรมและรูปแบบของภาษาโปรแกรมที่จะนำมาสอนนั้นแตกต่างกันไป แล้วแต่การวางหลักสูตรของแต่ละสถาบัน นักศึกษาที่จบการศึกษาออกมาก็จะได้รับการฝึกฝนอบรมมาด้วยภาษาโปรแกรมที่แตกต่างกัน และรูปแบบในการเขียนโปรแกรมก็แตกต่างกันไปตามแต่ละภาษานั้นๆด้วย ซึ่งในภาคอุตสาหกรรมด้านการผลิตซอฟท์แวร์นั้นไม่ได้จำกัดแค่เพียงภาษาใดภาษาหนึ่ง ดังนั้นนักพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องมีการถ่ายทอดความรู้จากภาษาหนึ่งไปยังอีกภาษาหนึ่ง ซึ่งอาจมีรูปแบบในการเขียนโปรแกรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตนเองเคยเรียนรู้มาก่อน

ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming – OOP) เป็นรูปแบบภาษาโปรแกรมที่ถูกใช้ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง เช่น จาวา (JAVA) หรือ ซีชาร์ป (C#) ส่วนภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการ (Procedural Programming) ก็เป็นรูปแบบภาษาที่มีการนำมาใช้สอนอยู่มากมายเช่นเดียวกัน เช่นซี (C) แต่ถึงแม้ว่าภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุจะมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพ ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุก็ไม่ใช่ภาษาที่ถูกเลือกมาใช้ในการเรียนการสอนเป็นภาษาแรกในหลายสถาบันการศึกษา [2]

จากงานวิจัย [1] ซึ่งพบว่า เมื่อผู้เรียนได้เริ่มต้นเรียนรู้ฝึกฝนรูปแบบภาษาโปรแกรมอื่นเช่น รูปแบบภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการและต่อมาเมื่อผู้เรียนต้องถ่ายทอดความรู้การเขียนโปรแกรมที่เคยเรียนรู้มาก่อน มายังรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุนั้นจะทำได้ยาก เนื่องจากรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุมีความเป็นนามธรรมและยากที่จะเข้าใจ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้ที่เริ่มต้นเรียนรู้ด้วยภาษาเชิงกระบวนการมาก่อนนั้นยากที่จะเข้าใจภาษาเชิงวัตถุ [3]

อย่างไรก็ตาม การใช้รูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำให้ซอฟต์แวร์นั้น บำรุงรักษาง่าย (Maintenance) เนื่องจากโครงสร้างที่มีการแบ่งแยกออกเป็นส่วนๆ อย่างชัดเจน[4] และมีความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ เหล่านั้นด้วย ด้วยเหตุนี้รูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุจึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในวงการการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม [5] Holland [6] กล่าวว่ารูปแบบและเทคนิคที่ดีของการโปรแกรมเชิงวัตถุนั้น ทำให้การสร้างหรือพัฒนาระบบนั้นทำได้โดยใช้เพียงไม่กี่ Module แต่การเริ่มต้นศึกษาด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุนั้น ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจได้ยากในตอนแรก แต่หากเข้าใจแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับที่สูงกว่าได้ง่าย ซึ่งแตกต่างจากการเริ่มต้นเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการที่ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจได้ง่ายในตอนแรก แต่การนำไปประยุกต์ใช้ในระดับที่สูงกว่านั้นทำได้ยาก[7]

ภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมได้เรียนรู้จากสถาบันที่ตนเองจบมานั้นน่าจะเป็นภาษาที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจมากที่สุด แต่ภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมได้เรียนรู้มาก่อนอาจจะมิได้ตรงกับที่องค์กรหรือที่ทำงานใช้ ดังนั้นนักพัฒนาโปรแกรมส่วนใหญ่จำเป็นต้องมีการนำความรู้หลักการของรูปแบบภาษาโปรแกรมที่ได้เรียนรู้มาก่อนหรือที่ตนเองมั่นใจถ่ายทอดหรือนำมาใช้กับภาษาโปรแกรมที่ตนเองต้องทำงานด้วย สถานการณ์ในลักษณะนี้ก็มักจะตรงกับความเป็นจริงที่นักศึกษาเมื่อจบมาใหม่ จำเป็นต้องนำเอาความรู้ที่ตนเองเรียนมามาประยุกต์ใช้ในการทำงาน เพราะฉะนั้น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่ต้องศึกษาวิจัยว่า เมื่อนักพัฒนาโปรแกรมมีความรู้หรือมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมรูปแบบหนึ่ง และจำเป็นต้องมาแก้ไขหรือทำงานกับภาษาโปรแกรมอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งภาษาโปรแกรมทั้งสองนั้น มีรูปแบบของภาษาแตกต่างกันแล้ว นักพัฒนาโปรแกรมจะสามารถประยุกต์ความรู้ภาษาโปรแกรมหนึ่งมาทำความเข้าใจในโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมอีกภาษาหนึ่งได้มากน้อยแค่ไหน รูปแบบของภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมมีความมั่นใจ จะช่วยให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าใจโปรแกรมที่เขียนด้วยอีกภาษาหนึ่งได้มากน้อยอย่างไร เช่น ถ้านักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจกับภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ และเมื่อต้องมาแก้ไขหรือมาทำความเข้าใจกับภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการแล้ว จะทำให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าใจโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเชิงกระบวนการได้ง่ายหรือไม่ ในทาง

ตรงข้าม ถ้านักพัฒนาโปรแกรมมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการแล้ว เมื่อต้องมาทำความเข้าใจในโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเชิงวัตถุ นักพัฒนาโปรแกรมจะสามารถทำความเข้าใจโปรแกรมได้มากน้อยแค่ไหน

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาว่ารูปแบบของภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจ มีผลต่อการทำความเข้าใจโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมที่มีรูปแบบต่างจากที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจหรือไม่ ผลของงานวิจัยจะช่วยแนะนำในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมว่า ภาษาโปรแกรมรูปแบบใดที่ควรเริ่มก่อน และเมื่อต้องมาเรียนภาษาโปรแกรมที่สองแล้วจะได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น หรืออาจจะเป็นประโยชน์ต่อบริษัทซอฟต์แวร์ในการจะรับนักศึกษาจบใหม่ว่า บริษัทจะต้องรับผู้สมัครที่ต้องเรียนภาษาโปรแกรมที่ตรงกับที่บริษัทใช้ เพราะการเรียนรู้ข้ามรูปแบบของภาษาโปรแกรมที่ต่างกันจะทำได้ยาก เสียเวลา หรืออาจจะเป็นไปได้ว่า บริษัทสามารถรับผู้สมัครที่มีประสบการณ์ในภาษาโปรแกรมที่ต่างจากบริษัทใช้งานอยู่ก็ได้ เพราะการเรียนรู้ภาษาโปรแกรมข้ามรูปแบบของภาษาที่แตกต่างกันนั้นเป็นเรื่องที่ไม่ยากและสามารถเรียนรู้โดยไม่ยากนัก บริษัทไม่ต้องเสียเวลามากนักไปกับการฝึกอบรมให้กับผู้สมัคร

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การถ่ายทอดทักษะการเขียนโปรแกรม

การทดลองของ Scholtz [8] พบว่า การถ่ายทอดทักษะไปยังภาษาใหม่ๆ ที่มีความใกล้เคียงกับภาษาที่นักพัฒนาโปรแกรมรู้จักเป็นอย่างดี และภาษาที่ไม่มีความใกล้เคียงกับภาษาที่นักพัฒนาโปรแกรมรู้จักมาก่อน ผลการศึกษา พบว่าการถ่ายทอดทักษะไปยังภาษาใหม่ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับภาษาที่ไม่มีความใกล้เคียงกับภาษาเดิมที่เคยรู้จักเลยนั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นภาษาที่ได้เรียนรู้มาก่อน อาจมีส่วนสำคัญต่อการศึกษาภาษาโปรแกรมใหม่ ในขณะที่ Guzdial, McCracken, Elliott [9] ได้ศึกษา การถ่ายทอดทักษะด้านการเขียนโปรแกรมเช่นกัน โดยทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียน โดยเขาศึกษาว่ากลุ่มนักเรียนที่ศึกษาแมทแลป (MATLAB) มาก่อนนั้น จะสามารถเรียนรู้ภาษาที่มีโครงสร้าง เช่น ภาษาซีได้หรือไม่ และกลุ่มนักเรียนที่ได้ศึกษาภาษาโปรแกรมแบบปกติทั่วไปมาก่อนนั้น จะสามารถทำความเข้าใจกับภาษาที่ไม่มีโครงสร้างหรือไม่มีชนิดของข้อมูล (data type) เช่นแมทแลป(MATLAB)ได้หรือไม่ ข้อสันนิษฐานที่ตั้งไว้คือ การเริ่มต้นเรียนรู้ภาษาโปรแกรมภาษาแรกนั้นควรเริ่มต้นเรียนรู้จากภาษาปกติทั่วๆไป เช่น ภาษาซี จึงจะสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังภาษาที่มีความเฉพาะ เช่นแมท-แลปได้ อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองที่ได้นั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ว่าควรศึกษาภาษาประเภทใดเป็นภาษาแรก

2.2 การวัดความเข้าใจ

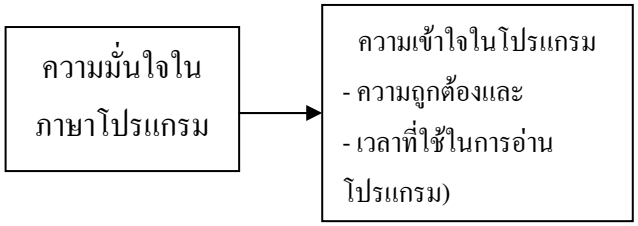
Shneidermann [10] ได้เสนอวิธีการวัดความเข้าใจด้วย Memorization-Recall Test โดยมีวิธีการวัดคือ ให้ผู้เข้าร่วมทำการทดลองศึกษา รหัสต้นฉบับ (Source Code) ที่กำหนดให้ ภายในระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด รหัสต้นฉบับจะถูกเก็บไป และให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเขียนถึงสิ่งที่จดจำได้จาก รหัสต้นฉบับ ดังกล่าว

2.3 ความมั่นใจในการเขียนโปรแกรม

Wiedenbeck, LaBelle และ Kain [14] ได้พยายามวิเคราะห์ว่าอะไรที่ทำให้ผู้เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมนั้นประสบความสำเร็จแตกต่างกัน ผู้เรียนส่วนใหญ่มักจะพบกับความล้มเหลว ไม่เข้าใจในการเขียนโปรแกรม ในขณะที่บางส่วนกลับประสบความสำเร็จและเรียนรู้การเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี โดยทำการศึกษาในชั้นเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมพื้นฐานที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมน้อยมาก และทดสอบความมั่นใจในตนเองด้านการเขียนโปรแกรม พบว่าผู้ที่มีความมั่นใจและผู้ที่มีประสบการณ์การเขียนโปรแกรมมาก่อนจะมีความมั่นในตนเอง ทำให้สามารถเขียนและทำความเข้าใจในโปรแกรมได้ทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาภาพที่ 1 รูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัวแปรต้น คือ รูปแบบของภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจ มีผลต่อการทำความเข้าใจโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาโปรแกรมที่มีรูปแบบต่างจากที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจหรือไม่ โดยตัวแปรตามความเข้าใจในโปรแกรมจะวัดผลจากเวลาที่ใช้ในการทำความเข้าใจโปรแกรมและคะแนนความถูกต้องในการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรม



ภาพที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 แบบสอบถาม มี 2 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม และ ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์ด้านการเขียนโปรแกรม ได้แก่ ภาษาโปรแกรมที่เรียนรู้เป็นภาษาแรก รูปแบบการเขียนภาษาโปรแกรมที่เรียนรู้เป็นรูปแบบแรก รูปแบบภาษาโปรแกรมที่มีความมั่นใจ ประสบการณ์การทำงาน ฯลฯ

3.1.2 รหัสต้นฉบับ (Source Code)

งานวิจัยนี้เลือกใช้ภาษาซีและจาวา เนื่องจากภาษาซี เป็นอีกหนึ่งรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการ และถูกใช้กันมาอย่างแพร่หลายตั้งแต่ปี 1972 ในขณะที่จาวาเป็นภาษารูปแบบการโปรแกรมเชิงวัตถุก็เริ่มเป็นที่นิยมตั้งแต่ปี 1990 เป็นต้นมา [7]

ในงานวิจัยนี้ เป็นการทดลองที่จะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองอ่านรหัสต้นฉบับของโปรแกรม ที่เขียนเป็นการทำงานของการเรียงลำดับข้อมูลด้วยวิธีแบบแพนเค้ก (Pancake Sort) และการเรียงลำดับแบบฐาน (Radix Sort) แต่มีระดับความซับซ้อนด้านเวลา (Time Complexity) เท่ากัน [11] โดยการเรียงลำดับข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ เขียนด้วยภาษาซีที่เป็นการเขียนแบบเชิงกระบวนการ และเขียนด้วยภาษาจาวาที่เป็นรูปแบบการโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้ได้รหัสต้นฉบับทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดมีประมาณ 70-80 บรรทัด การตั้งชื่อตัวแปร และชื่อฟังก์ชันของรหัสต้นฉบับ ทั้ง 4 ชุด นี้จะไม่สื่อความหมายๆใด เพื่อป้องกันมิให้เกิดความลำเอียงในการทดลอง เนื่องจากชื่อที่สื่อความหมายนั้นมีผลต่อความเข้าใจในโปรแกรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้ที่มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมหรือความเชี่ยวชาญทางภาษา [12]

ผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละคนจะได้ทำการทดลองกับรหัสต้นฉบับ คนละ 2 ชุด คือชุดที่ถูกเขียนด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการด้วยภาษาซีและ รูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษาจาวา โดยทั้ง 2 ชุดนี้มี 1 ชุด เป็น การเรียงลำดับแบบแพนเค้ก และอีก 1 ชุดเป็นการเรียงลำดับแบบฐาน โดยที่ผู้เข้าร่วมการทดลองจะไม่ทราบมาก่อนว่า รหัสต้นฉบับ ทั้ง 2 ชุดนี้มีการทำงานเกี่ยวกับอะไร

3.1.3 แบบทดสอบวัดความเข้าใจ

แบบทดสอบวัดความเข้าใจที่ใช้ในการทดลองนี้ มีทั้งหมด 5 ข้อ โดยมี 1 ข้อ ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเขียนตอบว่า รหัสต้นฉบับที่ได้อ่านไปนั้นมีลักษณะการทำงานอย่างไร และ อีก 4 ข้อ เป็นการเติมคำตอบในช่องว่าง

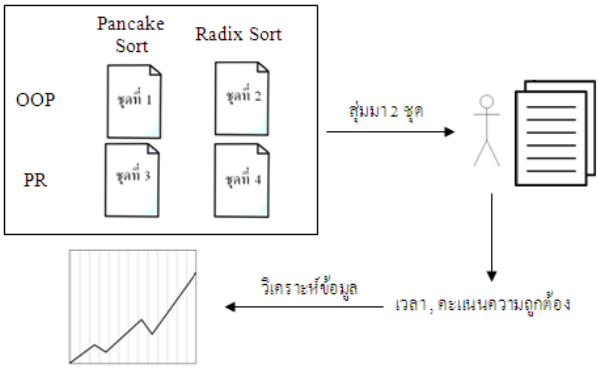
3.2 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

การทดลองนี้ มีผู้เข้าร่วมการทดลอง 17 คน เป็นชาย 14 คน และหญิง 3 คน มีอายุเฉลี่ย 24 – 29 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ ประกอบอาชีพในวงการการพัฒนาซอฟต์แวร์ 15 คน และอีก 2 คนเป็นนักศึกษาปริญญาโทคณะวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

52.94 เปอร์เซ็นต์ เริ่มต้นเรียนรู้ด้วยรูปแบบภาษาโปรแกรมเชิงกระบวน การเป็นรูปแบบแรก และ 47.06 เปอร์เซ็นต์ เริ่มต้นเรียนรู้ด้วยรูปแบบภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุเป็นรูปแบบแรก และ 58.82เปอร์เซ็นต์ ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการและ 41.18เปอร์เซ็นต์ ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ ใน 17 คนนี้มีเพียง 2 คนที่รู้จักการเรียงลำดับแบบฐานและไม่มีผู้ที่รู้จักการเรียงลำดับแบบแพนเค้กเลย

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนแรกให้ผู้เข้าร่วมการทดลองตอบแบบสอบถาม จากนั้นจะได้รับรหัสต้นฉบับและแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรม ชุดที่ 1 แก่ผู้เข้าร่วมการทดลอง แล้วเริ่มต้นจับเวลาจนกระทั่งผู้เข้าร่วมการทดลองตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อย จากนั้น ให้รหัสต้นฉบับ และแบบทดสอบชุดที่ 2 แล้วเริ่มต้นจับเวลา จนกระทั่งผู้เข้าร่วมการทดลองตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยดังแสดงเป็นแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 เวลาที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุใช้เวลาในการศึกษารหัสต้นฉบับที่ถูกเขียนด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 27.30 และ 26.23 นาที ตามลำดับ จากการทดสอบ pair t-test [t_6=0.172 , p=0.869] พบว่ารูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ

และผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการใช้เวลาในการศึกษา รหัสต้นฉบับที่ถูกเขียนด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 40.71 และ 30.63 นาที ตามลำดับ จากการทดสอบ pair t-test [t_9=1.300 , p=0.226] พบว่า รูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ และจากการทดสอบ t-test โดยภาพรวมแล้ว [$t_{25.637}$=1.211 , p=0.237] พบว่าความมั่นใจในรูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ

ตารางที่ 1: เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ

ความมั่นใจ	รหัสต้นฉบับ	คะแนนเฉลี่ย	SD.
OOP	OOP	3.71	2.22
	PR	3.29	1.38
PR	OOP	4.00	1.16
	PR	3.50	1.51

กำหนดให้ OOP = โปรแกรมเชิงวัตถุ , PR = โปรแกรมเชิงกระบวนการ

4.2 คะแนนความถูกต้องในการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรม

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ มีคะแนนความถูกต้องในการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรมที่เขียนด้วยรูปแบบการโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 3.71 และ 3.29 คะแนนตามลำดับ จากการทดสอบ pair t-test [t_6=0.660 , p=0.534] พบว่ารูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้อง

และผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในภาษาโปรแกรมเชิงกระบวนการมีคะแนนความถูกต้องในการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรมที่เขียนด้วยรูปแบบภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 4.00 และ 3.50 คะแนน ตามลำดับ จากการทดสอบ pair t-test [t_9=1.103 , p=0.299] พบว่ารูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้อง และจากการทดสอบ t-test โดยภาพรวมแล้ว [t_{32}=0.903 , p=0.373] พบว่าความมั่นใจในรูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้องความเข้าใจในโปรแกรม

4.3 คะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ มีคะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ ที่ถูกเขียนด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 0.14 และ 0.16 คะแนน/นาที ตามลำดับ จากการทดสอบสถิติ pair t-test [t_6= -0.407 , p=0.698] พบว่ารูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ และผู้เข้าร่วมการทดลองที่ระบุว่าตนเองมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการมีคะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ ที่ถูกเขียนด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุและเชิงกระบวนการเฉลี่ย 0.13 และ 0.12 คะแนน/นาที ตามลำดับ และเช่นเดียวกัน จากการทดสอบ pair t-test [t_9=0.134 , p=0.897] พบว่ารูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ และจากการทดสอบทางสถิติ t-test โดยภาพรวมแล้ว [$t_{29.229}$= -0.227, p=0.822] ก็พบว่าความมั่นใจในรูปแบบภาษาโปรแกรมไม่มีผลต่อคะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษารหัสต้นฉบับ

ตารางที่ 2: คะแนนความถูกต้องเฉลี่ยในการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรม

ความมั่นใจ	รหัสต้นฉบับ	เวลาเฉลี่ย	SD.
OOP	OOP	27.30	12.55
	PR	26.23	12.89
PR	OOP	40.71	20.95
	PR	30.63	9.50

กำหนดให้ OOP = โปรแกรมเชิงวัตถุ , PR = โปรแกรมเชิงกระบวนการ

ตารางที่ 3: คะแนนความถูกต้องต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษา รหัสต้นฉบับ

ความมั่นใจ	รหัสต้นฉบับ	คะแนน/นาที	SD.
OOP	OOP	0.14	0.76
	PR	0.16	0.13
PR	OOP	0.13	0.07
	PR	0.12	0.07

กำหนดให้ OOP = โปรแกรมเชิงวัตถุ , PR = โปรแกรมเชิงกระบวนการ

5. อภิปรายผลการทดลอง

มีผู้เข้าร่วมการทดลอง 3 คนที่ไม่เคยเขียนภาษาจาวามาก่อน แต่ก็สามารถทำการทดลองในส่วนที่เป็นภาษาจาวาได้ แสดงว่าการศึกษาโปรแกรมที่ไม่มีความคุ้นเคยสามารถเกิดการถ่ายทอดความรู้ได้ [12]

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับผู้เข้าร่วมการทดลองทั้ง 2 กลุ่มนั่นอาจเป็นผลมาจากภาษาซี และจาวามีลักษณะโครงสร้างทางไวยกรณ์ที่คล้ายคลึงกันมาก จึงอาจมีผลกระทบต่อการทดลองคือทำให้การทดลองไม่มีความแตกต่างกัน อีกทั้งมีผู้เข้าร่วมการทดลองคนหนึ่งกล่าวว่า เมื่อเขารู้แล้วว่ารหัสต้นฉบับชุดที่ 1 เป็นการเรียงลำดับข้อมูลเขาก็พอจะเดาได้ว่าชุดที่ 2 ต้องเป็นการเรียงลำดับข้อมูลเช่นกัน แล้วก็เป็นจริงตามนั้น เมื่อเขาได้อ่าน รหัสต้นฉบับชุดที่ 2

การให้ผู้เข้าร่วมการทดลองอ่านรหัสต้นฉบับทั้งสองชุดในเวลาติดกัน อาจทำให้เกิดความเหนื่อยล้าในการทำการทดลองชุดที่ 2 ซึ่งสังเกตได้จากผลการตอบแบบทดสอบความเข้าใจในโปรแกรมของผู้เข้าร่วมการทดลองคนหนึ่งที่ตอบคำถามในชุดที่สองโดยการนำค่า Input ของรหัสต้นฉบับชุดที่ 1 มาตอบ นั่นแสดงว่าผู้เข้าร่วมการทดลองคนนี้อาจไม่ได้อ่านรหัสต้นฉบับ ชุดที่ 2 อย่างครบถ้วนเป็นผลมาจากความเหนื่อยล้าจากการทำ รหัสต้นฉบับชุดที่ 1 มานั่นเอง

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้ที่มีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุและการเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังอีกรูปแบบหนึ่งได้ โดยที่ความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมและรูปแบบของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมไม่มีผลต่อการทำความเข้าใจในโปรแกรม ดังนั้นการเริ่มต้นเรียนรู้การเขียนโปรแกรมสามารถเริ่มต้นเรียนรู้จากรูปแบบการเขียนโปรแกรมรูปแบบใดก็ได้

งานวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวรูปแบบภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาโปรแกรมมั่นใจกับการแก้ไขปัญหาโปรแกรมที่เขียนด้วยรูปแบบภาษาโปรแกรมต่างกันสองรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยได้พบปัญหาหลายด้านที่ต้องดำเนินการปรับปรุงต่อไป เช่น ควรเลือกใช้ภาษาโปรแกรมที่มีรูปแบบแตกต่างกันอย่างชัดเจนและควรเลือกโจทย์ของปัญหาที่มีความแตกต่างกัน หรือเป็นโปรแกรมที่มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการคาดเดาหรือผลกระทบจากการทดลองก่อนหน้า และเพื่อป้องกันผลการทดลองที่คาดเคลื่อนอันมีสาเหตุมาจากความเหนื่อยล้าในการทำการทดลอง อาจเปลี่ยนรูปแบบการทดลองโดยการทดสอบเพียง 1 โจทย์ปัญหาต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง 1 คน

เอกสารอ้างอิง

[1] อารีย์ มยังพงษ์,"สภาพความต้องการและคุณสมบัติของบุคลากรด้านซอฟต์แวร์ในประเทศไทย" คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, งานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553.

[2] Andrew Black, Kim B. Bruce, James Noble. “Panel: designing the next educational programming language”. *The ACM international conference companion on Object oriented programming systems languages and applications companion* . pp. 201-204. 2010.

[3] Justin Solomon. “Programming as a Second Language”. *Learning & Leading with Technology*, Dec-Jan 2004-05. v32 n4. p34-39.

[4] Hoffman, M.A, “Methodology to support the maintenance of object-oriented systems using impact analysis”. Ph.D. Thesis, Louisiana State University. 2000.

[5] Nor Fazlida Mohd Sani, Abdullah Mohd. Zin, Sufian Idris, “Implementation of CONCEIVER++: An Object-Oriented

Program Understanding System". *Journal of Computer Science* , vol. 5, no. 12, 2009, pp. 1009-1019.

[6] Lieberherr, K.J. and I.M. Holland. "Assuring good style for object-oriented programs". *IEEE. Software*, 6: 38-48. 1989.

[7] Bongsue Suh. "Development and application of an integrated course for procedural and object-oriented programming languages in EE". *TENCON 2007 - 2007 IEEE Region 10 Conference*.

[8] Jean C. Scholtz. "A transfer of skill between programming Language". *ACM SIGCHI Bulletin* . Vol 21, November 1989.

[9] M.Guzdial , W.M. McCracken, A. Elliott. "Task specific programming languages as a first programming language". *Frontiers in Education Conference, 1997. 27th Annual Conference. Teaching and Learning in an Era of Change. Proceedings.*

[10] Shneiderman, B., "Measuring computer program quality and comprehension", *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol 9, 1977, pp465-478.

[1] wikipedia.(2012,10,25).Sorting_algorithm,]Available:http://en.wikipedia.org/wiki/Sorting_algorithm.

[12] Scott Blinman. "Program comprehension: investigating the effects of naming style and documentation". *Proceeding AUIC '05 Proceedings of the Sixth Australasian conference on User interface* - Volume 40 Pages 73-78.

[13] Andrew Jensen, Ko Bob Uttl. "Individual Differences in Program Comprehension Strategies in Unfamiliar Programming Systems". *11th International Workshop on Program Comprehension* .2003.

[14] Susan Wiedenbeck, Deborah LaBelle, Vennila N.R. Kain. "Factors Affecting Course Outcomes in Introductory Programming". 16th Workshop of the Psychology Interest Group. Carlow, Ireland, 2004.

วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียนผู้พิการทางสายตา
A Pinpoint Material on a Barcode Symbol of the Barcode Readable System for the Blind Students

ยุพดี หัตถสิน (Yutthadee Hutthasin)[1] ธวัชชัย ตาใจ (Thawatchai Trajai)[2]
และอรรถพล ณ ตะกั่วทุ่ง (Autthaphon Na Takuathung)[3]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่
[1]UHT@rmutl.ac.th, [2]Desperado_ball@hotmail.com, [3]pug_attapon@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางเพื่อช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนให้แก่บุคลากรผู้สอนที่มีไม่เพียงพอสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอด ซึ่งมีขบวนการสอนแบบตัวต่อตัวโดยจับมือนักเรียนไปคลำสัมผัสที่สื่อการสอนแล้วอธิบายโดยให้นักเรียนจินตนาการตาม อีกทั้งผู้สอนต้องอธิบายซ้ำหลายๆ รอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด และออกแบบวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน ช่วยให้มีสมาธิในการเรียนของนักเรียน และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยสรุปเป็นเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจได้ว่าการใช้งานด้านฮาร์ดแวร์เป็น 84% ด้านโปรแกรมระบบเป็น 78% ด้านคุณูปการเป็น 82% และด้านภาพรวมเฉลี่ยเป็น 82% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผู้พิการทางสายตา ซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียง บาร์โค้ด ระบบช่วยอ่านสื่อการสอนจากบาร์โค้ด

Abstract

This paper proposes an approach to help the teaching staffs whoare not enoughto teach at a school for the blind. Ataught process isone by one. A teacher must describe and bring student's hands to grope and perceive an instruction media based on imagination. The teacher has to explain over and over for students to understand. This research is applied using barcode technology and designed materials for pointing a barcode in order to enhance teaching. This allows students to concentrate on learning and to encourage students to learn by themselves. The study revealed that the satisfy percentage in the hardware is 84%, the system software is 78%, the contribution is 82%, and the overall average is 82%, respectively.

Keyword: Blind Man, Voice Synthesis Software, Barcode, Barcode Readable System

1. บทนำ

สื่อการเรียนการสอนในโลกนี้มีหลากหลายชนิด แต่มีอยู่จำกัดสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอด นัยยะเดียวกัน บุคลากรผู้สอนก็มีอยู่มากมาย แต่มีไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนผู้พิการจากการไปศึกษาที่โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ [1] ได้พบปัญหาว่าการที่นักเรียนต้องเข้าเรียนโดยอาศัยสื่อการสอนประกอบด้วยนั้นจำเป็นต้องมีอาจารย์เป็นคนดูแล ตัวนักเรียนเองไม่สามารถที่จะเรียนรู้สื่อการสอนชนิดต่างๆ นั้นได้ด้วยตัวเอง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีผู้สอนคอยบรรยายแบบประชิดตัวเสมอ แต่การบรรยายและดูแลก็ไม่สามารถทำได้ทั่วถึงเพราะจำนวนผู้สอนมีน้อยกว่าจำนวนนักเรียนตาบอด ทำให้หลายๆ ครั้งเกิดการล่าช้าในการสอนและเกิดความเหนื่อยล้าที่จะต้องอธิบายเนื้อหาในสื่อการสอนต่างๆด้วยตัวของผู้สอนเอง อีกทั้งขบวนการเรียนรู้ในห้องเรียนมักสอนแบบตัวต่อตัวโดยใช้มือคลำสัมผัสสื่อการสอนนั้น แล้วค่อยอธิบายเหตุการณ์ไปตามลำดับโดยให้นักเรียนจินตนาการตาม

ในปัจจุบันสื่อการสอนต่างๆที่ได้ผลิตขึ้นเพื่อสนับสนุนการเรียนสำหรับผู้พิการมีจำนวนเพิ่มขึ้นในขณะที่บุคลากรผู้สอนก็ไม่ได้เพิ่มจำนวนตามสื่อการสอนนั้นๆ ด้วยเหตุนี้ เพื่อช่วยเพิ่ม

โอกาสในการศึกษาให้แก่นักเรียนผู้ตาบอด เพื่อช่วยเสริมหนุนประสิทธิภาพให้แก่บุคลากรผู้สอน งานวิจัยนี้จึงถูกจัดทำขึ้นโดยการประยุกต์เทคโนโลยีบาร์โค้ดพร้อมทั้งสร้างวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดเพื่อให้นักเรียนใช้งานได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีการออกแบบแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ และมีการจัดทำซอฟต์แวร์ที่จะบันทึกข้อมูลของสื่อการสอนนั้นไว้ในสัญลักษณ์ของบาร์โค้ดแล้วทำการสื่อสารโดยใช้เสียงพูดบรรยายทางลำโพง อีกทั้งเป็นการช่วยแก้ปัญหาบุคลากรผู้สอนที่ไม่เพียงพอได้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สื่อการสอนสำหรับนักเรียนผู้พิการได้ถูกสร้างไว้ก่อนหน้านั้นแล้ว ที่โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยอาจารย์ศิริพร [1] ซึ่งแสดงได้ในด้านซ้ายมือบนของภาพที่ 1 และการวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดเข้ามาช่วย ในขณะที่ งานวิจัยไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา [2] มีการใช้เอาต์พุตเป็นสัญญาณเสียง มีการนำเทคโนโลยีตัวตรวจจับชนิดจำแนกความถี่วิทยุ จะแตกต่างกันคือไม้เท้านั้นมีไว้แค่ช่วยบอกทางผู้พิการแต่วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งจะช่วยให้นักเรียนผู้พิการสามารถเรียนรู้เรื่องที่อยากเรียนได้ด้วยตัวเอง ส่วนเครื่องช่วยคนตาบอด [3] มีการใช้แว่นตาที่มีเซ็นเซอร์เพื่อส่งเสียงบอกถึงสิ่งที่กีดขวางไปยังหูฟังที่ผู้พิการใส่ทำให้รับรู้ได้ก่อนก้าวขาเดิน แต่อาจมีข้อเสียด้านความแม่นยำ ส่วนนวัตกรรมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ยาในคนตาบอด [4] และเครื่องอ่านฉลากยา [5] ก็เป็นงานวิจัยที่ช่วยให้ผู้พิการสามารถใช้ยาหรือทานยาได้ด้วยตัวเอง จุดด้อยของทั้งสองงานวิจัยนี้คือ บนขวดยาที่ติดบาร์โค้ดหรือฉลากยาอยู่นั้นไม่มีตำแหน่งที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้พิการได้สัมผัสหรือนำไปสแกนได้ทำให้ลำบากและยากต่อการใช้งานของผู้พิการ ในขณะที่งานวิจัยที่กำลังนำเสนอนี้ จะมีวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งของบาร์โค้ดเพื่อให้ผู้พิการใช้มือคลำสัมผัสตำแหน่งแล้วใช้เครื่องสแกนได้ด้วยตัวเองและแม่นยำ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและการสร้างระบบ

เริ่มจากการศึกษาความเป็นไปได้และภาพรวมของระบบหาข้อมูลของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ ออกแบบวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ด ออกแบบผังงานระบบ ดังแสดงในภาพที่ 1 มีลำดับการทำงานดังต่อไปนี้

ลำดับที่ 1 ทุกสื่อการสอน ถูกสร้างจากอาจารย์ศิริพร [1] และถูกนำมาแปะติดด้วยวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดที่ได้ออกแบบไว้เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้มือคลำและยิงเครื่องสแกนบาร์โค้ด [6] ได้ด้วยตัวเอง

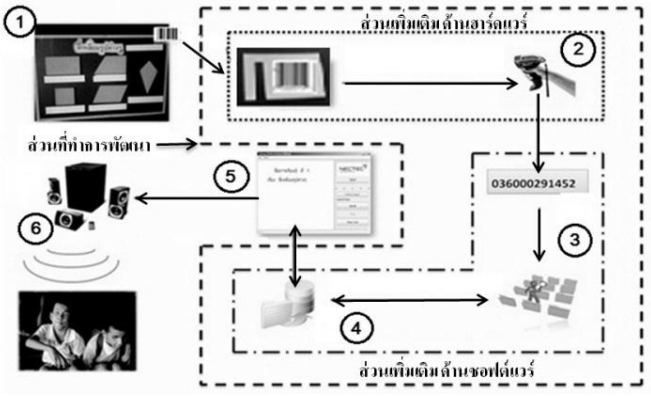
ลำดับที่ 2 เครื่องสแกนบาร์โค้ด จะถูกยิงไปที่สัญลักษณ์บาร์โค้ด [7] ที่ติดอยู่บนสื่อการสอน

ลำดับที่ 3 โปรแกรมสแกนบาร์โค้ด [8] จะผลิตชุดตัวเลข ในที่นี้กำหนดใช้บาร์โค้ดแบบ EAN-13 ซึ่งได้เลข 1 ชุด [9]

ลำดับที่ 4 Database จะถูกตรวจสอบเมื่อเลขชุดถูกนำมาเปรียบเทียบ หากได้ชุดข้อมูลที่ตรงกันแล้ว ก็จะส่งรหัสของชุดข้อมูลนั้นไปยังลำดับที่ 5

ลำดับที่ 5 โปรแกรม Vaja [10] จะทำการวิเคราะห์ตัวหนังสือของสื่อการสอนในฐานข้อมูลแล้วสังเคราะห์ออกมาเป็นเสียงพูด พร้อมส่งสัญญาณเสียงไปยังลำดับที่ 6

ลำดับที่ 6 ลำโพงจะทำการขยายสัญญาณพร้อมแปลงเสียงพูดส่งต่อไปยังผู้ฟัง



ภาพที่ 1: องค์ประกอบทั้งหมดของระบบ

3.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

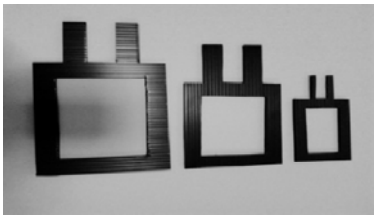
การออกแบบมีอยู่ 5 ลำดับคือ 1) ออกแบบโครงร่างเพื่อให้ผู้พิการสามารถใช้เครื่องสแกนได้ด้วยตนเอง มีการประยุกต์ใช้วัสดุฟิวเจอร์บอร์ด 2) ออกแบบปรับปรุงโครงร่างครั้งที่ 2 เพื่อให้คลำหาตำแหน่งชี้บาร์โค้ดได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งเปลี่ยนเป็นวัสดุแผ่นโฟมสี 3) ออกแบบปรับปรุงครั้งที่ 3 ด้วย

การเปลี่ยนไปใช้วัสดุแผ่นพลาสติกใสม้วน 4) ออกแบบปรับปรุงเพิ่มเติมตรงขอบมุมของวัสดุแผ่นพลาสติกใสม้วน และ 5) ออกแบบวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งนำเสนอหัวข้อตามลำดับ

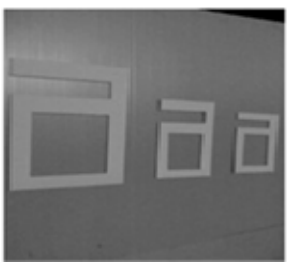
3.2.1 การออกแบบโครงร่างวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดเพื่อผู้พิการสามารถช่วยตนเองได้

การใช้เครื่องสแกนบาร์โค้ดในกรณีที่ขาดแคลนบุคลากรผู้สอนให้ความรู้ นักเรียนจำเป็นต้องลงมือสแกนเอง และปัญหาที่ตามมาก็คือ การไม่สามารถทราบตำแหน่งแน่ชัดของบริเวณที่บาร์โค้ดติดอยู่บนสื่อการสอน หรือแม้กระทั่งเมื่อคลำหาเจอแล้ว นักเรียนก็อาจจะสแกนไม่ตรงตำแหน่ง เช่น สแกนเอียงซ้าย-ขวา หรืออาจไม่โดนตำแหน่งที่บาร์โค้ดติดอยู่ ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการคลำหาและรับรู้ตำแหน่งบาร์โค้ดที่ติดอยู่พร้อมสแกนได้แม่นเป้าหมาย จึงได้มีการออกแบบวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งและวิธีใช้งานง่ายๆ ขึ้น

การออกแบบครั้งแรกจะใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ซึ่งมีการวาดแบบไว้ 3 ขนาดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ จากนั้นตัดออกมาได้แบบจริงดังภาพที่ 2.(ก) โดยซ้ายมือสุดเป็นขนาดใหญ่ แล้วมีช่องให้นิ้วสัมผัสขนาดกว้าง 2 ซม. ตรงกลางเป็นขนาดกลาง มีช่องให้นิ้วสัมผัสขนาดกว้าง 1.5 ซม. ส่วนขวามือสุดเป็นขนาดเล็กมีช่องให้นิ้วสัมผัสขนาดกว้าง 1 ซม. ตามลำดับ



(ก) ฟิวเจอร์บอร์ด



(ข) แผ่นโฟมสี

(ค) แผ่นพลาสติกใสม้วน

ภาพที่ 2: แบบที่ตัดจริงซึ่งได้ปรับปรุงใหม่ทั้ง 3 ขนาด

3.2.2 การออกแบบปรับปรุงโครงร่างครั้งที่ 2 และชนิดของวัสดุ

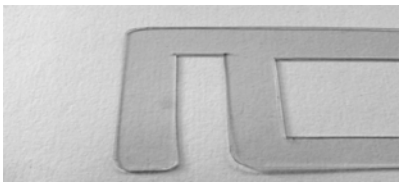
จากครั้งแรก วัสดุฟิวเจอร์บอร์ดยังมีข้อบกพร่องเมื่อได้ไปสำรวจและได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ศิริพร [1] เพราะว่ามีความแข็งทำให้ยากในการตัดตกแต่ง และยังมีความคมขอบของตัววัสดุเอง ดังนั้นจึงได้เปลี่ยนวัสดุมาเป็นแผ่นโฟมสี ซึ่งมีคุณสมบัติอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการตัดแต่ง และไม่เป็นอันตรายให้กับนักเรียนผู้พิการในการหยิบจับ แสดงได้ดังภาพที่ 2.(ข)

3.2.3 การออกแบบปรับปรุงครั้งที่ 3 และชนิดของวัสดุ

จากครั้งที่สอง เมื่อได้นำไปใช้งานจริงๆ แล้วปรากฏว่ามีความอ่อนนุ่มจริงแต่ไม่ทนทาน ดังนั้นจึงได้ทำการเปลี่ยนไปใช้วัสดุแผ่นพลาสติกใสม้วน [11] ซึ่งนอกจากจะมีลักษณะอ่อนนุ่มแล้ว ยังเหนียวทนทาน โดยทั้ง 2 วัสดุช่วงหลังนี้ได้มีการออกแบบร่างใหม่จากคำแนะนำของอาจารย์ศิริพร [1] ให้มีรูปลักษณะวัสดุที่คล้ายตัว a เพื่อให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับนักเรียนผู้พิการ ในภาพที่ 2.(ค) เป็นวัสดุที่ใช้จริง

3.2.4 การปรับปรุงเพิ่มเติมตรงขอบของวัสดุชี้ตำแหน่ง

การสร้างแบบจากภาพที่ 2.(ค) เมื่อนำไปทดลองจริง ก็ได้พบข้อบกพร่อง เพราะมุมของแบบมีความแหลมคม ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยต่อนักเรียนผู้พิการ จึงตัดขอบมุมทุกๆ ด้านทิ้งไปให้มีลักษณะโค้งมนดังภาพที่ 3 เพื่อให้วัสดุใช้งานได้ดียิ่งขึ้นและไม่เป็นอันตรายต่อนักเรียนผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3: ตัดแต่งมุมของวัสดุชี้ตำแหน่งให้มีลักษณะโค้งมน

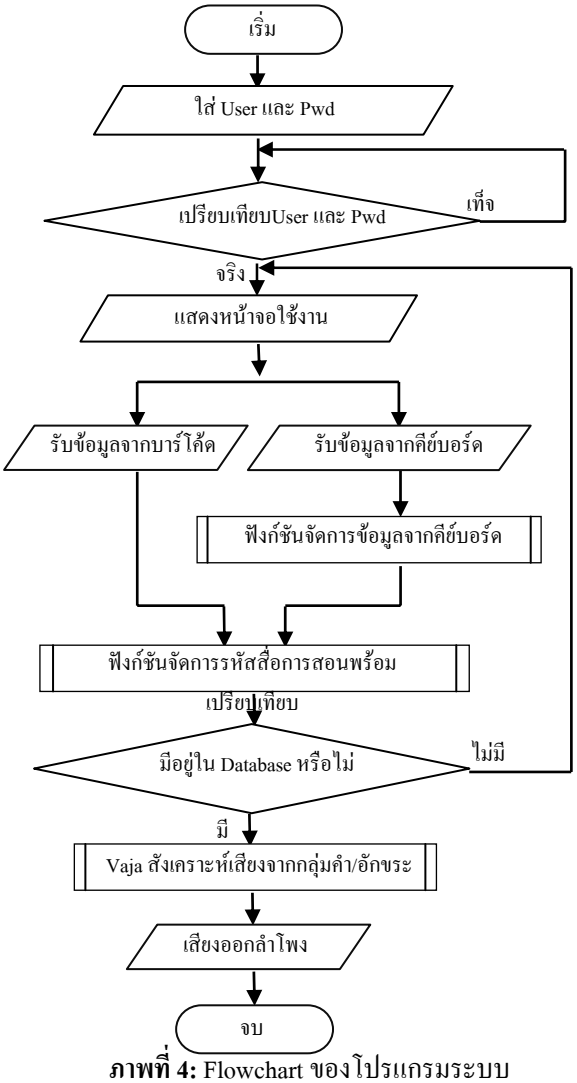
3.2.5 การออกแบบวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการประเมิน

ในการออกแบบจำเป็นต้องมีการสำรวจจากผู้ใช้งานเพื่อที่จะได้ชิ้นงานที่มีความเหมาะสมและใช้งานได้ในชีวิตจริง จึงต้องทำวัสดุตัวอย่างขึ้นมาเพื่อใช้ในการสำรวจและประเมินผลการใช้งานเพื่อให้ได้ชิ้นงานและขนาดที่เหมาะกับผู้ใช้งานตรงตามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยคณะผู้วิจัยได้นำวัสดุทั้ง 3 ชนิดที่ได้ตัดแต่งตามแบบจริงแล้วทำเป็นต้นแบบ

ประเมินทั้งสามขนาดของ เล็ก กลาง และใหญ่ เพื่อนำไปใช้ทดสอบจริงในห้องเรียน

3.3 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์

การทำงานของโปรแกรมระบบแสดงดังภาพที่ 4 เมื่อเข้าสู่หน้าโปรแกรม จะต้องทำการ Login เพื่อให้เกิดความปลอดภัย จากนั้นจึงสามารถดูรายละเอียดและทำการเพิ่ม ลด แก้ไข บันทึกข้อมูลต่างๆ ในฟังก์ชันจัดการข้อมูลจากคีย์บอร์ด ให้ลงสู่ Database ได้ อีกทั้งกำเนิดรหัสสื่อการสอนแล้วส่งเข้าสู่ฟังก์ชันจัดการรหัสสื่อการสอนพร้อมเปรียบเทียบได้เช่นเดียวกับส่วนที่รับข้อมูลจากบาร์โค้ด จะมีการเปรียบเทียบชุดตัวเลขจากบาร์โค้ดกับชุดตัวเลขใน Database จากนั้นจึงส่งผลเปรียบเทียบไปยังโปรแกรม Vaja [11] ซึ่งทำการสังเคราะห์คำพูด แล้วส่งสัญญาณเป็นเสียงพูดออกมาทางลำโพง โปรแกรมระบบดังกล่าวใช้ Visual Basic 6 [12] ในการเขียนโปรแกรม และใช้ Microsoft Access [13] ในการสร้าง Database



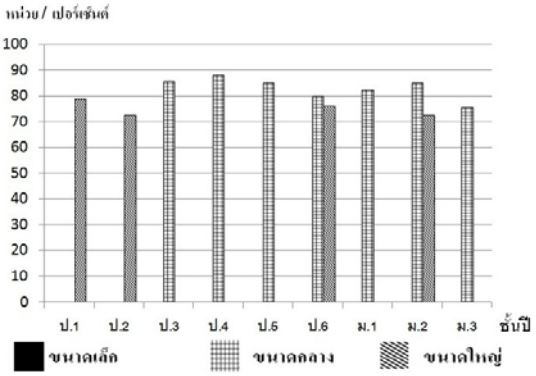
ภาพที่ 4: Flowchart ของโปรแกรมระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดลองทางด้านฮาร์ดแวร์

เนื่องจากวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดในงานวิจัยนี้ ยังไม่มีการออกแบบมาก่อนจึงทำให้ไม่มีต้นแบบที่เป็นมาตรฐานในการผลิตวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ด คณะผู้วิจัยจำเป็นต้องทำการสำรวจ ออกแบบ วิจัย หาค่ามาตรฐานของวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดเพื่อให้ได้ค่ามาตรฐานเดียวกัน โดยใช้วัสดุตัวอย่างจากข้อที่ 3.2.5 มาใช้ในการหาผลประเมิน โดยได้ทดสอบกับเด็กชายและเด็กหญิงจากระดับชั้น ป.1 - ม.3 โดยสุ่มตัวอย่างจากเด็กในแต่ละห้องๆ ละสองถึงสามคน รวมทั้งหมดเป็นจำนวน 30 คนเพื่อช่วยให้คะแนนประเมิน ผลคะแนนที่ได้จะนำมาใช้เป็นค่ามาตรฐานต้นแบบของวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดแล้วนำมาสรุปเป็นกราฟต่อไปทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ โดยวัสดุแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ในภาพที่ 5 แสดงนักเรียนผู้พิการกำลังทดลองใช้มือคลำสัมผัสวัสดุ และสามารถใช้เครื่องสแกนบาร์โค้ดได้ด้วยตนเอง

ภาพที่ 5: นักเรียนทดลองใช้วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ด



ภาพที่ 6: ผลการประเมินหาขนาดของวัสดุระหว่างขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ จากพื้นฐานจากแผ่นพลาสติกใสม้วน

4.2 การประเมินและผลวิเคราะห์ด้านวัสดุชี้ตำแหน่งบาร์โค้ด

ในภาพที่ 6 เป็นกราฟที่รวมคะแนนการประเมินของทั้งสามวัสดุไว้ในแต่ละขนาด วิเคราะห์ได้ว่า จากตัวอย่างวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดโดยภาพรวม นักเรียนชื่นชอบพลาสติกใสม้วนขนาดกลางมากที่สุด มีการเลือกรูปลักษณะวัสดุที่คล้ายตัว a เพื่อให้เป็นฟอร์มมาตรฐานต้นแบบ สรุปได้ว่าวัสดุขนาดกลาง (1.5 ซม.) นั้นเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่สุด เนื่องจากในกราฟแท่งวัสดุพลาสติกใสม้วนขนาดกลางนั้นมีคะแนนจากผู้ใช้งานในแต่ละระดับชั้นเรียนที่สูงที่สุด และจากผลดังกล่าวจึงได้ใช้ขนาดกลางนี้เป็นค่ามาตรฐานต้นแบบสำหรับนักเรียนผู้พิการในระดับชั้น ป.1 - ม.3

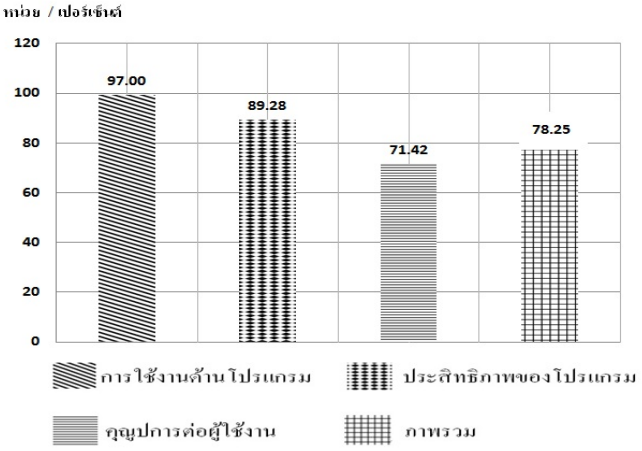
4.3 การทดลองทางด้านซอฟต์แวร์

เมื่อได้ผลประเมินจากข้อที่ 4.2 แล้ว ก็จะต้องทดลองในส่วนของโปรแกรมระบบซึ่งมีหน้าต่างดังภาพที่ 7 ซึ่งอาจารย์ศิริพร [1] ได้ทดลองเป็นผู้ใช้งานโดยมีการใช้งานโปรแกรมตามขั้นตอนต่างๆตั้งแต่การอินพุตข้อมูลด้วยมือ การอินพุตข้อมูลด้วยการสแกนบาร์โค้ด การใช้โหมดเลือกอ่านบาร์โค้ดและเลือกแสดงเสียงบรรยายเนื้อหาสื่อการสอนผ่านลำโพงแบบอัตโนมัติ การพักเสียงชั่วคราว การหยุดเสียง การเพิ่ม-ลดความดังของเสียง การรักษาความปลอดภัยโดยผ่าน Login การค้นหาข้อมูลระบบโดยผ่าน Keyword การแก้ไขข้อมูล การลบไฟล์ การเพิ่มไฟล์ การบันทึกข้อมูลลงไฟล์ การสั่งพิมพ์สัญลักษณ์บาร์โค้ดออกทางเครื่องพิมพ์ เป็นต้นผลการประเมินจะอยู่ในหัวข้อถัดไป

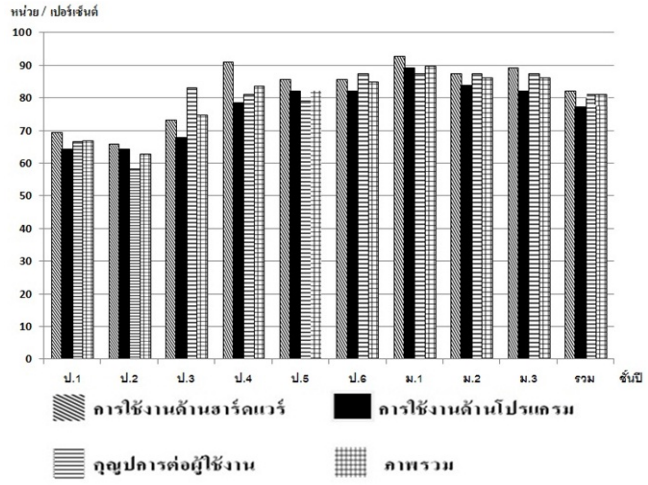
ภาพที่ 7: หน้าต่างโปรแกรมระบบที่สแกนรหัสสื่อการสอน

4.4 การประเมินและผลวิเคราะห์ด้านซอฟต์แวร์

เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่ตรงเป้าหมาย จึงมีการออกแบบใบประเมิน ให้ประกอบไปด้วยการใช้งานด้านโปรแกรม ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม ด้านคุณูปการต่อผู้ใช้งานผลการประเมินแสดงออกมาเป็นกราฟแท่งดังภาพที่ 8 ซึ่งการใช้งานทางด้านโปรแกรมได้ 97% ประสิทธิภาพของโปรแกรมระบบได้ 89.28% คุณูปการต่อผู้ใช้งานได้ 71.42% และเปอร์เซ็นต์ภาพรวมทั้งหมด 78.25% ทำให้วิเคราะห์ได้ว่า งานวิจัยนี้ได้ส่งเสริมประสิทธิภาพการสอน ลดภาระการพูดสอนซ้ำซากของบุคลากรผู้สอน รวมถึงประหยัดพลังงานและเวลา



ภาพที่ 8: ผลประเมินการใช้งานด้านซอฟต์แวร์ที่นำไปทดลองใช้กับผู้ใช้งาน



ภาพที่ 9: ผลประเมินการใช้งานด้านฮาร์ดแวร์และการใช้งานด้านซอฟต์แวร์โดยภาพรวม

4.5 ผลการประเมินและผลการวิเคราะห์โดยภาพรวมด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ภาพที่ 9 คือกราฟที่รวมคะแนนการประเมินของทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โดยภาพรวมทั้งหมด ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์รวมจากการที่ได้ไปสำรวจและได้รับผลการประเมินจากนักเรียนผู้พิการกับบุคลากรผู้สอน จะเห็นได้ว่าทางด้านวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดหรือฮาร์ดแวร์นั้นมีคะแนนเป็น 84% ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีแสดงว่าสามารถตอบรับกับความต้องการของผู้ใช้งาน ส่วนทางด้านโปรแกรมระบบหรือซอฟต์แวร์นั้นก็มีคะแนนของกราฟเป็น 78% ซึ่งใกล้เคียงไม่ต่างจากคะแนนของฮาร์ดแวร์แต่อาจได้น้อยกว่าเพราะว่าในการใช้งานของโปรแกรมระบบนั้น ตัวอาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้ใช้งานเอง ส่วนคุณูปการหรือคุณประโยชน์ต่อผู้ใช้งานเป็น 82% และด้านภาพรวมทั้งหมดเป็น 82% ซึ่งสามารถให้การตอบรับกับความต้องการของทั้งนักเรียนและอาจารย์ผู้สอนเป็นอย่างดี ดังนั้นโดยภาพรวมของงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานได้ชีวิตจริงและส่งผลประโยชน์แก่ผู้ใช้งานทางด้านการเรียนการสอนทั้งกับนักเรียนผู้พิการทางสายตาและบุลากรผู้สอนโดยตรง

5. สรุป

งานวิจัยนี้มีการออกแบบวัสดุโดยใช้ แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด แผ่นโฟมสี และแผ่นพลาสติกใสม้วน มีการทดลองออกแบบอยู่ 4 ครั้ง มีการทำแบบประเมินให้นักเรียน ป.1 - ม.3 และอาจารย์ผู้สอน ผลการประเมินได้เลือกแผ่นพลาสติกใสม้วน เลือกวัสดุขนาดกลางเป็น 1.5 ซม. เลือกรูปลักษณะวัสดุที่คล้ายตัว a เป็นฟอร์มมาตรฐานต้นแบบมีการเขียนโปรแกรมระบบเพื่อช่วยบรรยายเนื้อหาของสื่อการสอนโดยอาศัยอุปกรณ์บาร์โค้ด งานวิจัยนี้จึงช่วยให้นักเรียนสามารถใช้งานได้ด้วยตัวเองและยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ผู้สอนและช่วยแบ่งเบาภาระในการสอนให้แก่อาจารย์ผู้สอน ผลของงานวิจัยสรุปเป็นเปอร์เซ็นต์ความพึงพอใจได้ว่า การใช้งานด้านฮาร์ดแวร์เป็น 84% ด้านโปรแกรมระบบเป็น 78% ด้านคุณูปการเป็น 82% และด้านภาพรวมเฉลี่ยเป็น 82% ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณท่านอาจารย์ศิริพร วงศ์รุจิไพโรจน์ และคณะ ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับผู้พิการ ขอขอบคุณ สวพ. มทร.ล้านนา และ สกอ. ที่ได้มอบทุนการวิจัย และขอขอบคุณ NECTEC ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านซอฟต์แวร์ Vaja

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริพร วงศ์รุจิไพโรจน์ และคณะ, **"สื่อการเรียนการสอน"** โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จ.เชียงใหม่, 2555.

[2] มนู กวางแก้ว และสิทธิชัย จันทพิมพ์, **"ไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา"** *โครงการเยาวชนยอดนักประดิษฐ์ฟิลิปส์ ครั้งที่ 6*, วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์, 2549 หน้า 35 – 36.

[3] ผดุง แก้วงาม, **"เครื่องช่วยคนตาบอด"**ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2554.

[4] พรัญฐา จงจำรัสพันธ์, รุจิศา ทรงไตรจักร และธวัชชัย เหลืองโสภาพรรณ, **"นวัตกรรมเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ยาในคนตาบอด"**, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

[5] วสันต์ ชอมแก้ว และศรัญยู ขามกุล, **"เครื่องอ่านฉลากยา"** ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 22 เม.ย. 2553.

[6] กฤษฎิ์ คำตื้อ และกรกันยา โสภณ, **"ระบบการอ่านบาร์โค้ดสองมิติแบบ QR Codeเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา"** ภาควิชาวิทยาการ-คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

[7] นอร์แมน โจเฟซวู้ดแลนด์, **"บาร์โค้ด"** *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เทคโนโลยีสารสนเทศช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6*, 2555 หน้า 38 – 45.

[8] พรศิลป์ พฤทธิวงศ์, **"การพิมพ์รหัสบาร์โค้ดบนสติ๊กเกอร์สำหรับติดบนครุภัณฑ์"**, วารสารวิทยบริการ, ปีที่ 19, เม.ย.-พ.ค. 2551.

[9] ศรันย์ นาคฉนอม, **"การอ่านบาร์โค้ด 2 มิติที่ได้ภาพจากการเคลื่อนที่"**, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, 2552.

[10] กันทมาลา โภคาพานิช และวราวุฒิ พระลับรักษา, **"ซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย คุณภาพสูง (Vaja)"**, โครงงาน, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551 หน้า 48 – 59.

[11] ไพศาล นาคพิพัฒน์, **"ความหมายและความสำคัญของพลาสติก"**, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, เล่มที่ 28, 2547.

[12] ธาริน สิทธิธรรม และประชา พฤกษ์ประเสริฐ, "***Visual Basic 6 ฉบับสมบูรณ์***", พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซิมพลิฟราย, 2554.

[13] ธัชชัย จำลอง, ***"การสร้างและการจัดตาราง"*** มือใหม่ ACCESS 2003 ใช้งานอย่างมือโปร, ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ. 2549.

การจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง
Thai Traditional Music Classification by Accent

ปรเมษฐ์ อิทธิสาร (Praramad Itthisan)[1] และวัสรา รอดเหตุภัย (Wasara Rodhetbhai)[2]
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
[1]praramad@gamil.com, [2]wasara@cp.su.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาความแตกต่างของสำเนียงกลุ่มเพลงจากโน๊ตเพลงสามารถนำมาใช้ในการแบ่งแยกประเภทเพลงไทยเดิมตามสำเนียง งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการจัดแบ่งประเภทเพลงไทยเดิมตามสำเนียงโดยประยุกต์การจำแนกกลุ่มแบบคู่มาสร้างการจำแนกกลุ่มในลักษณะของการจำแนกกลุ่มแบบกระจายโดยแบ่งกลุ่มเพลงไทยเดิมออกเป็น 5 ประเภทตามสำเนียง คือ กลุ่มสำเนียงเขมร กลุ่มสำเนียงแขก กลุ่มสำเนียงจีน กลุ่มสำเนียงพม่าและกลุ่มสำเนียงลาว ขั้นตอนหลักเริ่มจากการหาลักษณะโน๊ตที่ใช้ในการพิจารณาการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง ต่อมาจึงทำการออกแบบวิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายและจึงทำการเปรียบเทียบระหว่างการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มและการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมแบบกระจายเมื่อทดลองกับชุดเพลงทดสอบมีค่าความถูกต้อง 76 %

คำสำคัญ: เพลงไทยเดิม การจำแนกหลายกลุ่ม การจับคู่

Abstract

This article aims to consider the difference of accent from music notes which can be used to classify types of Thai traditional music. In this paper, Thai traditional music classification by accent is proposed. The pairwise coupling is applied to distributed multiclass classification which use to catalogue Thai music accent into five groups: Khmer, Kag, Chinese, Myanmar and Lao. The main classification process starts from note feature extraction which is used to classify the Thai music group based on accent. Next, distributed multiclass classification is designed. Then, there is a comparison between multiclass classification and distributed multiclass classification. From the experiment, the performance of distributed multiclass classification on Thai traditional music by accent has an accuracy of 76% on the test set.

Keyword: Thai Traditional Music, Multiclass, Pairwise Coupling

1. บทนำ

คุณสมบัติของคลื่นเสียงดนตรีได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเพลงไทยเดิม เช่น การพิจารณาการจำแนกชนิดเครื่องดนตรีในเพลงไทยเดิม [1] การรู้จำโน๊ตเพลงไทยเดิม รวมทั้งการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิม [2] ซึ่งจำแนกกลุ่มตามประเภทของเครื่องดนตรีที่ใช้ในการบรรเลงเพลง

สำหรับการจำแนกกลุ่มตามสำเนียงของเพลง [3] เช่น เพลงสำเนียงเขมร เพลงสำเนียงลาว จะไม่มีความแตกต่างของเครื่องดนตรีทำให้การพิจารณาคลื่นเสียงมาใช้ในการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียงเป็นไปได้ยาก ผู้วิจัยจึงพิจารณานำโน๊ตของเพลงมาใช้บ่งบอกลักษณะที่แตกต่างของแต่ละกลุ่มสำเนียงเพลง

เนื่องจากกลุ่มสำเนียงในเพลงไทยเดิมนั้นสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายกลุ่มสำเนียงเช่นสำเนียงแขก สำเนียงจีน เป็นต้น การพิจารณาจำแนกตามสำเนียงจึงจัดเป็นการจำแนกกลุ่มในลักษณะของการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่ม (Multiclass Classification) การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่ม อาศัยลักษณะโน๊ตที่แตกต่างของแต่ละกลุ่มสำเนียงมาใช้ในการจำแนก ซึ่งสามารถนำมาพิจารณาพร้อมกันทุกกลุ่มหรือจับคู่พิจารณา

การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่ม เป็นปัญหาในการจัดข้อมูลลงในกลุ่มของข้อมูลที่มากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การจับคู่ในการพิจารณาการจำแนกกลุ่ม โดยจะจับคู่กลุ่มเพื่อ

พิจารณาหากลุ่มที่ข้อมูลจะเป็นไปได้ ถ้าการจัดกลุ่มให้ผลลัพธ์มากกว่า 2 กลุ่มจึงจะทำการจับคู่พิจารณาระหว่างกลุ่มที่ได้ ซึ่งผู้วิจัยจะเรียกวิธีการนี้ว่า การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสำเนียงเขมร กลุ่มสำเนียงแขก กลุ่มสำเนียงจีน กลุ่มสำเนียงพม่าและกลุ่มสำเนียงลาวโดยใช้ลักษณะโน๊ต 3 ลักษณะ คือลักษณะอัตราส่วนลูกตก ลักษณะอัตราส่วนโน๊ตต่อตำแหน่งของโน๊ตและลักษณะอัตราส่วนรูปแบบจังหวะ โดยทำการทดลองเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มระหว่างการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มกับการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย เพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีดังกล่าวในด้านการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกลุ่มในดนตรีสากล ได้มีความพยายามจำแนกกลุ่มโดยอาศัยรูปแบบต่างๆ เช่น งานวิจัยของ Silla, C.N., A.L. Koerich และ C. Kaestner ได้จำแนกกลุ่มตามประเภทเพลง [4] โดยพิจารณาจากลักษณะของเสียงที่ปรากฏในบทเพลง งานวิจัยของ E. E. P. Myint กับ M. Pwint และงานวิจัยของ G. Boyang และคณะ ทั้งสองงานวิจัยจำแนกกลุ่มตามอารมณ์ของเพลง [5, 6] โดยเริ่มจากการหาลักษณะของเพลงซึ่งมีทั้งลักษณะจากเสียงและลักษณะจากโน๊ตเพลง แล้วใช้ลักษณะดังกล่าวมาช่วยในการจำแนกเพลงตามกลุ่มของอารมณ์ที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการพิจารณาจำแนกกลุ่มของเพลงจะมีการใช้ลักษณะเด่นต่างๆ เช่น งานวิจัยของ S. Man-Kwan และคณะ ใช้ลักษณะทำนองเพลงมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มเพลง [7] หรือการใช้ลักษณะเด่นหลายประเภทผสมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มเพลง เช่น งานวิจัยของ J. Carlos N. Silla และคณะ งานวิจัยของ S.-H. Chen กับ S.-H. Chen และงานวิจัยของ L. Yu-Lung กับ L. Yi-Chang [8-10] จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นใช้ลักษณะของเพลงทั้งแบบเสียงและแบบโน๊ตมาใช้พิจารณาจำแนกกลุ่มเพลงในแบบต่างๆ ได้ แต่ไม่สามารถนำลักษณะดังกล่าวมาใช้กับเพลงไทยเดิมซึ่งมีความแตกต่างกับดนตรีสากลได้

ในส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกกลุ่มเพลงไทย งานวิจัยของ C. Nopthaisong และ M. Hasan ได้จำแนกกลุ่มเพลงไทยสากล [11] คุณปริญญา ทองคำ นำเสนอการจำแนกเครื่องดนตรีไทยจากเสียงของเครื่องดนตรี [1] คุณโอภาส แก้วต่าย ได้จำแนกกลุ่มหมวดหมู่เพลงไทยเดิมตามลักษณะของเสียงในเพลงไทยเดิม [2] ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกเพลงไทยพิจารณาจากลักษณะของคลื่นเสียง โดยยังไม่มีการพิจารณาลักษณะทำนองและลักษณะอื่นๆ ของโน๊ตเพลงเหมือนในงานวิจัยดนตรีสากล

ในการจัดแบ่งประเภทออกเป็นหลายกลุ่มจากลักษณะของแต่ละกลุ่มนั้น เมื่อนำลักษณะดังกล่าวมาพิจารณาพร้อมกันอาจทำให้ไม่สามารถแบ่งแยกความแตกต่างของแต่ละกลุ่มได้ชัดเจนเพราะมีโอกาสที่แต่ละกลุ่มจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันมากขึ้น ในการแก้ปัญหาการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่ม ผู้วิจัยจึงจะใช้วิธีการตามงานวิจัยของ T. Hastie กับ R. Tibshirani และงานวิจัยของ Ting-Fan Wu และคณะ ที่ใช้วิธีแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยโดยพิจารณากลุ่มทีละคู่แทน [12, 13] ซึ่งให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มมากกว่าการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มโดยไม่เปรียบเทียบทีละคู่

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ลักษณะโน๊ตที่ใช้ในการพิจารณาจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง

การวิเคราะห์เพลงไทยเดิมจะพิจารณาจากวรรคเพลง ห้องเพลง บันไดเสียง รูปแบบจังหวะ รูปแบบทำนอง และลูกตก [14] ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ลักษณะโน๊ต 3 ลักษณะ ดังนี้

- ลักษณะอัตราส่วนรูปแบบจังหวะ โดยจะพิจารณาว่าใน 1 ห้องเพลงซึ่งประกอบไปด้วยโน๊ต 4 ตำแหน่งนั้นตำแหน่งใดมีโน๊ตและตำแหน่งใดไม่มีโน๊ต โดยจะได้รูปแบบจังหวะทั้งหมด 16 รูปแบบ แล้วทำการหาอัตราส่วนของแต่ละรูปแบบจังหวะใน 1 เพลง ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 โดยสัญลักษณ์ X หมายถึงตำแหน่งที่มีโน๊ต สัญลักษณ์ – หมายถึงตำแหน่งที่ไม่มีโน๊ต

ตารางที่ 1: ลักษณะอัตราส่วนรูปแบบจังหวะเพลงลาวหาบน้ำ

รูปแบบจังหวะ	อัตราส่วนรูปแบบจังหวะ	รูปแบบจังหวะ	อัตราส่วนรูปแบบจังหวะ
XXXX	40.62%	XX--	0%
-X-X	15.62%	X--X	0%
----	3.12%	X---	0%
---X	0%	XXX-	0%
-XXX	12.50%	-XX-	0%
--XX	0%	--X-	0%
XX-X	3.12%	X-XX	0%
-X--	3.12%	X-X-	0%

● ลักษณะอัตราส่วนโน๊ตต่อตำแหน่ง โดยจะพิจารณาแต่ละตำแหน่งใน 1 ห้องเพลงว่าตำแหน่งที่ 1 ที่ 2 ที่ 3 และตำแหน่งที่ 4 มีอัตราส่วนของโน๊ตทั้งสิ้น 7 เสียง ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบบันไดเสียงของเพลง [14] เช่น บันไดเสียงโดลักษณะของโน๊ตจะเรียงลำดับได้ดังนี้ โด เร มี ฟา ซอล ลา ที แต่ในบันไดเสียงฟาลักษณะของโน๊ตจะเรียงลำดับได้ดังนี้ ฟา ซอล ลา ที โด เร มี ซึ่งทำให้ลำดับโน๊ตของบันไดเสียงโดและบันไดเสียงฟา มีโน๊ตเสียงที่ 1 ถึงโน๊ตเสียงที่ 7 แตกต่างกัน จากโน๊ตทั้ง 7 เสียง รวมถึงการไม่มีโน๊ตจึงทำการหาอัตราส่วนจากจำนวนตัวโน๊ตทั้งหมดแต่ละตำแหน่งของทั้งเพลงเทียบกับจำนวนโน๊ต 7 เสียง รวมถึงบริเวณที่ไม่ออกเสียงที่ตำแหน่งโน๊ตที่ทำการพิจารณา โดยแสดงตัวอย่างไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ลักษณะอัตราส่วนโน๊ตต่อตำแหน่งเพลงลาวหาบน้ำ

		อัตราส่วนโน๊ตต่อตำแหน่ง							
		ไม่มีโน๊ต	1	2	3	4	5	6	7
ตำแหน่งโน๊ตที่	1	56%	12%	3%	6%	0%	21%	0%	0%
	2	25%	15%	12%	28%	0%	9%	9%	0%
	3	25%	12%	18%	18%	0%	25%	0%	0%
	4	6%	6%	28	21%	0%	15%	21%	0%

● ลักษณะอัตราส่วนลูกตก ซึ่งบริเวณที่เรียกว่าลูกตกจะอยู่ที่โน๊ตตัวสุดท้ายของวรรคเพลงโดยที่ 1 วรรคเพลงประกอบด้วย 4 ห้องเพลงและลูกตกต้องเป็นเสียงหลักของดนตรีไทยเท่านั้นซึ่งมีทั้งหมด 5 เสียง คือเสียงที่ 1 เสียงที่ 2 เสียงที่ 3 เสียงที่ 5 และเสียงที่ 6 [14] โดยการหาอับดับของเสียงนั้นจะต้องรู้บันไดเสียงของเพลงนั้นๆ โดยหาอัตราส่วนลูกตกทั้ง 5 เสียงใน 1 เพลง ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: อัตราส่วนลูกตกเพลงลาวหาบน้ำ

ลูกตก	อัตราส่วนลูกตก
เสียงที่ 1	28.57%
เสียงที่ 2	28.57%
เสียงที่ 3	14.28%
เสียงที่ 5	14.28%
เสียงที่ 6	14.28%

ซึ่งจะใช้ลักษณะทั้ง 3 ลักษณะในการจำแนกเพลงไทยเดิมตามสำเนียงทำให้ในหนึ่งเพลงประกอบไปด้วยคุณลักษณะทั้งหมด 53 คุณลักษณะในการบ่งบอกความแตกต่างของเพลงไทยเดิมในแต่ละกลุ่มสำเนียง

3.2 การออกแบบวิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย

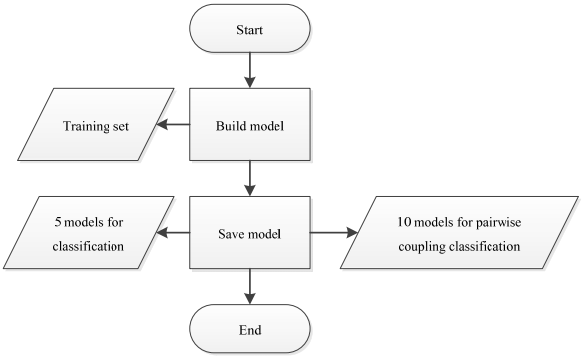
งานวิจัยนี้จะทำการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียงออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสำเนียงเขมร กลุ่มสำเนียงแขก กลุ่มสำเนียงจีน กลุ่มสำเนียงพม่าและกลุ่มสำเนียงลาว วิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายเป็นวิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มโดยใช้การพิจารณากลุ่มเป็นคู่ ผู้วิจัยจะพิจารณากลุ่มสำเนียงเทียบกับกลุ่มเพลงที่ไม่ใช่สำเนียง เช่น กลุ่มสำเนียงลาวกับกลุ่มที่ไม่ใช่สำเนียงลาว เป็นต้น ทำการทดสอบกับทุกกลุ่มสำเนียงทั้งหมด 5 กลุ่ม จะมีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ 3 กรณีคือ

กรณีแรกคือกลุ่มที่จัดได้มีผลลัพธ์เพียงกลุ่มเดียว เพลงที่ทำการจำแนกกลุ่มจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มสำเนียงผลลัพธ์

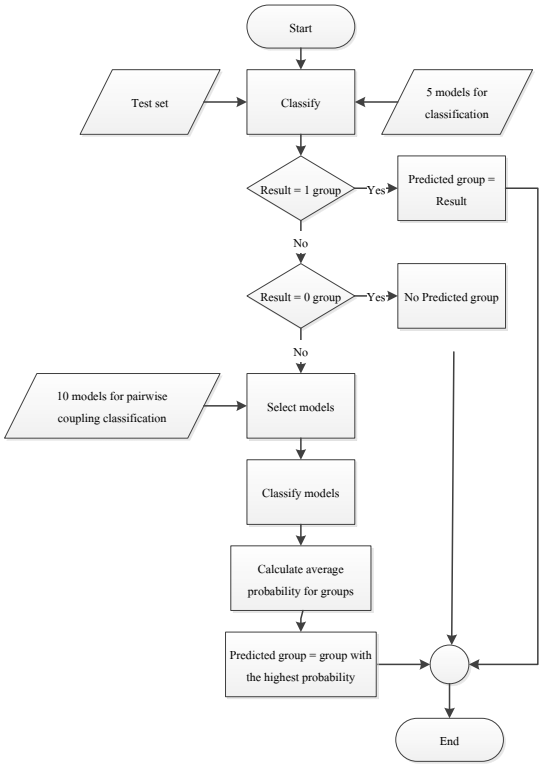
กรณีที่สองคือกลุ่มที่จัดได้มีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้มากกว่า 1 กลุ่ม กรณีนี้จะมีกระบวนการทดสอบเพิ่มเติมโดยทำการเปรียบเทียบกลุ่มสำเนียงทีละคู่เป็นจำนวน 10 คู่ของการเปรียบเทียบ หลังจากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่มสำเนียง กลุ่มสำเนียงที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุดจะเป็นผลลัพธ์ในการจำแนกกลุ่ม

สำหรับกรณีที่ไม่สามารถจำแนกตามสำเนียงได้ จึงสรุปได้ว่าเพลงที่นำมาจำแนกไม่อยู่ในกลุ่มสำเนียงที่กำหนดไว้ทั้ง 5 กลุ่ม

จากกระบวนการดังกล่าวสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ช่วงคือ การสร้างแบบจำลองในการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายดังภาพที่ 1 และการทดสอบแบบจำลองในการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1: การสร้างแบบจำลองการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย



ภาพที่ 2: การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย

3.3 การเปรียบเทียบระหว่างการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มและการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย

ในการสร้างแบบจำลองการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียงได้ใช้ชุดเพลงไทยเดิมจำนวนทั้งสิ้น 65 เพลง [15, 16] ประกอบด้วย 5 กลุ่มสำเนียง คือกลุ่มสำเนียงเขมร กลุ่มสำเนียงแขก กลุ่มสำเนียงจีน กลุ่มสำเนียงพม่าและกลุ่มสำเนียงลาว กลุ่มละ 13 เพลง และกำหนดชุดทดสอบจำนวน 25 เพลง กลุ่มสำเนียงละ 5 เพลง โดยเพลงที่เลือกใช้เป็นเพลงที่มีบันไดเสียง [14] เดียวกันตลอดทั้งเพลง เพื่อสะดวกในการพิจารณาลักษณะโน๊ตในการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียงระหว่างการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มและการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย โดยแต่ละวิธีการจำแนกกลุ่มจะใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-layer Perceptron) เป็นวิธีการจำแนกกลุ่มของทุกแบบจำลองโดยใช้เครื่องมือในการจัดการเหมืองข้อมูล Weka [17]

4. ผลการดำเนินการวิจัย

จากการทดลองเมื่อใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นในการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มและการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย ที่ระดับ 10 folds cross-validation ได้ค่าความถูกต้องของการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่มแต่ละแบบ

แถว	การจำแนกกลุ่ม	ความถูกต้องการจำแนก
1	เพลงตามสำเนียง 5 กลุ่ม	32.30 %
2	เพลงสำเนียงเขมร	67.69 %
3	เพลงสำเนียงแขก	81.53 %
4	เพลงสำเนียงจีน	81.53 %
5	เพลงสำเนียงพม่า	76.92 %
6	เพลงสำเนียงลาว	76.92 %
7	ระหว่างสำเนียงเขมรกับสำเนียงแขก	65.38 %
8	ระหว่างสำเนียงเขมรกับสำเนียงจีน	65.38 %
9	ระหว่างสำเนียงเขมรกับสำเนียงพม่า	80.76 %
10	ระหว่างสำเนียงเขมรกับสำเนียงลาว	65.38 %
แถว	การจำแนกกลุ่ม	ความถูกต้องการจำแนก
11	ระหว่างสำเนียงแขกกับสำเนียงแขก	92.30 %

12	ระหว่างสำเนียงแขกกับสำเนียงพม่า	50.00 %
13	ระหว่างสำเนียงแขกกับสำเนียงลาว	80.76 %
14	ระหว่างสำเนียงจีนกับสำเนียงพม่า	76.92 %
15	ระหว่างสำเนียงจีนกับสำเนียงลาว	76.92 %
16	ระหว่างสำเนียงพม่ากับสำเนียงลาว	76.92 %

จากตารางที่ 4 ความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายมีค่าความถูกต้องมากกว่าการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มที่ไม่กระจาย โดยสังเกตได้จากแถวที่ 2 จนถึงแถวที่ 16 และจากผลการทดลอง ความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มในแถวที่ 12 ที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่า 60 % ผู้วิจัยจึงทดลองใช้การจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่มสำเนียง ซึ่งทำโดยพิจารณาจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่มทั้งหมดที่เป็นได้ในการจำแนกกลุ่มแบบคู่เฉพาะกลุ่มที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่า 60 % และจึงเลือกการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่มสำเนียงที่มีค่าความถูกต้องที่ไม่น้อยกว่า 60 % แทนการจำแนกกลุ่มที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่า 60 % ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5: ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่มสำเนียง

การจำแนกกลุ่ม	ความถูกต้องการจำแนกกลุ่ม
เพลงตามสำเนียงแขก พม่า จีน	61.53 %

ตารางที่ 6 คือผลลัพธ์ค่าความถูกต้องของการจำแนกกลุ่มที่ทดสอบกับชุดทดสอบ 25 เพลง

ตารางที่ 6: ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่มกับชุดทดสอบ

การจำแนกกลุ่ม	ความถูกต้องการจำแนกกลุ่ม
การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่ม	60 %
การจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย	76 %

จากตารางจะเห็นได้ว่าการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายมีค่าความถูกต้องสูงถึง 76 % ในชุดทดสอบและที่ระดับ 10 folds cross-validation ก็มีค่าความถูกต้องของแต่ละแบบจำลองการจำแนกมากกว่า 60 % ซึ่งมากกว่าการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มที่มีค่าความถูกต้องเพียง 32.30 % ในการทดลองที่ระดับ 10 folds cross-validation และมีค่าความถูกต้องกับชุดเพลงทดสอบ 60 %

5. สรุป

ในการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง 5 สำเนียง คือ สำเนียงเขมร สำเนียงแขก สำเนียงจีน สำเนียงพม่า และสำเนียงลาว ผู้วิจัยอาศัยลักษณะเด่นของโน๊ตเพลงไทยเดิมในแต่ละสำเนียงมาใช้พิจารณาในการจำแนกกลุ่มแทนการใช้คลื่นเสียงของเครื่องดนตรี และนำเสนอวิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจาย โดยกระจายการจำแนกข้อมูลออกเป็นคู่ๆ แทนการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มพร้อมกัน ซึ่งผลการทดลองยังมีการจำแนกกลุ่มแบบคู่ที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่า 60 % จึงใช้การจำแนก 3 กลุ่มสำเนียงแทนการจำแนกกลุ่มแบบคู่ที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่า 60 % เมื่อนำค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มแบบกระจายมาเปรียบเทียบกับวิธีการการจำแนกข้อมูลหลายกลุ่มจะให้ค่าความถูกต้องสูงกว่าเมื่อทดลองจำแนกกลุ่มเพลงตามสำเนียงกับชุดทดสอบ

ในอนาคตผู้วิจัยจะศึกษาลักษณะโน๊ตในรูปแบบต่างๆ นำมาพิจารณาในการจำแนกกลุ่มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิมตามสำเนียง อีกทั้งจะนำลักษณะโน๊ตมาใช้จำแนกเพลงไทยเดิมในประเภทอื่นๆ เช่นกลุ่มสำเนียงมอญ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ปริญญา ทองคำ, “การจดจำสัญญาณเสียงเพื่อจำแนกชนิดของเครื่องดนตรีไทยด้วยอัลกอริทึม C5.0” *ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต*สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

[2] โอภาส แก้วต่าย, “การจำแนกกลุ่มเพลงไทยเดิม” *ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต* สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2552.

[3] พงษ์ศิลป์ อรุณรัตน์, *ปฐมบทดนตรีไทย* นครปฐม โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

[4] Silla, C.N., A.L. Koerich, and C. Kaestner. “Feature Selection in Automatic Music Genre Classification” *Multimedia, 2008. ISM 2008. Tenth IEEE International Symposium on*. 2008.

[5] E. E. P. Myint and M. Pwint, "An approach for mulit-label music mood classification," *Signal Processing Systems (ICSPS), 2010 2nd International Conference on*, 2010, pp. V1-290-V1-294.

[6] G. Boyang, *et al.*, "Music sparse decomposition onto a MIDI dictionary of musical words and its application to music mood classification," *Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), 2012 10th International Workshop on*, 2012, pp. 1-6.

[7] S. Man-Kwan, *et al.*, "Music style mining and classification by melody," *Multimedia and Expo, 2002. ICME '02. Proceedings. 2002 IEEE International Conference on*, 2002, pp. 97-100 vol.1.

[8] J. Carlos N. Silla, *et al.*, "Improving automatic music genre classification with hybrid content-based feature vectors," *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, Sierre, Switzerland, 2010.

[9] S.-H. Chen and S.-H. Chen, "Content-based music genre classification using timbral feature vectors and support vector machine," *Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology*, Culture and Human, Seoul, Korea, 2009.

[10] L. Yu-Lung and L. Yi-Chang, "Content-based music classification," *Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010 3rd IEEE International Conference on*, 2010, pp. 112-116.

[11] C. Nopthaisong and M. Hasan, "Automatic Music Classification and Retreival: Experiments with Thai Music Collection," *Information and Communication Technology, 2007. ICICT '07. International Conference on*, 2007, pp. 76-81.

[12] T. Hastie and R. Tibshirani, "Classification by Pairwise Coupling," *Annals of Statistics,* vol. 26, pp. 451-471, 1998.

[13] T.-F. Wu, *et al.*, "Probability Estimates for Multi-class Classification by Pairwise Coupling," *J. Mach. Learn. Res.,* vol. 5, pp. 975-1005, 2004.

[14] มานพ วิสุทธิแพทย์, *ดนตรีไทยวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2534.

[15] กฤตภาส มาระเพ็ญ. 2555, 3 กุมภาพันธ์ 2555. โน๊ตเพลงไทยเดิม .Available: http://sites.google.com/site/mynewinnos/not-phelng-thiy-deim

[16] เสมาศิริอำพันธ์. 2554, 6 กันยายน 2554. โน๊ตเพลงไทยเดิม .Available: http://www.sopon.ac.th/sopon/thaimusic/content.html

[17] I. H. Witten and E. Frank, *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2005.

การพัฒนาพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตด้วยเทคนิคดัชนีผกผัน
A Phuket Dialect Dictionary Using Inverted Index Technique

วีราภรณ์ ซิดดู (Veeraporn Siddoo)[1] และสุริยะ นาคะวิโรจน์ (Suriya Nakavirote)[2]
คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
[1]veeraporn.s@phuket.psu.ac.th, [2]5230212038@phuket.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต โดยประยุกต์ใช้เทคนิคดัชนีผกผัน (Inverted Index) เพื่อแสดงผลการสืบค้นให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยมีความต้องการให้ระบบเป็นศูนย์กลางกระจายความรู้สู่ชุมชน และช่วยเป็นสื่อทางหนึ่งในการอนุรักษ์ภาษาถิ่นภูเก็ต จุดเด่นของพจนานุกรมนอกจากแสดงผลการสืบค้นแล้ว ยังมีการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการแสดงผลคำในหมวดหมู่เดียวกัน ออกแบบให้มีไฟล์การฝึกออกเสียงสำเนียงภูเก็ตและคลิปวีดีโอจำลองสถานการณ์การใช้คำศัพท์เพิ่มเติม จากการทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนได้ค่าเฉลี่ยเอฟ (F-Measure) เท่ากับ 64 เปอร์เซ็นต์ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมจากผู้ใช้ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.85 สรุปได้ว่าพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตมีประสิทธิภาพการค้นคืนและความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ภาษาถิ่นภูเก็ต ดัชนีผกผัน การค้นคืนสารสนเทศ เว็บแอพพลิเคชั่น

Abstract

This paper proposed a Phuket dialect dictionary by using the inverted index technique for retrieving information that user expects. Researchers intend a Phuket dialect dictionary to be system distributed knowledge to communities. Highlights of dictionary are not only display the result but also provide more vocabularies in the same category of keyword. Furthermore we included the Phuket dialect pronounced accent files and the simulation videos for practice in the system. The result of the retrieving performance test by using the value of f (F-Measure) was 64 percent. The overall mean of user satisfaction is 4.07 and the standard deviation was 0.85. This shows that a Phuket dialect dictionary exists in the level of "good" performance and could be applied effectively.

Keyword: Phuket dialect, inverted index, information retrieval, web application

1. บทนำ

ภาษาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพูดคุยสื่อสาร เพื่อให้มนุษย์มีความเข้าใจตรงกัน ภาษาที่ใช้ในแต่ละประเทศทั่วโลกต่างมีเอกลักษณ์ไม่เหมือนกัน ประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีภาษาที่เป็นเอกลักษณ์ ในแต่ละภาคแต่ละจังหวัดของประเทศไทย ทั้งภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคกลาง และภาคใต้ ต่างมีสำเนียงภาษาและการใช้คำที่แตกต่างกัน จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดที่มีวัฒนธรรมและกลุ่มประชากรที่หลากหลาย เช่น ชาวไทยเชื้อสายจีน ชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิม เป็นต้น [1] ภาษาที่ใช้ได้รับอิทธิพลจากหลายเชื้อชาติเช่น ภาษาไทยเดิม ภาษาจีน ภาษามลายู จังหวัดภูเก็ตจึงได้ชื่อว่าเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีเอกลักษณ์ทางภาษาที่โดดเด่นและควรอนุรักษ์ไว้เพื่อให้เยาวชนรุ่นหลังได้เรียนรู้ความเป็นมาและตระหนักถึงความสำคัญของภาษาถิ่นภูเก็ต [2]

ข้อมูลคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ตในปัจจุบันถูกจัดเก็บอยู่ในหนังสือตามห้องสมุดโรงเรียนหรือห้องสมุดชุมชนในจังหวัดและเว็บไซต์ ยังไม่มีการรวบรวมคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ตเพื่อจัดทำพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ภาษาถิ่นโดยใช้ระบบฐานข้อมูลอย่างเป็นรูปธรรม จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าเว็บไซต์ที่มีการนำเสนอคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ตเป็นเพียงแค่การนำคำศัพท์จำนวนหนึ่งมาจัดแสดงไว้ในหน้าเว็บไซต์โดยผู้ใช้ไม่สามารถค้นหาคำศัพท์ภาษาถิ่นที่ต้องการได้

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตโดยนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้สร้างระบบเว็บแอพพลิเคชั่น และใช้เทคนิคดัชนีผกผัน (Inverted Index) [3] เพื่อพัฒนาโปรแกรมค้นคืนคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ต งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดเด่นมากกว่าการเป็นแค่พจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์แต่ยังมีการแสดงผลคำศัพท์ภาษาถิ่นเพิ่มเติมเพื่อการเรียนรู้จากกลุ่มคำศัพท์ในหมวดหมู่เดียวกัน นอกจากนี้ตัวอย่างการออกเสียงและตัวอย่างไฟล์ข้อมูลวิดีโอแนะนำการนำคำศัพท์ไปใช้ ได้ถูกสร้างควบคู่ไปกับการออกแบบและพัฒนาระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจคำศัพท์ท้องถิ่นแต่ละคำและการนำไปใช้ได้มากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของภาษาถิ่น

ภาษาถิ่นไทยเป็นรากฐานทางประวัติศาสตร์ของกลุ่มชน เป็นสิ่งที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์เพราะการศึกษาภาษาถิ่นทำให้เราทราบประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมของสังคม รวมทั้งภูมิปัญญาที่เคยมีอยู่ [4] ด้วยความเป็นไปของโลกในยุคโลกาภิวัฒน์ทำให้เกิดการสูญหายไปของภาษาถิ่น คำใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อแทนที่คำภาษาเดิม สื่อที่นำเสนอไม่ว่าจะเป็น โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือ และ อินเทอร์เน็ต ล้วนใช้ภาษายุคใหม่ทั้งสิ้น จากการศึกษาของ ศ.ดร.สุวิไล [5] พบว่าภาษาที่กำลังจะสูญหายมีอย่างน้อย 14 กลุ่มภาษา เช่น ชอง กะซอง อูรักละโวย และ มอเกล็น เป็นต้น เพราะมีการใช้น้อยลงตามกาลเวลา การปลูกฝังให้คนรุ่นใหม่ได้รู้จักกับภาษาถิ่นที่นับวันมีแต่จะสูญหายมีความสำคัญไม่แพ้กับการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมเรื่องอื่น เห็นได้ว่าการเรียนการสอนที่เพิ่มหลักสูตรภาษาถิ่นเริ่มมีปรากฏในหลายโรงเรียน ชั่วโมงการพูดภาษาถิ่นเริ่มมีมากขึ้น การมีช่องทางการเรียนรู้ภาษาถิ่นผ่านทางอินเทอร์เน็ตถือเป็นเรื่องที่ดี เพราะเป็นสื่อที่สามารถเข้าถึงเยาวชนได้ทุกกลุ่ม นอกจากนี้การนำเสนอที่แฝงไปด้วยสาระความรู้และสนุกสนานย่อมกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการศึกษาจากหนังสือและตำรา

2.2 ระบบที่เกี่ยวข้องและปัญหาที่พบในปัจจุบัน

โรงเรียนสตรีภูเก็ตได้รวบรวมข้อมูลภาษาถิ่นจังหวัดภูเก็ตไว้ในเว็บไซต์ห้องสมุดโรงเรียน [6] แบ่งกลุ่มคำศัพท์ภาษาถิ่นเป็น 6 หมวด คือ ส่วนต่างๆของร่างกาย เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกาย อาหาร เครื่องดื่ม ผัก ผลไม้ และเครือญาติ จากการศึกษาระบบพบว่าจำนวนคำศัพท์ที่ถูกบันทึกและแสดงผลยังมีน้อย ระบบไม่มีฟังก์ชั่นค้นหาคำศัพท์ ไม่มีการแสดงรูปภาพเพื่อประกอบความเข้าใจ และไม่รองรับการเพิ่มเติมคำศัพท์จากผู้ใช้ ทำให้ข้อมูลคำศัพท์มีจำนวนจำกัดจากการบันทึกครั้งแรกเท่านั้น การเพิ่มเติมคำศัพท์ต้องแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับทำให้ยุ่งยากและเสียเวลาในการจัดการ

Longdo Dictionary [7] เป็นพจนานุกรมสองภาษา รองรับ 4 คู่ภาษา คือ อังกฤษ-ไทย, ญี่ปุ่น-ไทย, เยอรมัน-ไทย, และ ฝรั่งเศส-ไทย “ลองดู” เป็นพจนานุกรม ที่ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานเว็บไซต์ทั่วไป เนื่องจากสามารถค้นคืนคำศัพท์ได้รวดเร็ว ใช้งานง่าย และมีตัวอย่างประโยคเพื่อการนำไปใช้ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถมีส่วนร่วมในการเพิ่มคำศัพท์ และตรวจสอบคำศัพท์ให้กับพจนานุกรมได้ด้วย จากการทดลองใช้พบว่าพจนานุกรมลองดูสามารถค้นคืนคำศัพท์บางคำที่เป็นคำภาษาใต้ แต่ไม่ได้ระบุว่าคำดังกล่าวเป็นภาษาถิ่นจังหวัดใดและยังไม่มีตัวอย่างไฟล์เสียงหรือคลิปการนำคำศัพท์ไปใช้ ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะวัตถุประสงค์หลักของพจนานุกรมลองดูเน้นการค้นหาคำศัพท์ทั่วไปเป็นหลักมากกว่าที่จะใช้ค้นคืนคำศัพท์ภาษาถิ่น

วิกิพีเดีย [8] มีการแสดงภาษาถิ่นภูเก็ตในหัวข้อภาษาไทยบ้าบ๋าภูเก็ต การแสดงผลแบ่งหมวดหมู่คำศัพท์เป็น 5 หมวดคือ คำสรรพนาม คำเรียกญาติ คำเรียกบุคคลและอาชีพ คำเรียกสถานที่ ชื่อผลไม้ มีจุดเด่นคือแสดงอักษรจีนและภาษามาเลย์ควบคู่คำศัพท์ แต่คำศัพท์ที่มีจำกัดและไม่มีการอธิบายเพิ่มเติมถึงรูปประโยคหรือการนำไปใช้งานทำให้ผู้ต้องการนำคำศัพท์ไปใช้ประโยชน์เรียนรู้ได้ยาก

เว็บไซต์ท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตหลายเว็บไซต์มีการแนะนำคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ตเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น Phuket Port [9] เว็บไซต์นำเสนอข้อมูลท่องเที่ยวภูเก็ต อาหารและที่พัก มีการแทรกภาษาคนภูเก็ตไว้ในแหล่งข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลมาจากหนังสือคำจีนไทยในภูเก็ตของคุณนพดล กิตติกุลแสดงไว้ในหนึ่งเพจร่วมกับข้อมูลเรื่องอื่น Wipa Travel [10] เป็นอีกหนึ่งเว็บไซต์เสนอภาษาภูเก็ต แบ่งหมวดหมู่เป็นตัวอักษร ก-ฮ เว็บไซต์ทั้งสองที่กล่าวถึงมีข้อจำกัดคือไม่สามารถค้นหาข้อมูลคำศัพท์ที่ต้องการผ่านระบบฐานข้อมูล คำศัพท์ที่นำเสนอมีน้อย

และไม่มีการปรับปรุง การแนะนำการนำไปใช้ การออกเสียง หรือ รูปประกอบ ยังไม่ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้นักท่องเที่ยวหรือผู้ใช้งานได้ศึกษาเพิ่มเติม

Konthaiclub [11] เป็นเว็บไซต์กึ่งพจนานุกรมที่พัฒนาให้ระบบสามารถค้นคืนคำศัพท์แบบคำเดี่ยว และอนุญาตให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการเพิ่มเติมคำศัพท์ ข้อดีของเว็บไซต์คือสามารถค้นคืนคำศัพท์ได้รวดเร็ว และถูกต้อง แต่คำศัพท์ที่มีในระบบเป็นการรวมภาษาถิ่นใต้ทุกจังหวัดไว้ที่เดียวกันและไม่มีระบบตรวจสอบคำศัพท์ที่เพิ่มเติม เป็นผลให้ผู้ใช้อาจเข้าใจความหมายผิดและไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

ภาพรวมจากการศึกษาพอจะสรุปได้ว่ายังไม่มีการพัฒนาพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตที่สามารถสืบค้นคำศัพท์ได้อย่างเป็นทางการ การแสดงผลที่มียังอยู่ในรูปของการรวบรวมคำศัพท์หมวดหมู่คำศัพท์มีน้อยและตายตัว ไม่เน้นการเพิ่มเติม ไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูล บางระบบไม่มีการตรวจสอบคำศัพท์ก่อนเผยแพร่ นอกจากนี้คำศัพท์ภาษาถิ่นที่มีคำแปลเป็นภาษาภาคกลาง มักไม่มีการแนะนำการออกเสียงหรือนำไปใช้ด้วยข้อจำกัดที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนางานวิจัยชิ้นนี้

2.3 ดัชนีผกผัน (Inverted Index)

การค้นคืนสารสนเทศเกี่ยวข้องกับการแสดง จัดเก็บ จัดโครงสร้าง และการเข้าถึงข้อมูลใดๆ วัตถุประสงค์เพื่อดึงข้อมูลที่มีประโยชน์หรือที่เกี่ยวข้องให้กับผู้ใช้ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการค้นคืนสารสนเทศคือการค้นคืนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุดและค้นคืนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้ใช้ให้น้อยที่สุด [3] ส่วนประกอบของการค้นคืนสารสนเทศคือ คำค้น ดัชนีคำศัพท์ ผลลัพธ์ และกระบวนการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ

ดัชนีผกผัน (Inverted Index) [3,12] เป็นเทคนิคการสร้างดัชนีสืบค้นข้อมูลสารสนเทศพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพ นิยมใช้ในการค้นคืนคำเดี่ยว [13] มีองค์ประกอบ (Element) 2 ส่วน คือ ส่วนของคำศัพท์ (Vocabulary) บางครั้งอาจเรียก term และส่วนของตำแหน่งของคำศัพท์ (Occurrences) บางครั้งอาจเรียก DocId การสร้างดัชนีสืบค้นแบบดัชนีผกผันทำให้เราได้รายการตำแหน่งคำศัพท์ในระบบฐานข้อมูล เรียกว่า Postings List หรือ Occurrences list

วิธีการทำดัชนีผกผัน เริ่มต้นจากการอ่านคำศัพท์ที่ต้องการนำมาเป็นคำดัชนีสืบค้น ทำกระบวนการประมวลผลเอกสาร (Document preprocessing) เพื่อให้ได้รากศัพท์ออกมา โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพการสืบค้นในภายหลัง จากนั้นสร้างดัชนีคำศัพท์เพื่อให้ได้ดัชนีผกผัน โครงสร้างของดัชนีผกผันคือ (term,DocFreq) → (DocId) เมื่อ term คือคำศัพท์ DocFreq คือความถี่ที่พบเอกสารที่มีคำศัพท์ใดๆ และ DocId คือเอกสารที่มีคำศัพท์ใดๆตรงกับ term ที่กำหนด ก่อนสร้างดัชนีผกผันต้องมีการเตรียมฐานข้อมูลโดยกำหนดโครงสร้างและตัวแบบของเอกสารให้เรียบร้อยเสียก่อน

ข้อดีของการทำ ดัชนีผกผันในเชิงการนำไปใช้คือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศ กรณีฐานข้อมูลของคำศัพท์มีจำนวนเท่าเดิมไม่มีการเพิ่มเติม จะไม่เสียเวลาในการทำดัชนีผกผัน เพราะสามารถทำในครั้งแรกและครั้งเดียวได้ นอกจากข้อดีที่กล่าวไปการสร้างดัชนีผกผันยังมีข้อจำกัดในบางเรื่องคือต้องลงทุนด้านหน่วยความจำ (Storage) ขนาดใหญ่สำหรับการเก็บคำศัพท์ แต่ถ้ามองราคาหน่วยความจำในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต จะพบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการลงทุนดังกล่าวถือว่าลดลงไปมาก ถ้าเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีมากมายและผลการค้นคืนข้อมูลสารสนเทศที่แม่นยำ ก็ย่อมคุ้มค่าที่จะลงทุนและสามารถมองข้ามเรื่องเวลาในการสร้างดัชนีผกผันได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลคำศัพท์ภาษาท้องถิ่นภูเก็ตจากหนังสือ ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต และกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการสอบถามข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาท้องถิ่นจังหวัดภูเก็ต ในจังหวัดภูเก็ต จำนวน 5 คน ผลของการศึกษาสามารถรวบรวมคำศัพท์ภาษาถิ่น ความหมายคำศัพท์ และ จัดหมวดหมู่ของคำศัพท์ได้จำนวน 450 คำ เพื่อสร้างพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตต้นแบบ

ผู้วิจัยได้นำหลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [14] โดยใช้การเขียนแผนผังการไหลของกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) และออกแบบส่วนของฐานข้อมูลโดยใช้เครื่องมือโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER-Diagram) การพัฒนาระบบใช้รูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น

(Web-Based Application) ใช้โปรแกรมภาษาพีเอชพี (PHP) ในการเขียน เลือกใช้ฐานข้อมูล MySql เพื่อจัดเก็บข้อมูล ใช้ Apache เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver

3.1 การประยุกต์สร้างดัชนีผกผัน

เพื่อให้การค้นคืนคำศัพท์ทำได้เร็วและแม่นยำ เทคนิคดัชนีผกผัน [3] ถูกนำมาประยุกต์ใช้แบบเป็นรูปธรรมสำหรับการสร้างดัชนีสืบค้น งานวิจัยนี้นำหลักการของอาร์เรย์ (Array) แบบ 2 มิติ (Two-Dimensions or 2-D Array) มาใช้กำหนดโครงสร้างของดัชนีผกผันด้วยการสร้างส่วนของคำศัพท์ และตำแหน่งคำศัพท์โดยเพิ่มเติมตำแหน่งคำศัพท์ของกลุ่มคำ (Category) เพื่อเน้นแสดงคำศัพท์ที่ค้นคืนเพิ่มเติมตามวัตถุประสงค์ข้างต้นของการจัดทำพจนานุกรม กล่าวคือผู้วิจัยต้องการให้พจนานุกรมเป็นมากกว่าการใช้เพื่อค้นหาคำศัพท์แต่ต้องการเน้นการเรียนรู้เพิ่มเติมของผู้ใช้พจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตด้วย รูปแบบของอาร์เรย์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมพจนานุกรมแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

Vocabulary ส่วนของคำศัพท์

[x][n] เมื่อ x>=0; n>=0

[x][0] เป็น Vocabulary

[x][1] เป็น ตำแหน่ง Occurrences

Occurrences ส่วนตำแหน่งคำศัพท์ภาษาถิ่น

[y][n] เมื่อ y>=0; n>=0;

y เป็น ค่าตำแหน่งของ Vocabulary [x][0]

[y][0] เป็น SouthVocabulary

[y][1]…[y][n] เป็น CategoryOccurrences

Category Occurrences ส่วนคำศัพท์หมวดหมู่เดียวกับคำค้น

[z][n] เมื่อ z>=0; n>=0; z เป็นตำแหน่งของ Occurrences ของ Category ของ SouthVocabulary

[z][0] เป็น CategoryVocabulary

[z][1] เป็น TotalAdditionalVocabulary

[z][2]… [z][n] เป็น AdditionalVocabulary

3.2 การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบ

ผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบระบบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบ๊อกซ์ (Black Box Testing) ตามหลักการทดสอบระบบของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ การวัดประสิทธิภาพของระบบจะวัดจากประสิทธิภาพการค้นคืนและการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้

การวัดประสิทธิภาพการค้นคืนจะวัดจากค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่า F-Measure [3] จากสมการ(1), (2), (3) โดยเตรียมข้อมูลคำศัพท์ในฐานข้อมูลจำนวน 450 คำ แบ่งเป็น 12 หมวด เลือกคำศัพท์จำนวน 24 คำ (หมวดละ 2 คำ) เพื่อใช้ทดสอบ

$$Precision\ (P) = \frac{\text{จำนวนคำศัพท์ที่ระบบค้นคืนได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนคำศัพท์ทั้งหมดที่ระบบค้นคืนได้}} \quad (1)$$

$$Recall\ (R) = \frac{\text{จำนวนคำศัพท์ที่ระบบค้นคืนได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนคำศัพท์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูล}} \quad (2)$$

$$F\text{-}measure = \frac{(2*P*R)}{(P+R)} \quad (3)$$

เมื่อ

P เป็นค่าความแม่นยำสำหรับคำศัพท์ที่ระบบค้นคืนได้

R เป็นค่าความระลึกสำหรับคำศัพท์ที่ระบบค้นคืนได้

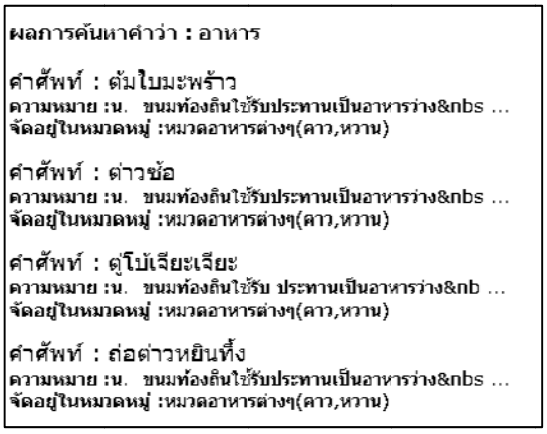
F-measure เป็นค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค (Harmonic mean) ของค่าความ ระลึกและค่าความแม่นยำ

การประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจของผู้ใช้ 15 คน แบ่งการประเมินผลเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของระบบ (Functional Requirement Test) ด้านหน้าที่ของโปรแกรม (Functional Test) ด้านการใช้งานของโปรแกรม (Usability Test) และด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test) ด้วยการกำหนดเกณฑ์แบบไลเกิร์ต (Likert) [15] แบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับคือ 5 หมายถึง มากที่สุด 4 หมายถึง มาก 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง น้อย และ 1 หมายถึง น้อยที่สุด ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) เพื่อสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ

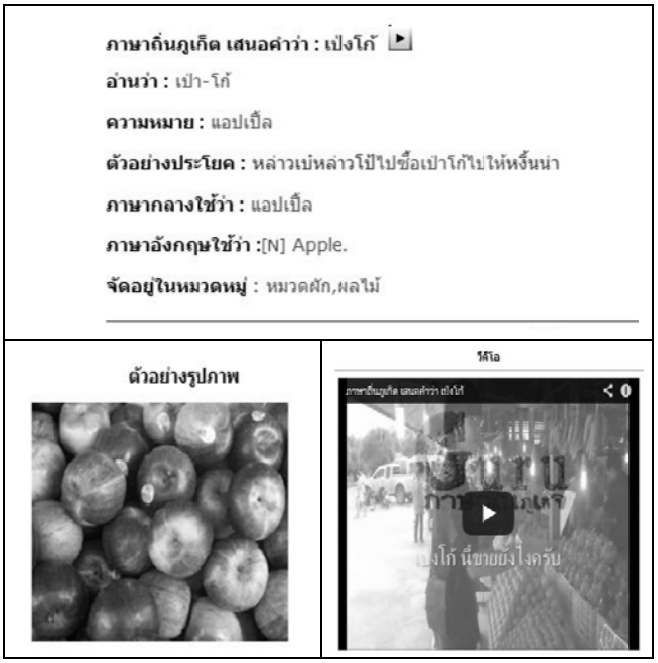
4. ผลการวิจัยและการวัดประสิทธิภาพ

จากการวิจัยและพัฒนาแอพพลิเคชั่นด้วยเทคโนโลยีเว็บเบส ทำให้ได้พจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตต้นแบบดังแสดงในภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3 และภาพที่ 4

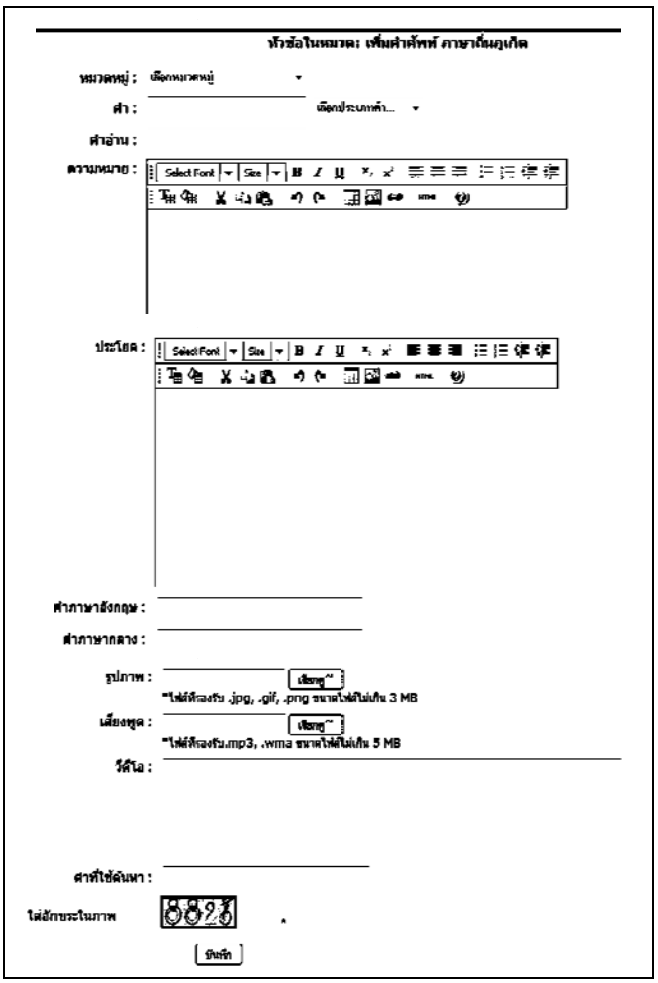
ภาพที่ 1: หน้าแรก(Homepage) พจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต



ภาพที่ 2: ส่วนการแสดงผลการค้นคืนพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต



ภาพที่ 3: ส่วนการแสดงผลการค้นหาจากพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต



ภาพที่ 4: ส่วนการเพิ่มคำศัพท์ในพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต

การพัฒนาพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตโดยใช้เทคนิคดัชนีผกผัน ทำให้ได้ระบบที่มีความเรียบง่าย ใช้งานสะดวก และค้นคืนคำศัพท์ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ฟังก์ชั่นการเพิ่มเสียงวีดีโอ ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้ใช้มีความรู้ ความเข้าใจในคำศัพท์แต่ละคำมากยิ่งขึ้น ผลการประเมินประสิทธิภาพ แบ่งได้ดังนี้

4.1 การประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนพบว่า ได้ผลลัพธ์ค่าความแม่นยำเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ ค่าความระลึกเท่ากับ 56 เปอร์เซ็นต์ และค่า F-Measure เท่ากับ 64 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าระบบมีผลการค้นคืนอยู่ในประสิทธิภาพที่พอใช้ สามารถค้นคืนคำได้ถูกต้อง แต่ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนคำศัพท์ในฐานข้อมูลยังมีจำนวนน้อยและการกำหนดคำดัชนียังทำได้ไม่ครอบคลุม ทำให้บางครั้งในการค้นคืนคำศัพท์ ระบบไม่สามารถแสดงผลลัพธ์ที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้ได้

4.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจของผู้ใช้สามารถสรุปผลการประเมินได้ตามตารางที่ 1 โดยค่าเฉลี่ยด้านความต้องการของระบบเท่ากับ 4.02 ค่าเฉลี่ยด้านหน้าที่ของระบบเท่ากับ 4.01 ค่าเฉลี่ยด้านการใช้งานของโปรแกรมเท่ากับ 4.33 และค่าเฉลี่ยด้านความปลอดภัยของระบบเท่ากับ 4.03

สรุปผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.07 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมเท่ากับ 0.85 ทั้งนี้เนื่องจากระบบสามารถตอบสนองการใช้งานให้กับผู้ใช้ได้ดี สามารถค้นคืนข้อมูลได้ถูกต้องแม่นยำ มีการออกแบบหน้าจอและลำดับการทำงานที่ใช้งานได้ง่าย จากผลการประเมินดังกล่าวทำให้สามารถสรุปได้ว่าพจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ตมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้เพื่อค้นหาคำศัพท์ภาษาถิ่นจังหวัดภูเก็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 1: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ใช้

การประเมิน	$\overline{X}$	S.D.
ด้านความต้องการของระบบ	4.02	0.87
ด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.01	0.83
ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.33	0.71
ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.03	0.72
สรุปผลการประเมิน	4.07	0.85

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

พจนานุกรมภาษาถิ่นภูเก็ต (A Phuket Dialect Dictionary) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ใช้สามารถค้นหาคำศัพท์ภาษาถิ่นจังหวัดภูเก็ตได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ มีฟังก์ชั่นในส่วนของการออกเสียงและคลิปวิดีโอตัวอย่างการนำคำศัพท์ภาษาถิ่นภูเก็ตไปใช้ เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจและรู้สึกสนุกสนานไปกับการฝึกพูดคำภาษาถิ่น โดยผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ต้องการช่วยอนุรักษ์และเผยแพร่ภาษาถิ่นจังหวัดภูเก็ตแก่ทั้งคนไทยและชาวต่างชาติที่มีความสนใจในภาษา และต้องการให้ภาษาถิ่นจังหวัดภูเก็ตคงอยู่กับประเทศไทยอย่างยาวนาน

อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยค่าความแม่นยำและค่าความระลึกยังได้ผลลัพธ์ไม่สูงเท่าที่ควร ทั้งนี้การเลือกคำศัพท์และการจัดหมวดหมู่คำศัพท์เป็นเรื่องที่สำคัญเพราะการพิจารณาคำศัพท์และหมวดหมู่ดังกล่าวมีผลโดยตรงกับความถูกต้องและความเกี่ยวข้องของการสืบค้นคำศัพท์ในแต่ละครั้ง

การวิจัยขั้นต่อไปควรมีการพัฒนาการค้นคืนคำศัพท์ให้แม่นยำมากขึ้น เช่น การจัดทำลำดับการแสดงผลการค้นคืน (Rank) การเน้นให้มีการสร้างเครือข่ายคำศัพท์ที่หลากหลายในระบบ เพิ่มตัวอย่างคลิปวิดีโอที่ เน้นสถานการณ์การนำไปใช้จริง เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และควรต่อยอดการพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการใช้งานบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่อให้เข้ากับเทคโนโลยีของยุคปัจจุบันด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Rungrat Tongsakul, "An Analysis Of Changes In Hokkien Chinese Borrowings Used By Thai People of Chinese Descent of Three Age Groups in Puket Province," Thaksin University, Thesis 2544.

[2] สภาวัฒนธรรม, *เหลี่ยวหลังแลต่ะ ภาษาภูเก็ต*.: สภาวัฒนธรรมอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต, 2554.

[3] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, *Introduction to Information Retrieval*.: Cambridge University Press, 2008.

[4] ฉันทัส ทองช่วย, *ภาษาและวัฒนธรรมภาคใต้*., 2536.

[5] สุวิไล เปรมศรีรัตน์ , "วิกฤตทางภาษาและวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ : ปัญหาหรือโอกาส," *วารสารภาษาและวัฒนธรรม*, vol. 24(1), pp. 5-19, 2548.

[6] โรงเรียนสตรีภูเก็ต. ห้องสมุดโรงเรียนสตรีภูเก็ต. [Online]. Available at http://www2.satreephuket.ac.th

[7] ลองดู. พจนานุกรม Longdo. [Online]. Available at http://dict.longdo.com/

[8] wikipedia. (2012, Jan.) http://th.wikipedia.org. [Online].

Available at http://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาไทยบ้าบำภูเก็ต

[9] phuketport.com. (2004) http://www.phuketport.com. [Online]. Available at http://www.phuketport.com/th/wordphuket/index.htm

[10] wipatravel. (2013) www.wipatravel.com. [Online]. Available at http://www.wipatravel.com/?p=1459

[11] kontaiclub.com. (2012) http://www.kontaiclub.com. [Online]. Available at http://www.kontaiclub.com/dict

[12] Numrubporn ,T., "High effective distributed Inverted Index algorithms," Kmutt.Library, Thesis 2553.

[13] Berthier Ribeiro-Neto, Edleno S. Moura, Marden S. Neubert, and Nivio Ziviani, "Efficient distributed algorithms to build inverted files," in *Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval (SIGIR '99)*, New York, USA, 1999, pp. 105-112.

[14] John W. Satzinger, Robert B. Jackson, Stephen D. Burd, *Systems analysis and design in a changing world*.: Course Technology, 2006.

[15] McLeod, S. A. (2008) Available at http://www.simplypsychology.org/likert-scale.html.

ระบบบูรณาการสารสนเทศเพื่อการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทย โดยใช้สถาปัตยกรรมเชิงบริการ

An Information Integrating System for Thailand University Admission Based on Service-Oriented Architecture

นันทพร กาซาว(Nanthaporn Kasao)[1] และธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์ (Thanawan Jantharatphaibul)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]nuntaporn.g@student.chula.ac.th[1], [2]thanawan.c@chula.ac.th[2]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรต่าง ๆ แม้กระทั่งองค์กรมหาวิทยาลัยก็ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อให้บริการข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลในการรับสมัครบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันของตน ทั้งในรูปแบบการคัดเลือกในระบบคัดเลือกรวม และ รูปแบบรับตรง ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบรับตรง มีการเปิดรับจำนวนมากขึ้น บางสถาบันมีการรับตรงเกือบ 100% แต่มีบุคคลที่พลาดโอกาสในการสมัครสอบจำนวนมาก เนื่องจากทราบข้อมูลการรับสมัครภายหลังวันที่หมดเขตรับสมัครแล้ว หรือขาดข้อมูลช่วยในการตัดสินใจเลือกคณะสาขาวิชาที่เหมาะกับตนเอง งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ ระบบบูรณาการสารสนเทศเพื่อการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทย โดยใช้สถาปัตยกรรมเชิงบริการ ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบต้นแบบ โดยใช้หลักการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการในการออกแบบสถาปัตยกรรม ที่ประกอบด้วยระบบที่มีความหลากหลายของข้อมูล ซึ่งออกแบบระบบโดยมุ่งเน้นให้แอพพลิเคชันสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยไม่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม ภาษาคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา และสามารถให้บริการข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจแก่ผู้สมัครสอบคัดเลือกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ สถาปัตยกรรมเชิงบริการ แพลตฟอร์ม

Abstract

The modern information technology has been continuously developed to improve the performance of organizations. Even the Universities also have developed an information system to provide more complicated information to help their recruitment process in both central university admissions system and direct system. The direct system is the system that been adapted widely nowadays. Some of the institutions have been using the direct system almost 100%. However, there are a lot of missed opportunities in for the applicants who got information after the deadline of application date. Due to the lack of information in order to help their decision to choose the subject/ major/ faculty/ university, this paper will be presented an information integrating system for Thailand university admission based on service-oriented architecture. The prototype system was developed. Using the principles of service-oriented architecture in architectural design. The system consists of a variety of data. The system designed focusing on the application to work together. Without depending on the platforms, computer languages and technology for development. And can provide information quickly and efficiently.

Keyword: informationsystem, service-oriented architecture, platforms

1. บทนำ

ระบบการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา เป็นระบบการรับบุคคลที่จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ

เทียบเท่าเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ทั้งสถาบันของรัฐและเอกชน โดยระบบการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแรกเป็นการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในระบบคัดเลือกรวม (Central University Admissions System: CUAS) ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยพิจารณาผลการเรียนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า (GPAX) ผลการสอบแบบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O – NET) 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ผลการสอบแบบทดสอบความถนัดทั่วไป (GAT : General Aptitude Test) และผลการสอบแบบทดสอบความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการ (PAT : Professional Aptitude Test) โดยใช้ผลการสอบที่กล่าวดังนี้ เป็นองค์ประกอบของการคัดเลือก และรูปแบบที่ 2 เป็นการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาโดยระบบตรง (Direct System) ซึ่งเป็นการสอบคัดเลือกที่ทางสถาบันอุดมศึกษาแต่ละแห่ง จะเป็นผู้ดำเนินการพิจารณาคัดเลือกและกำหนดเงื่อนไขการรับสมัครเอง โดยมีความเชื่อว่าจะได้รับบุคคลที่มีความสามารถเฉพาะและมีความตั้งใจเข้าศึกษาในสถาบันของตน เป็นเหตุให้แนวโน้มของการสอบตรงหรือรับตรงของสถาบันต่าง ๆ ในปัจจุบัน มีสัดส่วนจำนวนการรับในแบบรับตรงมากขึ้นกว่ารูปแบบแรก เนื่องจากแต่ละสถาบันพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปีแรก ของนิสิตนักศึกษาที่คัดเลือกจากระบบคัดเลือกรวม มีผลการเรียนในภาพรวมเป็นที่น่าพอใจน้อยกว่าวิธีรับตรง

เนื่องจากแต่ละสถาบันต่างก็มีความต้องการบุคคลที่มีความสามารถเฉพาะ เข้าศึกษาในสถาบันของตน ระบบสารสนเทศจึงได้ถูกนำมาใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ทั้งเว็บไซต์ของทางสถาบันเองและเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูลทั่วไปในอินเตอร์เน็ต ซึ่งมีความหลากหลายของทั้งข้อมูล และแหล่งที่มา จนทำให้ผู้รับข้อมูลสับสน และข้อมูลขาดความน่าเชื่อถือ ในบทความนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอ ระบบต้นแบบที่ช่วยในการรวบรวมข้อมูลการรับสมัครบุคคลเข้าศึกษาของสถาบันต่าง ๆ เพื่อให้บริการข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และข้อมูลที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกคณะสาขาวิชาแก่บุคคลที่ต้องการสมัคร โดยระบบต้นแบบนี้จะออกแบบระบบโดยใช้หลักการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการเป็นหลัก มุ่งเน้นให้แอพพลิเคชันสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยไม่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม ภาษาคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยของ Yao-Min Fang, Li-Yu Lin, Chua-Huang และ Tien-Yin Chou [1] ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์โดยใช้หลักการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ มาช่วยในการออกแบบระบบ เพื่อช่วยค้นหาข้อมูลของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ โดยรวบรวมข้อมูลการขายอสังหาริมทรัพย์จากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีข้อมูลใกล้เคียงกันมารวมไว้เป็นระบบเดียว และใช้เทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิสมาพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งแนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบจากงานวิจัยนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาได้

งานวิจัยของ Zaran Stojanovic, Ajantha Dahanayake และ Henk Sol [2] ได้กล่าวถึง การพัฒนารูปแบบ และการออกแบบในลักษณะการให้บริการแบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (SOA) โดยพิจารณาลักษณะเด่นของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ ที่มีความยืดหยุ่น ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีประสิทธิภาพในการทำงาน การพัฒนาทั้งฝั่งผู้บริการ และฝั่งผู้ให้บริการจำเป็นต้องเข้าใจถึงความต้องการ ทั้งทางด้านธุรกิจที่จะใช้ซอฟต์แวร์ และสิ่งที่จะนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์ จากงานวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ด้านการออกแบบระบบในส่วนการกำหนดความต้องการของระบบ (Requirement) และพัฒนาระบบซอฟต์แวร์

งานวิจัยของ Yih-Cheng, Chi-Ming Ma, และ Shih-Chien Chon [3] ได้ใช้แนวคิดสถาปัตยกรรมเชิงบริการ มาออกแบบและพัฒนา Middleware ซึ่ง Middleware จะอยู่ระหว่างเลเยอร์ของซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยลด

ความซับซ้อนของการเขียนโปรแกรมพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบได้

3. ระเบียบขั้นตอนวิธีการ

3.1 การเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยการสำรวจเก็บข้อมูลความต้องการจากประชากร ซึ่งมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งเลือกให้สอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการ ตามรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มบุคคลที่กำลังจะสมัครสอบคัดเลือกเพื่อศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษา และบุคคลที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว จำนวน 200 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการระบบที่ช่วยในการค้นหาข้อมูล และช่วยในการตัดสินใจเลือกคณะสาขาวิชา

2. กลุ่มอาจารย์แนะแนวระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 แห่ง โดยใช้การสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลความต้องการระบบช่วยเหลือ ในการให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแก่นักเรียนในสังกัดของตน

3. กลุ่มผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา จำนวน 1 แห่ง ในระดับคณะ และภาควิชา โดยใช้การสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลความต้องการข้อมูลด้านสถิติ

4. ผู้วิจัยศึกษาและรวบรวมข้อมูล การให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา จากเว็บไซต์สถาบันต่าง ๆ และเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูลทั่วไปในอินเตอร์เน็ต

จากการเก็บข้อมูลทั้ง 4 รายการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายในการออกแบบและพัฒนาระบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบมากที่สุด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) และแบบสัมภาษณ์ (Interview) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จากการศึกษาเอกสารให้ความรู้จากทางอินเตอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจากบุคคลที่กำลังจะสมัครสอบคัดเลือกออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ วิธีการค้นหาข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือก ส่วนที่ 2 คือปัญหาที่พบในการสืบค้นข้อมูล ส่วนที่ 3 คือความต้องการระบบที่ช่วยในการค้นหาข้อมูล และช่วยในการตัดสินใจเลือกคณะสาขาวิชาที่เหมาะกับตน โดยใน 2 ส่วนแรกออกแบบให้ประเมินค่าจากข้อมูลส่วนมากที่ตอบ และส่วนที่ 3 จะประเมินค่าแบบมาตราส่วนแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) ชนิด 5 ระดับ โดยมีระดับความสำคัญจากมากที่สุดไปจนถึงระดับความสำคัญน้อยที่สุด (โดยเริ่มจาก 5-4-3-2-1 ตามลำดับ)

ในส่วนของแบบสัมภาษณ์ จะใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non -Structured interview) เนื่องจากเป็นการสัมภาษณ์ที่ต้องการข้อมูลที่ละเอียด เป็นการสัมภาษณ์แบบเปิดกว้าง ไม่จำกัดคำตอบ แต่มีจุดความสนใจเฉพาะข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการ

3.3 ผลการเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลจากประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้ผลการเก็บข้อมูล ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ข้อมูลจากแบบสอบถาม เก็บข้อมูลจากกลุ่มบุคคลที่กำลังจะสมัครสอบคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษา ในส่วนที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 88.5 ได้ค้นหาข้อมูลจากทางอินเตอร์เน็ต อีกร้อยละ 11.5 ค้นหาข้อมูลจากห้องแนะแนว และเพื่อนแนะนำ ในส่วนที่ 2 ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 72.5 พบปัญหาข้อมูลแสดงไม่ชัดเจน อีกร้อยละ 27.5 พบปัญหาข้อมูลไม่น่าเชื่อถือและผิดพลาด ในส่วนที่ 3 ผู้วิจัยกำหนดความต้องการของระบบจากการเก็บข้อมูลในรายการที่ 4 โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินคะแนนความต้องการของตนเอง ตามมาตราส่วนแบบลิเคิร์ต ความต้องการที่ผู้วิจัยกำหนดไว้มีดังนี้

1. ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน
2. มีตัวช่วยในการใช้คำสำคัญในการค้นหา
3. เลือกเงื่อนไขในการค้นหาข้อมูลได้
4. มีตัวช่วยในการนำข้อมูลที่ค้นหามาเปรียบเทียบกันได้
5. ค้นหาข้อมูลสถิติคะแนนสูงต่ำได้
6. มีตัวช่วยในการค้นหาสถิติคะแนน
7. เลือกเงื่อนไข ในการค้นหาสถิติคะแนนสูงต่ำได้

8. ผลของการค้นหาอ่านเข้าใจง่าย รูปแบบเดียวกัน

จะเห็นได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการในระดับมาก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : อัตราคะแนนเฉลี่ยของการแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม

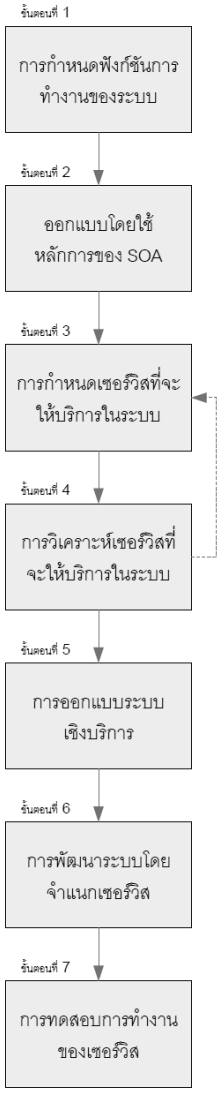
ความต้องการระบบที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			
	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	ค่าเบี่ยงเบน
1	4.21	4	1	0.70
2	4.05	4	1	0.59
3	4.03	4	1	0.63
4	4.09	4	1	0.60
5	4.07	4	1	0.61
6	4.17	5	1	0.77
7	4.29	4	1	0.69
8	4.27	4	1	0.73

กลุ่มที่ 2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อาจารย์แนะแนวในสถาบันการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 แห่ง ได้เน้นประเด็นรายละเอียดในการให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแก่นักเรียนในสังกัดของตน ทำให้ทราบว่าแต่ละโรงเรียนมีการให้บริการข้อมูลจากเอกสารที่แต่ละมหาวิทยาลัยส่งมาให้กับห้องแนะแนว และการจัดคอมพิวเตอร์ที่ห้องแนะแนว แต่ยังมีนักเรียนที่พลาดในการสมัครสอบคัดเลือก ดังนั้นอาจารย์แนะแนวจึงมีความต้องการระบบที่ให้บริการข้อมูลการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแก่นักเรียนอย่างสมบูรณ์และทันสมัย

กลุ่มที่ 3 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษาในระดับคณะ และภาควิชา โดยเน้นประเด็นสัมภาษณ์ไปที่ความต้องการข้อมูลด้านสถิติที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการการรับสมัครบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันของตน ทำให้ทราบว่าผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษามีความต้องการข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัคร และผู้ผ่านการคัดเลือก ข้อมูลสถิติจากการรับแบบแอดมิชชั่น ในรูปแบบของรายงาน รวมถึงการเปรียบเทียบข้อมูลสถิติด้วย เพื่อใช้ในการบริหารจัดการการรับบุคคลเข้าศึกษา

3.4 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในส่วนของการออกแบบและการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กลยุทธในการออกแบบระบบด้วยวิธี Top-down Strategy [5] โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังแผนภาพ ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ขั้นตอนการพัฒนาระบบโดยวิธี Top-down Strategy

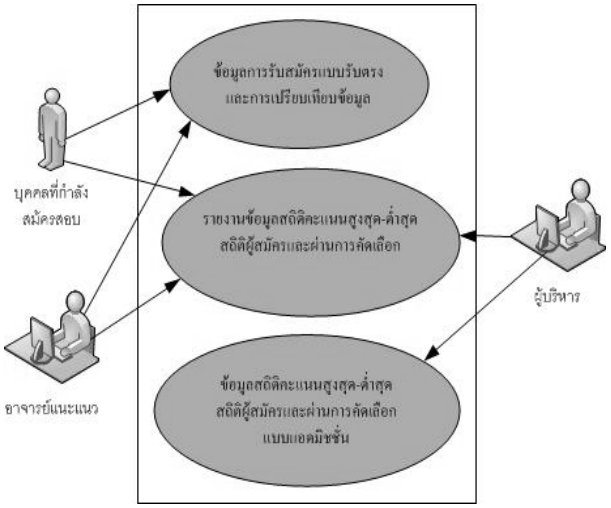
3.1.1 ขั้นตอนที่ 1

เป็นขั้นตอนการกำหนดความสามารถของระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยนำข้อมูลจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ระบบมาวิเคราะห์ ทำให้ได้ฟังก์ชันหลักดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยยูสเคสหลัก ดังนี้

1. การให้บริการข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษาแบบรับตรง และการเปรียบเทียบข้อมูล

2. การให้บริการข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด ข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัครสอบคัดเลือก และจำนวนผู้สอบผ่านการคัดเลือก โดยแยกตามคณะสาขาวิชา และสถาบัน

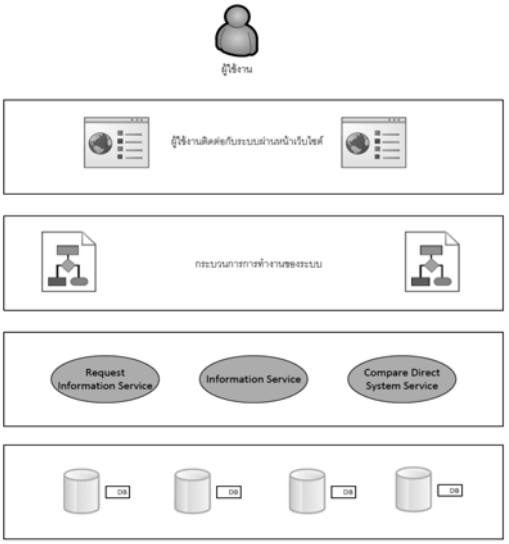
3. การให้บริการข้อมูลสถิติในรูปแบบรายงาน



ภาพที่ 2 : ยูสเคสไดอะแกรมฟังก์ชั่นของระบบ

3.1.2 ขั้นตอนที่ 2

ออกแบบระบบโดยใช้หลักการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ สถาปัตยกรรมเชิงบริการ หมายถึง รูปแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ ที่เกิดจากการประกอบกันขึ้นของซอฟต์แวร์หลาย ๆ ชิ้น แต่ละชิ้นเรียกว่าเซอร์วิส (Service) มีหน้าที่ให้บริการ ซึ่งระบบนี้ได้ออกแบบให้เซอร์วิสเป็น Middleware ในการให้บริการข้อมูล และรวบรวมข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกของสถาบันต่าง ๆ มีการประสานงานกันระหว่างหลาย ๆ เซอร์วิสในการทำงานร่วมกัน สถาปัตยกรรมเชิงบริการสนับสนุนการเชื่อมโยงกันอย่างหลวม ๆ ระหว่างเซอร์วิส เพื่อใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน และสนับสนุนการนำเซอร์วิสที่มีอยู่แล้วไปใช้ซ้ำในหลาย ๆ แอปพลิเคชัน ซึ่งได้ออกแบบโครงสร้างของระบบแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : โครงสร้างการออกแบบระบบสำหรับให้บริการข้อมูล

จากภาพที่ 2 ได้แบ่งโครงสร้างของระบบออกเป็น 4 ชั้น โดยเริ่มนับชั้นที่ 1 จากด้านบนของภาพ

- ชั้นที่ 1 คือส่วนติดต่อกับระบบโดยผ่านหน้าเว็บ เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานใช้ติดต่อกับระบบ
- ชั้นที่ 2 คือส่วนของการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นชั้นของกระบวนการการทำงานของระบบ ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้พัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา และเว็บเซอร์วิส
- ชั้นที่ 3 คือส่วนของการให้บริการของเซอร์วิส ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบการให้บริการของเซอร์วิส ในระบบนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการให้บริการเซอร์วิสออกเป็น 3 เซอร์วิสใหญ่ รายละเอียดตามขั้นตอนที่ 3
- ชั้นที่ 4 คือส่วนของการจัดการกับข้อมูล เช่น ฐานข้อมูลของระบบ และข้อมูลที่ระบบจะต้องนำมาใช้

3.1.3 ขั้นตอนที่ 3

การกำหนดเซอร์วิสที่จะให้บริการในระบบ โดยได้ออกแบบไว้ 3 เซอร์วิสใหญ่ ดังนี้

1. Request Information Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับการร้องขอข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกจากสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ
2. Information Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับการให้บริการข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือก และข้อมูลสถิติ

3. Compare Direct System Info Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับให้บริการการเปรียบเทียบข้อมูลการสมัครสอบคัดเลือกแบบรับตรง

3.1.4 ขั้นตอนที่ 4

การวิเคราะห์เซอร์วิสที่จะให้บริการในระบบจากเซอร์วิสที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 3 สามารถวิเคราะห์และแตกเซอร์วิสใหญ่ออกเป็นเซอร์วิสย่อย ๆ ที่ให้บริการในแต่ละส่วน ซึ่งมีรายละเอียดของเซอร์วิสแต่ละตัว ดังนี้

1. Request Information Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับการร้องขอข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกจากสถาบันต่าง ๆ โดยได้แตกออกเป็น 4 เซอร์วิสย่อย ดังนี้

1.1 Get Direct System Info Service สำหรับร้องขอข้อมูลรับสมัครคัดเลือกแบบระบบรับตรง จากสถาบันต่าง ๆ

1.2 Get Admission Score Info Service สำหรับร้องขอข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด ของการคัดเลือกแบบแอดมิชชั่นของแต่ละสถาบัน ตามคณะ/สาขาวิชา

1.3 Get Statistic Admission Info Service สำหรับร้องขอข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัครสอบคัดเลือก และผู้ผ่านการคัดเลือก จากสถาบันต่าง ๆ ในการคัดเลือกแบบแอดมิชชั่น

1.4 Get Statistic Direct Sys Info Service สำหรับร้องขอข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัครสอบคัดเลือก และจำนวนผู้ผ่านการคัดเลือก จากสถาบันต่าง ๆ ในการคัดเลือกแบบรับตรง

2. Information Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับการให้บริการข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือก และข้อมูลสถิติ โดยได้แตกออกเป็น 4 เซอร์วิสย่อย ดังนี้

2.1 Direct System Info สำหรับให้บริการข้อมูลการสอบคัดเลือกแบบรับตรง

2.2 Admission Score Info Service สำหรับบริการข้อมูล คะแนนสูงสุด-ต่ำสุด ของการคัดเลือกแบบแอดมิชชั่นของแต่ละสถาบัน ตามคณะ/สาขาวิชา

2.3 Statistic Admission Info Service สำหรับบริการข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัครสอบคัดเลือก และผู้ผ่านการคัดเลือกของสถาบันต่าง ๆ ในการคัดเลือกแบบแอดมิชชั่น

2.4 Statistic Direct Sys Info Service สำหรับบริการข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัครสอบคัดเลือก และผู้ผ่านการคัดเลือก ของสถาบันต่าง ๆ ในการคัดเลือกแบบรับตรง

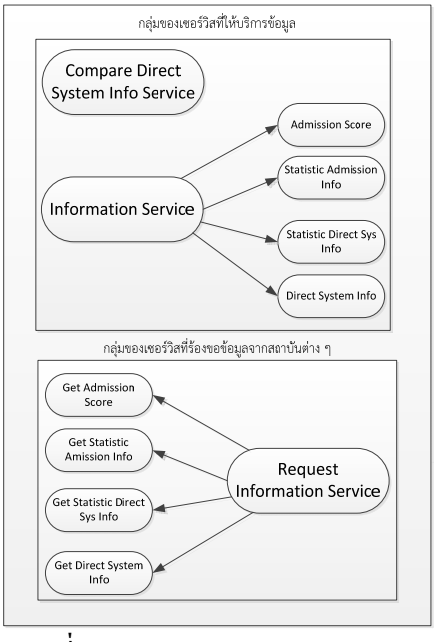
3. Compare Direct System Info Service เป็นเซอร์วิสที่ออกแบบไว้สำหรับให้บริการการเปรียบเทียบข้อมูลการสมัครสอบคัดเลือกแบบรับตรง

3.1.5 ขั้นตอนที่ 5

การออกแบบระบบเชิงบริการ เป็นการออกแบบระบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับเซอร์วิส [4] โดยใช้เทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิส [5] มาพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งระบบนี้ จะใช้ข้อมูลของ 2 สถาบันมามาใช้ในการสร้างระบบต้นแบบ คือ ข้อมูลการรับสมัครคัดเลือก ข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด รวมทั้งข้อมูลสถิติจำนวนผู้สมัคร และผู้ผ่านการคัดเลือกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจำลองหน้าฟอร์มฝั่ง Client ของทั้ง 2 สถาบัน ในการเรียกใช้เซอร์วิสที่ระบบให้บริการ ตามหลักการการออกแบบเชิงบริการ

3.1.6 ขั้นตอนที่ 6

การพัฒนาระบบโดยจำแนกเซอร์วิส เป็นการพัฒนาระบบโดยการจำแนกเซอร์วิสตามการให้บริการ โดยแบ่งเป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม คือกลุ่มของเซอร์วิสที่ให้บริการข้อมูล เป็นเซอร์วิสที่ถูกเรียกใช้ในระบบนี้ และกลุ่มของเซอร์วิสที่ร้องขอข้อมูล ได้ออกแบบไว้เพื่อให้สถาบันต่าง ๆ มาเรียกใช้เซอร์วิสกลุ่มนี้ สำหรับการรวบรวมข้อมูลการรับสมัครคัดเลือก ข้อมูลสถิติคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด และสถิติจำนวนผู้สมัครรับคัดเลือก และจำนวนผู้ผ่านการคัดเลือก ดังแสดงในภาพที่ 4

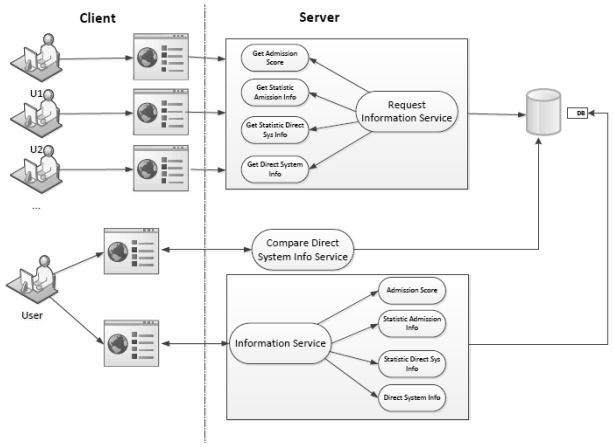


ภาพที่ 4 : การจำแนกเซอร์วิสตามการให้บริการ

3.1.7 ขั้นตอนที่ 7

การทดสอบการทำงานของเซอร์วิส จะทดสอบการทำงานโดยการจำลองหน้าฟอร์มในฝั่งของ Client คือจำลองหน้าฟอร์มของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อเรียกใช้เซอร์วิสที่ร้องขอข้อมูลการสมัครสอบคัดเลือก ข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด และข้อมูลสถิติ โดยทดสอบอัพโหลดไฟล์ข้อมูลตามที่เซอร์วิสร้องขอเป็นไฟล์ xml ผ่านหน้าฟอร์มเข้าระบบ ซึ่งสามารถเรียกใช้เวอร์วิสได้ และส่งข้อมูลตามที่เซอร์วิสร้องขอเก็บลงในฐานข้อมูลฝั่ง Server ได้สำเร็จ

ในส่วนของการทดสอบเรียกใช้เซอร์วิสที่ให้บริการข้อมูลการสมัครสอบคัดเลือก ข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด และข้อมูลสถิตินั้น จะทดสอบโดยเรียกใช้เซอร์วิสผ่านหน้าเว็บของระบบระบบบูรณาการสารสนเทศเพื่อการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทยที่พัฒนาขึ้นนี้ ซึ่งสามารถเรียกใช้เซอร์วิสได้สำเร็จ และสามารถเรียกดูข้อมูลตามรายการที่เซอร์วิสเปิดให้บริการ สามารถอธิบายได้จากภาพที่ 5 ดังนี้



ภาพที่ 5 : การจำลองฝั่งของ Client เพื่อทดสอบเรียกใช้เซอร์วิส

4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบบูรณาการสารสนเทศเพื่อการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทย โดยใช้สถาปัตยกรรมเชิงบริการ เป็นการออกแบบระบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับเซอร์วิส โดยใช้เทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิส มาพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อสร้างเซอร์วิสที่ให้บริการข้อมูล โดยเซอร์วิสที่ให้บริการเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็น Middleware ในการให้บริการข้อมูล และรวบรวมข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกของสถาบันต่าง ๆ รวมถึงสถิติคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด และสถิติจำนวนผู้สมัครการคัดเลือก และจำนวนผู้ผ่านการคัดเลือก มีจุดมุ่งหมายในการให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา และบริการข้อมูลทางสถิติ แก่บุคคลที่ต้องการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา รวมถึงผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา เพื่อช่วยบุคคลที่ต้องการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในการตัดสินใจเลือกคณะสาขาวิชา และสถาบันที่เหมาะสมกับตัวเอง และช่วยผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา ในการวิเคราะห์และตัดสินใจ เพื่อกำหนดจำนวนและ วิธีการรับสมัครบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันของตน

การพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับการรับบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาและข้อมูลทางสถิติที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบต้นแบบนี้มีเพียง 2 สถาบันเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถนำระบบมาให้บริการข้อมูลได้จริง จุดประสงค์ของการพัฒนาระบบนี้ เพื่อพิสูจน์ว่าสามารถนำเอาหลักการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการมาออกแบบระบบ เพื่อให้บริการข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา และเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาแตกต่างกัน ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ เพื่อให้การทำงานของระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ที่สนใจในงานวิจัยนี้ สามารถนำระบบต้นแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานี้ไปพัฒนาต่อให้เกิดประโยชน์และใช้งานจริงได้ในการให้บริการข้อมูลการรับสมัครสอบคัดเลือกของสถาบันต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลคะแนนสูงสุด-ต่ำสุด และข้อมูลสถิติ

เอกสารอ้างอิง

[1] Yao-Min Fang, Li-Yu Lin, Chua-Huang Huang, and Tien-Yin Chou. 2009. “An integrated information system for real estate agency-based on service-oriented architecture.” *Expert Syst.* Appl. 36, 8 (October 2009), 11039-11044.

[2] Yih-Cheng Lee, Chi-Ming Ma, and Shih-Chien Chou. 2005. “A Service-Oriented Architecture for Design and Development of Middleware.” *In Proceedings of the 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC '05). IEEE Computer Society*, Washington, DC, USA, 217-221.

[3] Stojanovic, Z.; Dahanayake, A.; Sol, H.; , "Modeling and design of service-oriented architecture," *Systems, Man*

and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on , vol.5, no., pp. 4147- 4152 vol.5, 10-13 Oct. 2004

[4] Thomas Erl, "*Service-Oriented Architecture Concepts Technology and Design"*, Prentice Hall, 2005 Chapter 10 page 358-365

[5] Michael P. Papazoglou. "*Web Services : Principles and Technology*." Pearson Education Prentice Hall, 2008

การพัฒนาโมเดลการทำนายโรคระบาดด้วยกฎความสัมพันธ์ผ่านเว็บเซอร์วิส
Development of Disease Dispersion Model based on Association Rules via Web Service

อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา (Ubonrat Sirisukpoca)[1] และไพศาล สิมาเลาเต่า (Paisan Simalaotao)[2]
กลุ่มโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]ubonrat76@hotmail.com, [2]paisan.smlt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการทำนายโรคระบาดด้วยกฎความสัมพันธ์ผ่านเว็บเซอร์วิส โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลอาการของโรค และข้อมูลอาการของผู้ป่วย โดยการหาค่าความสัมพันธ์ จากนั้นจะนำไปประมวลผลเพื่อหาความน่าจะเป็นของการเป็นโรคระบาด ค่าสนับสนุน และค่าความมั่นใจ เพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าเงื่อนไขในการหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบมีคลาสข้อใดที่ผ่านค่าสนับสนุนและผ่านค่าความมั่นใจที่กำหนด กฎความสัมพันธ์ที่ผ่านการตรวจสอบ จะถูกนำไปใช้ในการสร้างโมเดลการทำนายโรคระบาด ซึ่งแบ่งระดับของการทำนายโรคระบาดเป็น 3 ระดับ โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการนำเสนอจะใช้เว็บเซอร์วิส ซึ่งทำให้สามารถเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการใช้งานเท่านั้น เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังหรือแจ้งเตือนประชาชนในพื้นที่ต่อไป ผลการวิจัยพบว่า การทดลองสร้างโมเดลทำนายโรคระบาดทำการสร้างจากตัวอย่างข้อมูลอาการผู้ป่วยจำนวน 200 คน เมื่อนำโมเดลที่ได้มาทำการวิเคราะห์อาการของผู้ป่วยจำนวน 200 คน โดยใช้อาการของโรคไข้หวัดใหญ่ พบว่าได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 92.5 และการของวัณโรค พบว่าได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 90.5 โดยค่าความถูกต้องจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของอาการและความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลโรคระบาดด้วยกฎความสัมพันธ์เมื่อนำมาเผยแพร่ด้วยเว็บเซอร์วิสทำให้มีความปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

คำสำคัญ: โรคระบาด เว็บเซอร์วิส แบบจำลองกฎความสัมพันธ์

Abstract

This research aims to develop a model to predict disease dispersion model based on association Rules via Web service. The data used in the experiment was divided into two parts for signs of disease and the patient's condition by finding the relationship. It will then be processed to determine the probability of a disease dispersion, the support and the confidence. To determine whether the conditions for the appearance of the data associated with any of the classes, the support and the confidence to set up. Relationships are examined. Will be used to create models to predict disease dispersion. They are divided into three levels of the predicted epidemic level by exchanging and presenting information to the Web. Which makes it possible to distribute and exchange of information between related entities. You can choose only the data you want to use. Surveillance or to alert the public in the following areas. The results showed that Experimental disease models predict the creation of a data sample of 200 patients, on the models that have been used to analyze the symptoms of 200 patients with symptoms of influenza. Found that the accuracy was 92.5 and of tuberculosis. Found that the accuracy is 90.5 The accuracy will depend on the details of the symptoms and the accuracy of the data used in the classification rules associated with disease outbreaks. Published on the Web by making a secure data exchange.

Keyword: Dispersion disease, web service, association rule, model

1. บทนำ

การแพร่ของโรคระบาดในแต่ละพื้นที่ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานของโรคที่กำลังแพร่ระบาด เช่น สาเหตุการเกิดโรค อาการของโรค ปัจจัยในการแพร่ระบาดของโรค พาหะนำโรค เป็นต้น โดยข้อมูลต่าง ๆ หากถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อมูลดิจิตอลเพื่อนำมาประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์ จะทำให้สามารถเข้าถึงและเผยแพร่ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และสามารถจำกัดการแพร่ระบาดได้ทันเวลา แต่มีข้อจำกัดด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลบางส่วน เช่น ข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย เป็นต้น ทำให้ควรมีการแบ่งส่วนของข้อมูลที่สามารถเผยแพร่ได้

การเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ป่วยและอาการป่วยจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการติดตามดูแลรักษาผู้ป่วย แต่จะมีการเลือกข้อมูลในส่วนของอาการป่วยเพื่อทำการแลกเปลี่ยนและเผยแพร่ไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยใช้เว็บเซอร์วิส จากนั้นจะนำมาทำการคัดกรองและเรียนรู้เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะป่วยเป็นโรคระบาด จนกระทั่งได้ผลลัพธ์ที่แสดงถึงรูปแบบการแพร่ระบาดของโรค จำนวนของผู้ป่วยและผู้ที่คาดว่าจะป่วย [1][2][3][4]

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Classification Based on Associations (CBA) เป็นการรวมเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์เข้ากับเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล โดยวิธีการแบบนี้ถูกเรียกว่า การจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ ซึ่งอัลกอริทึม CBA ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนการสร้างกฎความสัมพันธ์เรียกว่า CBA-RG ซึ่งอัลกอริทึมในส่วนแรกนี้จะอ้างอิงกับอัลกอริทึม Apriori และส่วนของการสร้างโมเดลในการทำนายเรียกว่า CBA-CB

จุดมุ่งหมายในส่วนของ CBA-RG คือ การค้นหากฎความสัมพันธ์ทั้งหมดที่มีค่าสนับสนุนมากกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ โดยที่กฎความสัมพันธ์เหล่านั้นจะอยู่ในรูปของ <condset, y> เมื่อ

condset คือ itemsets และ y คือคลาสปลายทาง (class label)

condsupCount คือ จำนวนครั้งของ transaction ที่เกิด condset ขึ้นในฐานข้อมูล (D)

rulesupCount คือ จำนวนครั้งของ transaction ที่เกิด condset และคลาสปลายทางเป็น y พร้อมกัน โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะประกอบด้วยค่าต่อไปนี้

|D| คือ ขนาดของฐานข้อมูลหรือจำนวนแถวของข้อมูล (transaction)

condset -> y, ค่าสนับสนุน, ค่าความมั่นใจ โดยที่

- ค่าสนับสนุนหาจาก (rulesupCount ÷ |D|) x 100%
- ค่าความมั่นใจหาจาก (rulesupCount ÷ condsupCount) x 100%

กฎความสัมพันธ์ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำจะถูกเรียกว่า Frequent ruleitems ส่วนกฎความสัมพันธ์ที่เหลือเรียกว่า Infrequent ruleitems

สำหรับกรณีที่มีกฎความสัมพันธ์มากกว่า 1 กฎที่มี condset เหมือนกันนั้น จะเลือกกฎความสัมพันธ์ที่มีค่าความมั่นใจสูงที่สุด เรียกว่า Possible Rule (PR) เป็นตัวแทนกฎความสัมพันธ์ที่เหลือ และถ้ากฎความสัมพันธ์นั้นมีค่าความมั่นใจมากกว่าค่าความมั่นใจขั้นต่ำ จะบอกว่ากฎเหล่านั้นมีความถูกต้อง (Accurate) ดังนั้นเซตที่เรียกว่า CARs จะประกอบไปด้วยกฎที่เรียกว่า Frequent และ Accurate

ขั้นตอนการสร้างกฎความสัมพันธ์ (CBA-RG)

1. ค้นหา Frequent Ruleitems ทั้งหมด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะเลือกเฉพาะกฎที่เป็น CARs

2. สร้าง CARs จาก Frequent Ruleitems และสำหรับทุกๆ Ruleitems ที่มี Condset เหมือนกัน จะเลือกเพียงกฎเดียว โดยจะเลือกกฎที่มีค่าความมั่นใจสูงที่สุด

3. Prune Ruleitems ที่มีค่าความมั่นใจน้อยกว่าค่าความมั่นใจขั้นต่ำ

ขั้นตอนการสร้างโมเดลในการทำนาย (CBA-CB)

1. เรียงลำดับของกฎทั้งหมด โดยใช้หลักการเบื้องต้นดังนี้ กำหนดให้มี 2 กฎ นั่นคือ R1 และ R2 ซึ่งสามารถกำหนดว่า R1 มีศักย์สูงกว่า R2 ได้ก็ต่อเมื่อ

- ค่าความมั่นใจของ R1 มากกว่า R2 หรือ
- ค่าความมั่นใจเท่ากัน แต่ค่าสนับสนุนของ R1 มากกว่า R2 หรือ

- ทั้งค่าความมั่นใจและค่าสนับสนุนเท่ากัน แต่ R1 ถูกสร้างก่อน R2

2. วนรอบกฎ โดยจะนำกฎแต่ละกฎไปตรวจสอบกับตัวข้อมูล (โดยตัวข้อมูลที่ใช้นั้นเป็นข้อมูลที่เราทราบกลุ่มแล้ว) จากนั้นถ้ากฎสามารถที่จะรองรับ (Satisfy) ตัวข้อมูลทั้งค่าทางด้านซ้าย (Condset) และค่าทางด้านขวา (คลาส) แล้ว จะนำกฎนั้นไปเก็บไว้ในเซตของกฎ (Set C) แล้วหา Default Class เพื่อใช้ในการทำนายข้อมูลในกรณีที่ไม่มีกฎไหนรองรับข้อมูลนั้นเลย จากนั้นจะนำเซตของกฎนั้นมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด

3. นำเซตของกฎทุกๆเซตมาเปรียบเทียบกัน แล้วเลือกเซตของกฎที่มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อที่จะนำเซตของกฎนั้นไปเป็นโมเดล เพื่อใช้ในการทำนายข้อมูลที่ไม่ทราบคลาส [5][6][7][8][9][10]

2.2 Web Service เป็นโปรแกรมในรูปแบบการให้บริการ โดยจะถูกเรียกใช้งานโดย Web Application หรือ Application ในรูปแบบ RPC (Remote Procedure Call) [1]

Web Service มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. SOAP (Simple Object Access Protocol) เป็น protocol ใช้ในการเรียกใช้งาน Web Service สามารถใช้งานได้หลาย Platform หรือข้ามภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม ทำงานผ่าน HTTP Protocol และภาษา XML ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

2. WSDL (Web Services Description Language) ใช้ในการอธิบายรายละเอียดในการใช้งาน Web Services

3. UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) เป็นรายละเอียดที่ถูกเผยแพร่ในการใช้งาน Web Service วิธีการลงทะเบียนเพื่อใช้งาน และโครงสร้างของข้อมูล

การทำงานของ Web Service คือ เมื่อผู้ร้องขอบริการติดต่อกับผู้ให้บริการผ่าน SOAP โดย UDDI ระบุวิธีการติดต่อและใช้งาน และ WSDL บอกถึง Service ที่ให้บริการและการใช้งาน [11] [12] [13] [14]

ความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลด้วย Web Service Security โดยการเข้ารหัสข้อมูลมี 2 ทางเลือก คือ SSL (Secure Sockets Layer) และ SOAP extension [15] [16]

1. SSL (Secure Sockets Layer) นิยมใช้ใน Internet โดยมีการตรวจสอบ Server และ Client ว่ามีอยู่จริงและมีการเข้ารหัสข้อมูลทุกครั้ง

2. SOAP extension จะทำการเข้ารหัสที่ SOAP package ซึ่งสามารถเข้ารหัสเฉพาะข้อความที่ต้องการ เข้ารหัสเฉพาะส่วนหัวข้อของข้อความ เข้ารหัสเฉพาะเนื้อหาของข้อความ หรือเข้ารหัสทั้งข้อความก็ได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาเบื้องต้น (Preliminary Investigation and Feasibility Study) ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่

1. ข้อมูลอาการของโรคระบาด โดยเลือกโรคที่ใช้ในการทดลอง คือ

- โรคไข้หวัดใหญ่ มีอาการโดยทั่วไป คือ มีไข้ หายใจลำบาก ไอ มีน้ำมูก มีเสมหะ และหอบเหนื่อย เป็นต้น

- วัณโรค มีอาการโดยทั่วไป คือ ไอเรื้อรัง ไอปนเลือด มีไข้ต่ำ เจ็บแน่นหน้าอก เหนื่อยหอบ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร และน้ำหนักลด เป็นต้น

2. ข้อมูลอาการของผู้ป่วยที่ต้องสงสัยว่าป่วยเป็นโรคระบาด

3.2 การรวบรวมข้อมูลและการจัดการข้อมูล

1. ข้อมูลโรค เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโรค โดยแยกออกเป็นส่วนย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ข้อมูลโรค ข้อมูลอาการ เป็นต้น

2. ข้อมูลผู้ป่วยหรือผู้ที่มีอาการต้องสงสัยว่าจะป่วย มีรายละเอียด ดังนี้

- ข้อมูลผู้ป่วยโรคระบาด คือ ข้อมูลที่ได้รับการยืนยันว่ามีสถานะอาการป่วยเป็นโรคระบาดจริง

- ข้อมูลผู้ที่มีอาการต้องสงสัยว่าจะป่วยเป็นโรคระบาด คือ ผู้ที่มีอาการป่วย หรือรู้สึกว่ามีอาการป่วย แต่ยังไม่ได้รับการยืนยันว่าป่วย เป็นข้อมูลที่ถูกนำมาเข้าสู่โมเดลเพื่อแสดงระดับความน่าจะเป็นในการป่วยเป็นโรคระบาด

3.3 วิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

3.3.1 วิเคราะห์การจำแนกข้อมูลและการสร้างโมเดล โดยใช้ตัวอย่างข้อมูลอาการป่วย ดังนี้

- ตัวอย่างชุดข้อมูลอาการป่วยของคนไข้ที่ป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่ ซึ่งมีคลาสปลายทาง คือ สถานะของการป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างชุดข้อมูลอาการของผู้ป่วยเมื่อเปรียบเทียบกับอาการของโรคไข้หวัดใหญ่ จากจำนวนทั้งหมด 200 ตัวอย่าง

PID	มีไข้	หายใจลำบาก	ไอ	มีน้ำมูก	มีเสมหะ	หอบเหนื่อย	สถานะ
1	True	True	True	True	True	True	ป่วย
2	False	True	True	False	True	False	ไม่ป่วย
3	True	False	True	True	False	True	ป่วย
4	False	False	True	False	False	False	ไม่ป่วย
5	True	True	True	True	True	True	ป่วย

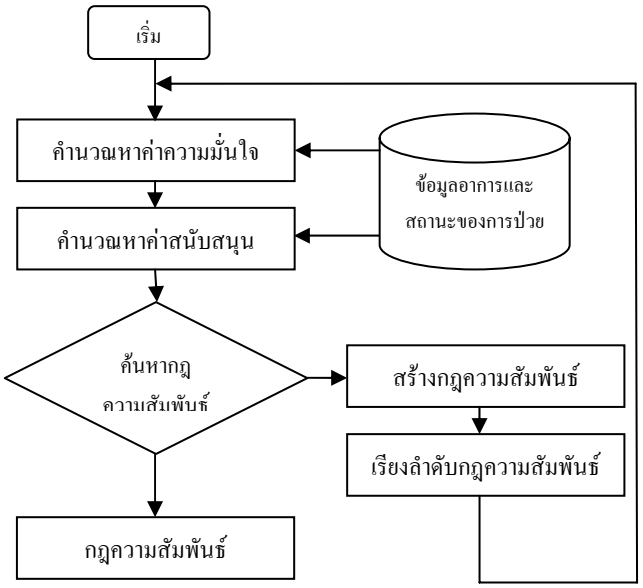
- ตัวอย่างชุดข้อมูลอาการป่วยของคนไข้ที่ป่วยเป็นวัณโรค ซึ่งมีคลาสปลายทาง คือ สถานะของการป่วยเป็นวัณโรค ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ตัวอย่างชุดข้อมูลอาการของผู้ป่วยเมื่อเปรียบเทียบกับอาการของวัณโรค จากจำนวนทั้งหมด 200 ตัวอย่าง

PID	ไอเรื้อรัง	ไอปนเลือด	มีไข้ต่ำ	เจ็บแน่นหน้าอก	เหนื่อยหอบ	อ่อนเพลีย	เบื่ออาหาร	น้ำหนักลด	สถานะ
1	True	True	True	True	True	True	True	True	ป่วย
2	False	True	True	False	True	True	False	False	ไม่ป่วย
3	True	False	True	True	False	True	True	True	ป่วย
4	False	False	True	False	False	True	False	False	ไม่ป่วย
5	True	True	True	True	True	False	True	True	ป่วย

3.3.2 วิเคราะห์การหากฎความสัมพันธ์จากอาการของผู้ป่วย โดยนำชุดข้อมูลอาการของผู้ป่วยดังตัวอย่างในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 มาหากฎความสัมพันธ์ ดังนี้

1. ค่าความมั่นใจคำนวณจากจำนวนของกลุ่มอาการที่มีคลาสปลายทางเป็นสถานะว่าป่วยและจำนวนอาการทั้งหมด
2. หาค่าสนับสนุนโดยคำนวณจากจำนวนของกลุ่มอาการที่มีคลาสปลายทางเป็นสถานะว่าป่วยและข้อมูลทั้งหมด
3. ค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Frequent Ruleitems) ทั้งหมด
4. เรียงลำดับค่าสนับสนุนและค่าความมั่นใจที่ได้จากกฎความสัมพันธ์ทั้งหมด โดยพิจารณาจากค่าความมั่นใจก่อน ถ้ามีค่าความมั่นใจเท่ากันให้พิจารณาจากค่าสนับสนุนร่วมด้วย หรือถ้ามีค่าความมั่นใจและค่าสนับสนุนเท่ากันให้พิจารณาจากลำดับการสร้างร่วมด้วย

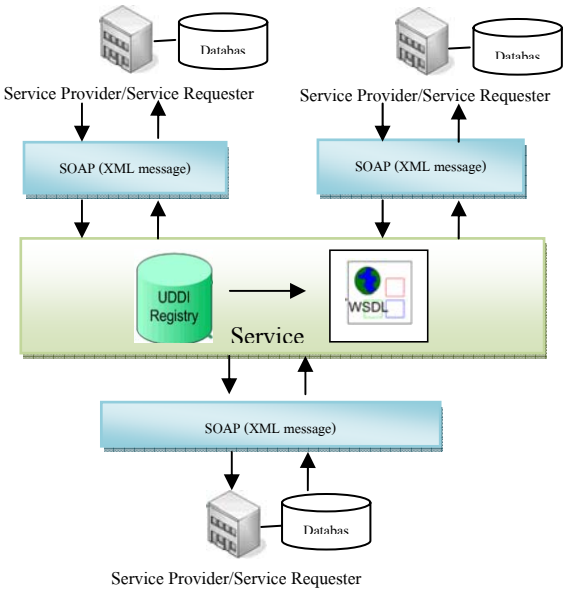


ภาพที่ 1 : การสร้างกฎความสัมพันธ์จากอาการป่วย

3.3.3 วิเคราะห์การนำ Web Service มาใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน

กำหนดให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีหน้าที่เป็นทั้งหน่วยงานผู้ให้บริการข้อมูล (Service Provider) และหน่วยงานผู้ร้องขอใช้บริการ (Service Requester) ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้ร้องขอใช้บริการ ทำการลงทะเบียนและค้นหาบริการที่ต้องการจาก UDDI เพื่อให้ได้ข้อมูลจาก WSDL
2. WSDL แสดงข้อมูลบริการของผู้ให้บริการข้อมูล
3. ผู้ร้องขอใช้บริการ ทำการสร้าง SOAP message เพื่อร้องขอบริการจากผู้ให้บริการข้อมูล
4. ผู้ให้บริการข้อมูล ได้รับ SOAP message จากผู้ร้องขอใช้บริการ และพิจารณาการให้บริการ
5. ผู้ร้องขอใช้บริการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ตามรูปแบบที่ต้องการ



ภาพที่ 2 : การแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่าน Web Service

3.4 การทดสอบ

การทดสอบสร้างกฎความสัมพันธ์ ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกสำหรับใช้สร้างโมเดลจำนวน 200 ตัวอย่าง และชุดที่สองใช้สำหรับการทดสอบโมเดลที่สร้างขึ้นจำนวน 200 ตัวอย่าง จะได้ผลลัพธ์ในการสร้างกฎความสัมพันธ์แบบมีคลาส (Class Association Rule (CARs)) ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ ดังนี้

ตารางที่ 3: ตัวอย่างการใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อสร้าง CARs สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่

CARs	ค่าสนับสนุน (%)	ค่าความมั่นใจ (%)
มีไข้สูง -> โรคไข้หวัดใหญ่	65.51	53.07
หายใจลำบาก ,มีไข้สูง -> โรคไข้หวัดใหญ่	55.17	66.20
ไอ ,มีไข้สูง -> โรคไข้หวัดใหญ่	25.31	55.56
มีน้ำมูก ,มีไข้สูง -> โรคไข้หวัดใหญ่	55.17	66.20
มีเสมหะ ,มีไข้สูง -> โรคไข้หวัดใหญ่	58.62	68.54

ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับการสร้างโมเดลโรคไข้หวัดใหญ่ เมื่อนำข้อมูลผู้ป่วยจำนวน 200 คน มาทำการทดสอบกับกฎความสัมพันธ์ดังกล่าว จะได้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 92.5% ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4: ตัวอย่างการสร้างโมเดลจากกฎความสัมพันธ์โรคไข้หวัดใหญ่

	CARs	ความถูกต้อง (%)
R1	มีเสมหะ,มีไข้สูง,เหนื่อยหอบ, หายใจลำบาก -> โรคไข้หวัดใหญ่	92.5 %

ตารางที่ 5: ตัวอย่างการใช้กฎความสัมพันธ์สร้าง CARs สำหรับวัณโรค

CARs	ค่าสนับสนุน (%)	ค่าความมั่นใจ (%)
ไอเรื้อรัง -> วัณโรค	50.26	52.60
มีไข้ต่ำ ,ไอเรื้อรัง -> วัณโรค	65.17	66.20
เจ็บแน่นหน้าอก,ไอเรื้อรัง->วัณโรค	51.23	68.30
เหนื่อยหอบ ,ไอเรื้อรัง -> วัณโรค	55.27	72.36
อ่อนเพลีย ,ไอเรื้อรัง -> วัณโรค	58.63	73.25

ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับการสร้างโมเดลวัณโรค เมื่อนำข้อมูลผู้ป่วยจำนวน 200 คน มาทำการทดสอบกับกฎความสัมพันธ์ดังกล่าว จะได้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 90.5% ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 6: ตัวอย่างการสร้างโมเดลจากกฎความสัมพันธ์โรควัณโรค

	CARs	ความถูกต้อง (%)
R2	ไอเรื้อรัง,น้ำหนักลด ,อ่อนเพลีย ,เบื่ออาหาร -> วัณโรค	90.5 %

โมเดลที่สร้างขึ้นแบ่งระดับของอาการเป็น 3 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 หากค่าความถูกต้องน้อยกว่า 70% ให้ผู้ป่วยมีสถานะเป็นอาการของโรคทั่วไป เก็บค่าสถานะเป็น “Normal”

ระดับที่ 2 หากค่าความถูกต้องมากกว่า 70% ให้ผู้ป่วยมีสถานะเป็นอาการที่มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคระบาด เก็บค่าสถานะเป็น “Warning”

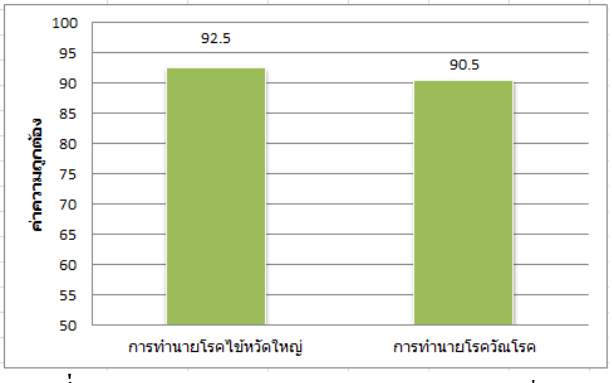
ระดับที่ 3 หากค่าความถูกต้องมากกว่า 90% ให้ผู้ป่วยมีสถานะเป็นอาการของโรคระบาด เก็บค่าสถานะเป็น “Danger”

การแสดงผลจะทำการเผยแพร่ข้อมูลไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เว็บเซอร์วิสและให้ข้อมูลอยู่ภายใต้การทำงานของ tag โดยแสดงข้อมูลพื้นที่ ระดับของอาการ สถานะ จำนวนผู้มีอาการ และช่วงเวลาที่กำหนด ดังนี้

```
<predict>
    <area>Banglen</area>
    <level>1</level>
    <status> Normal </status>
    <amount>50</amount>
    <date>12/12/2012</date>
</predict>
```

4. ผลการดำเนินงาน

จากการวิจัยดังกล่าวเมื่อใช้โมเดลทำนายโรคระบาดที่สร้างขึ้นด้วยกฎความสัมพันธ์ มาทำการทดสอบกับชุดข้อมูลที่เตรียมไว้พบว่าโมเดลที่ใช้กับโรคไข้หวัดใหญ่มีค่าความถูกต้อง 92.5 % และโมเดลที่ใช้กับโรควัณโรคมีค่าความถูกต้อง 90.5 %



ภาพที่ 3 : ผลการดำเนินงานโดยวัดจากความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารอ้างอิง

[1] Mullins et al. “Data Mining and Clinical data repositories: Insights from a 667, 000 Patient ata set.”, Computers in Biology and Medicine 36, 2006.

[2] Paoletti et al. “ Explorative data analysis techniques and unsupervised clustering methods to support clinical assessment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) phenotypes.” Journal of Biomedical Informatics, 2009.

[3] Oztekin et al, “Predicting the graft survival for heart-lung transplantation patients: An integrated data mining methodology.”, International journal of medical informatics, 2009.

[4] สุรศักดิ์ สุขสาย และดร.วนิดา แก่นอากาศ, “การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกเพื่อการวางแผนเฝ้าระวังและป้องกันโรคในจังหวัดอุบลราชธานี”, KKU Res , 2007

[5] Liu, B., W. Hsu., and Y. Ma., Integrating classification and association rule mining, In Proceedings of the 4th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD’98) 4: 80-86, 1998.

[6] วีระพล หาญโชติช่วง, การเพิ่มประสิทธิภาพเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้หลายกฎความสัมพันธ์แบบกระชับสมบูรณ์, Chapter 2, 2549.

[7] Agrawal, R., T. Imielinski., and A. Swami., Mining association rules between sets of items in large databases, In Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data Washington, DC, 1993.

[8] Agrawal, R., and R. Srikant., Fast algorithm for mining association rules in large databases, In Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB’94) Santiago, Chile, 1994.

[9] Chris Cornelis, Peng Yan, Xing Zhang and Guoqing Chen, Mining Positive and Negative Association Rules from Large Databases

[10] Wang, K., S. Zhou., and Y. He., Growing decision tree on support-less association rules, In Proceedings of the 6th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD’00) Boston, MA, Aug, 2000.

[11] Y. Jianjun, Z. Gang, ”Dynamic Web Service Invocation Based On UDDI”, E-Commerce Technology for Dynamic E-Business, IEEE International Conference on Volume 15, Issue 15, Sept. 2004 pp:154 - 157

[12] M. Ivan, V. Boris, S. Zoran, “Towards Dynamic Web Service Generation on Demand”, Software in Telecommunications and Computer Networks, Sep. 2006 pp: 276-280

[13] Q.M. Wang, Y. Tang, Z.B. Zhang, “Research in enterprise applications of dynamic web service composition methods and models”, Proceedings of the 2009 Second International Symposium on Electronic Commerce and Security, Volume 01, 2009 pp: 146- 150

[14] Z. Yafeng, D. Songyang, Z. Xiaoxiao, “Key Technology Research on Dynamic Web Service Composition Based on Semantic Web”, Knowledge Acquisition and Modeling Workshop, Dec 2008 pp: 1068-1071

[15] B. Russ, C. Richard, G. Brady, K. Dan, L. Sitaraman, S. Enrico, S. Doug, S. Srinivasa, Professional ASP.NET Security, Wrox Press, 2002

[16] O. Mark, Web Service Security, McGraw- Hill/Osborne, 2003.

แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
Dictionary Application by Voice Control for Android

บุรัสกร อยู่สุข (Burasakorn Yoosooka)[1] ภัทรวดี โควสุวรรณ (Phattharawadee Kowsuwan)[2]
และกฤษณุ อาศิรพัฒน์ (Kitsanu Arsiraphat)[3]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[1]burasakorn@hotmail.com, [2]p.kowsuwan@gmail.com, [3]kitnu21@hotmail.com

บทคัดย่อ

ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนส่งผลให้ประเทศต่างๆ ในกลุ่มอาเซียนมีการติดต่อสื่อสารกันมากขึ้น และภาษากลางอย่างภาษาอังกฤษก็ยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นด้วย ซึ่งหากใครที่ยังใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารได้ไม่ดีเท่าที่ควร ก็อาจเกิดความเสียเปรียบได้ ดังนั้นเครื่องมือช่วยแปลภาษาจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ บทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการสร้างแอพพลิเคชัน สำหรับช่วยค้นความหมายของคำ แอพพลิเคชันนี้ใช้เทคโนโลยีของ Speech Recognition ทำให้สามารถแปลความหมายคำศัพท์ จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษได้ โดยผู้ใช้จะสามารถป้อนคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ โดยใช้เสียงพูดหรือการพิมพ์คำศัพท์ผ่านทางแป้นพิมพ์ และจะแสดงผลการค้นคำศัพท์ขึ้นมา เมื่อผู้ใช้เห็นว่าตรงกับที่ต้องการแล้ว ก็ให้เลือกที่คำศัพท์นั้น จากนั้นจะได้ความหมายของคำศัพท์ออกมาทั้งในรูปแบบเสียงและข้อความ โดยผลลัพธ์จะแสดงคำศัพท์ที่ค้นหา ความหมายของคำศัพท์ ประเภทของคำศัพท์ คำเหมือน และคำตรงข้าม ให้แก่ผู้ใช้ โดยผลจากการทดลองใช้งานพบว่า ผู้ใช้ 90% มีความพอใจในแอพพลิเคชันนี้

คำสำคัญ: พจนานุกรมคำสั่งเสียง ระบบรู้จำเสียงพูด แอนดรอยด์แอพพลิเคชัน

Abstract

Engaging in the ASEAN Economic Community (AEC) promotes the denser intra-ASEAN communication. This enhances the importance of and necessity of the international language, English. Fluent in English communication yields tremendous communication advantages or otherwise, drastic disadvantages. With this necessity, the English translation tools would be supremely beneficial as the practical solution. This article proposes the concept in developing computer based application for the searching of vocabulary meaning. The application of speech recognition technologies promotes the verbal-to-vocab translation from Thai to English and vice versa. This application requires input of vocabulary to be translated via either a speech recognition device or a keyboard. The searched and retrieved output will then be displayed for user's selection. Since there are several vocabularies those are identical spelling but multiple meanings, the displayed output can be multiple selections as well. In this case, user needs to select the desired output selection. Consequently, the vocabulary meaning would be displayed in both audio and text. The textual output display would include the input word, vocabulary meanings, type of words (noun, verb, preposition, adjective, adverb, or etc.), synonym, and antonym. This application has been evaluated and has yielded 90% of user satisfaction.

Keyword: dictionary application by voice, speech recognition, android application

1. บทนำ

เมื่อกล่าวถึงประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ที่กำลังจะมาถึงในวันที่ 1 มกราคม 2558 นี้ ส่งผลให้กลุ่มประเทศอาเซียนต้องประสานสัมพันธ์กัน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและวัฒนธรรม และการที่จะประสานกันได้นั้น ภาษากลางอย่างภาษาอังกฤษ

ย่อมทวีความสำคัญเป็นอย่างมาก กลุ่มคนอาเซียนที่เดินทางเข้ามาติดต่อทางธุรกิจหรือท่องเที่ยวในประเทศไทย จะใช้ภาษาอังกฤษติดต่อสื่อสาร ในขณะที่สังคมไทยใช้ภาษาไทยเป็นหลัก จึงเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสารกับคนไทยและใช้ชีวิตในประเทศไทย ดังนั้นหากมีเครื่องมือช่วยแปลภาษาจะส่งผลให้เค้าเหล่านี้มาทำธุรกรรมต่างๆ ในประเทศไทยมากขึ้น

เครื่องมือแปลภาษานี้เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้เทคโนโลยีของ Speech Recognition โดยระบบจะนำคลื่นเสียงที่ป้อน เข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดเพื่อแปลงเป็นข้อความ จากนั้นนำไปค้นหาความหมายของคำศัพท์จากฐานข้อมูล แล้วแสดงออกมาในรูปแบบข้อความและเสียง โดยใช้เทคนิค Voice Synthesis ในการอ่านคำศัพท์และความหมาย ซึ่งในที่นี้ใช้แอพพลิเคชัน VAJA Android ที่พัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติในการสังเคราะห์เสียงพูด

ในด้านเทคโนโลยีของ Speech Recognition ได้ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และแพร่หลายไปยังทุกๆ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ ได้ใช้งานอุปกรณ์นั้นๆ ง่ายยิ่งขึ้น เทคนิคของการรู้จำเสียงพูดนั้น ระบบจะสร้างโครงข่ายคำ (Word Network) โดยอาศัยแบบจำลองภาษา (Language Model) โดยในแต่ละคำจะประกอบด้วยแบบจำลองเสียง (Acoustic Model) ประเภทฮิดเดนมาร์คอฟ (Hidden Markov Model: HMM) ของแต่ละหน่วยเสียงที่มาประกอบกันเป็นคำนั้นๆ หลังจากนั้นระบบจะป้อนเวกเตอร์ของ Speech Feature เข้าไปยังโครงข่ายคำ เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเสียงที่เข้ามาว่าจะตรงกับเส้นทางใดในโครงข่ายคำ และจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด โดยขั้นตอนทั้งหมดจะเป็นการถอดรหัส (Decoding) ซึ่งในทางปฏิบัติ นักวิจัยได้ใช้อัลกอริธึมการถอดรหัสแบบ Viterbi beam-search เพื่อลดปริมาณการใช้หน่วยความจำและการคำนวณด้วยการลบเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นต่ำทิ้งไป

แอนดรอยด์เป็นชื่อของระบบปฏิบัติการ ที่มีลักษณะโครงสร้างยืดหยุ่น สามารถติดตั้งลงในอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความหลากหลายทางฮาร์ดแวร์ ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตจึงมีผู้ใช้งานมาก อีกทั้งการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นสามารถทำได้ง่าย ทำให้แอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มากขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานทุกท่าน โดยเฉพาะกับผู้พิการ ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่ไม่สามารถใช้นิ้วมือพิมพ์คำศัพท์ผ่านทางแป้นพิมพ์ได้ สามารถค้นหาความหมายของคำศัพท์ได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เพียงแค่ใช้เสียงพูด ระบบก็จะทำการประมวลผลเป็นข้อความ จากนั้นนำไปค้นหาและแสดงผลออกมาทั้งในรูปแบบข้อความ และการสังเคราะห์เสียงพูด เพื่อความสะดวกในการรับข้อมูลด้วย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition)

เทคโนโลยีการรู้จำเสียงพูด เป็นระบบที่ช่วยแปลงเสียงพูดให้เป็นข้อความ ที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ประมวลผลต่อไปได้ โดยเทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นภายในหน่วยงานวิจัยของเนคเทค เพื่อช่วยลดข้อจำกัดในการเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยการใช้ระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ เป็นตัวเชื่อมโยงผู้ใช้เข้าสู่บริการทางคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่างๆ ในขั้นตอนรู้จำเสียง ระบบจะสร้างโครงข่ายคำ (Word Network) โดยอาศัยแบบจำลองภาษา (Language Model) โดยในแต่ละคำจะประกอบด้วยแบบจำลองเสียง (Acoustic Model) ประเภทฮิดเดนมาร์คอฟ (Hidden Markov Model: HMM) ของแต่ละหน่วยเสียงที่มาประกอบกันเป็นคำนั้นๆ หลังจากนั้นระบบจะป้อนเวกเตอร์ของ Speech Feature เข้าไปยังโครงข่ายคำ เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเสียงที่เข้ามาว่าจะตรงกับเส้นทางใดในโครงข่ายคำ และจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด โดยขั้นตอนทั้งหมดจะเป็นการถอดรหัส (Decoding) ซึ่งในทางปฏิบัตินักวิจัยได้ใช้อัลกอริธึมการถอดรหัสแบบ Viterbi beam-search เพื่อลดปริมาณการใช้หน่วยความจำและการคำนวณ ด้วยการลบเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นต่ำทิ้งไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1โปรแกรมใช้เสียงพูดเพื่องานพิมพ์เอกสาร [1]

(Speech to Text Control Program) โครงการวิจัยเรื่องนี้ มีความสามารถในการพิมพ์เอกสารบนโปรแกรมต่างๆ เหมือน

การพิมพ์ผ่านทางการกดปุ่มคีย์บอร์ด ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยจะสั่งงานด้วยเสียงพูดผ่าน Microphone โดยโปรแกรมสามารถที่จะกำหนดค่าตั้งต้นให้แก่โปรแกรมในกรณีที่มีผู้ใช้งานหลายคนซึ่งแต่ละคนจะมีคุณภาพของเสียงที่ต่างกัน

เทคนิคที่ใช้การวิเคราะห์สัญญาณเสียงพูด, การแปลงรูปแบบเสียงสัญญาณเสียงพูด,ฟังก์ชันกรองความถี่ดิจิตอล, Speech Recognition System, การเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างแอพพลิเคชันกับวินโดวส์โดยใช้ API, การเขียนโปรแกรมสั่งงานด้วยเสียงโดยใช้ Microsoft Speech SDK 5.1, Visual Basic 6.0 และการถอดรหัส

ข้อดี

1. พัฒนาโปรแกรมการใช้เสียงพูดในการควบคุมอุปกรณ์คีย์บอร์ดเพื่องานพิมพ์เอกสาร
2. สำหรับผู้พิการทางแขนและมือ หรือผู้ที่ไม่สะดวกในการพิมพ์เอกสาร สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ใกล้เคียงคนปกติ
3. โปรแกรมสามารถพิมพ์เอกสารตามเสียงพูดได้

ข้อเสีย

1. ใช้ในงานพิมพ์เอกสารเฉพาะภาษาอังกฤษและภาษาไทยเท่านั้น
2. โปรแกรมจะสามารถพิมพ์เอกสารตามการพูดได้โดยการพูดต้องพูดแบบเป็นพยางค์ไม่ต่อเนื่อง
3. ระดับสัญญาณรบกวนต้องไม่เกิน 15 เดซิเบล

2.2.2 โปรแกรมช่วยคนพิการใช้งานคอมพิวเตอร์ [2]

(Program for Disabled to Use Computer) โครงการวิจัยเรื่องนี้ มีความสามารถในการพิมพ์เอกสารบนโปรแกรมต่างๆ เหมือนการพิมพ์ผ่านทางการกดปุ่มคีย์บอร์ด ได้ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษและฟังก์ชันปุ่มต่างๆ บนคีย์บอร์ด โดยจะสั่งงานด้วยเสียงพูดผ่าน Microphone โดยโปรแกรมสามารถที่จะกำหนดค่าตั้งต้นให้แก่โปรแกรมในกรณีที่มีผู้ใช้งานหลายคนซึ่งแต่ละคนจะมีคุณภาพของเสียงที่ต่างกัน

เทคนิคที่ใช้การแปลงรูปแบบเสียงสัญญาณเสียงพูด, Speech Recognition System, Speech Signal,การเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างแอพพลิเคชันกับวินโดวส์โดยใช้ API, การเขียนโปรแกรมสั่งงานด้วยเสียงโดยใช้ Microsoft Speech SDK 5.1, VB.NET, การถอดรหัส, วงจรกรองความถี่หรือวงจรฟิลเตอร์

ข้อดี

1. พัฒนาคำสั่งในการใช้งานโปรแกรมควบคุมพอยเตอร์ด้วยดวงตา (Eyes Sensor Pointer Control Program) ร่วมกับโปรแกรมการใช้เสียงพูดเพื่องานพิมพ์เอกสาร (Speech to Text Control Program)ในการควบคุมอุปกรณ์พอยเตอร์และคีย์บอร์ดและแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ของโปรแกรมที่ยังไม่สมบูรณ์
2. เพื่อให้สำหรับผู้พิการทางแขนและมือหรือผู้ที่ไม่สะดวกในการพิมพ์เอกสารและสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ใกล้เคียงคนปกติ
3. โปรแกรมสามารถพิมพ์เอกสารตามเสียงพูดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ข้อเสีย

1. ใช้ในงานพิมพ์เอกสารเฉพาะภาษาอังกฤษและภาษาไทยเท่านั้น
2. โปรแกรมจะสามารถพิมพ์เอกสารตามการพูดได้โดยการพูดต้องพูดแบบเป็นพยางค์ไม่ต่อเนื่อง
3. ระดับสัญญาณรบกวนต้องไม่เกิน 15 เดซิเบล

2.2.3 โปรแกรมวาจา (VAJA) เวอร์ชั่น 6.0 [3]

ซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย “วาจา” (VAJA) เป็นซอฟแวร์ที่แปลงข้อความภาษาไทยให้เป็นเสียงพูด หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา (Human Language TechnologyLaboratory, HLT) ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาวาจาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จนมาถึงเวอร์ชั่นล่าสุดวาจา 6.0 ที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการสังเคราะห์เสียงแบบใหม่ ซึ่งอาศัยแบบจำลองทางสถิติ Hidden Markov Model ในการผลิตเสียง เทคนิคนี้ช่วยแก้ปัญหาการสะดุดของเสียงที่เคยเกิดขึ้นในวาจาเวอร์ชั่นก่อนๆ เมื่อประกอบเข้ากับส่วนทำนายสัทสัมพันธ์ (prosody prediction module) ที่ช่วยวิเคราะห์ขอบเขตของวลีและทำนายความยาวของหน่วยเสียง ทำให้ได้เสียงสังเคราะห์ที่มีความเป็นธรรมชาติ เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้วาจา 6.0 ยังสามารถสร้างเสียงพูดได้ครอบคลุมคำในภาษาไทย เนื่องจากมีส่วนวิเคราะห์คำอ่านที่สามารถวิเคราะห์ได้แม้แต่คำที่ไม่ปรากฏในพจนานุกรม

เทคนิคที่ใช้**การวิเคราะห์ข้อความ** (Text Analyzer), การทำนายสัมพันธ์ (Prosody Prediction Module), การสังเคราะห์

เสียงพูด (Speech Synthesis)

ข้อดี

1. สามารถนำเทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงพูดมาแปลงข่าวสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปริมาณมากและมีการปรับเปลี่ยนตลอดเวลา
2. สามารถเผยแพร่ข่าวสารผ่านเครือข่ายพื้นฐานที่มีอยู่แล้ว
3. ผู้รับข่าวสารสามารถรับข่าวสารโดยไม่ต้องละจากกิจกรรมที่ทำอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้รับอยู่ในภาวะที่ก่อให้เกิดอันตรายได้
4. สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ
5. การเพิ่มโอกาสให้คนพิการ

ข้อเสีย คำบางคำไม่สามารถพูดได้ถูกต้องเนื่องจากอาจเป็นศัพท์เฉพาะ หรือคำที่เป็นพหูพจน์ เช่น มีการเติม –s หรือ –es เป็น Postfix โปรแกรมจะไม่สามารถอ่านเป็นคำได้ โดยจะอ่านทีละตัวอักษรแทน

2.2.4ระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition) [4]

การตอบโต้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการใช้เมาส์ และคีย์บอร์ดรวมทั้งความสามารถในการเข้าใจคำสั่งการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ อาจทำให้การเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ยังคงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้คนจำนวนไม่น้อย แต่การเข้ามาของระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition: ASR) ได้ทำลายกำแพงแห่งเทคโนโลยี ทำให้การใช้งานคอมพิวเตอร์กลับกลายเป็นเรื่องง่าย ที่ผู้ใช้ในทุกระดับชั้นแม้ยังไม่คุ้นเคยและชำนาญในการใช้เทคโนโลยีสามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างง่ายดายเพียงผ่านเสียงพูด

เทคนิคที่ใช้การรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition), การสร้างระบบที่ทนทานต่อสัญญาณรบกวน (Robust Speech Recognition), การสร้างระบบรู้จำเสียงพูดต่อเนื่องครอบคลุมคำศัพท์จำนวนมาก (Large Vocabulary Continuous Speech Recognition: LVCSR)

ข้อดีเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้คนสามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้นผ่านเสียงพูด

ข้อเสียหากมีความผิดปกติทางเสียง เช่น เจ็บป่วย พูดไม่ชัด อาจทำให้เกิดความขัดข้องในการสั่งการ ระบบอาจไม่เข้าใจคำสั่ง หรือประมวลเสียงผิดพลาด กลายเป็นคำอื่นไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

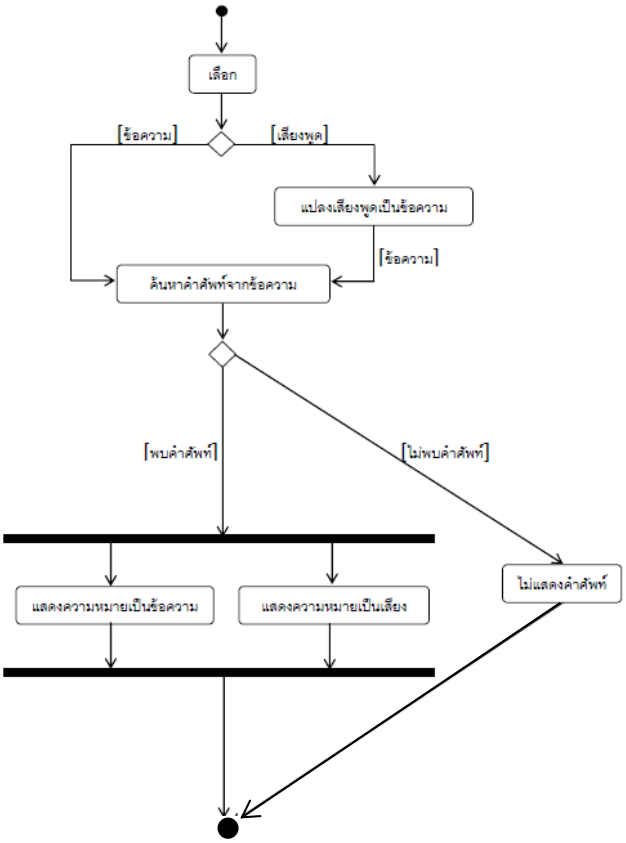
การศึกษาและรวบรวมข้อมูล สำหรับนำมาใช้พัฒนาแอพพลิเคชัน ประกอบด้วย Speech Recognition หรือการรู้จำเสียงพูด เป็นส่วนสำคัญของแอพพลิเคชันนี้ เพราะจะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้เสียง ในการพูดคำศัพท์ที่ต้องการค้นหาความหมาย, การเรียกใช้โปรแกรมวาจาแอนดรอยด์ หรือ VAJA TTS Engine ในการสังเคราะห์เสียงพูด เพื่อใช้ในการอ่านความหมายของคำศัพท์เป็นเสียงพูดให้แก่ผู้ใช้แอพพลิเคชัน, พจนานุกรมสื่ออิเล็กทรอนิกส์ LEXiTRON ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ภาษาจาวา เป็นภาษาเครื่องที่ใช้ในการเขียนแอพพลิเคชัน, และศึกษาการเขียนแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลพบว่า แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียงในปัจจุบัน ไม่เหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาในเรื่องเสียง เช่น มีอาการเจ็บป่วย ลิ้นไก่สั้น พูดไม่ชัด เป็นต้น เพราะอาจทำให้ระบบเข้าใจผิดได้คำศัพท์ที่ไม่ตรงกับที่ต้องการ และทำให้ได้ความหมายของคำศัพท์ที่ไม่ถูกต้อง คณะผู้วิจัยจึงแก้ไข โดยออกแบบให้องค์ประกอบของแอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในส่วนของผู้ใช้แอพพลิเคชันกับระบบ ดังนี้

1. ผู้ใช้ป้อนคำศัพท์ด้วยคำสั่งเสียง หรือการพิมพ์ข้อความให้กับแอพพลิเคชัน
2. กรณีที่ผู้ใช้ ใช้คำสั่งเสียงในการป้อนคำศัพท์เข้าสู่ระบบ ระบบก็จะนำสัญญาณเสียงที่ได้รับ ไปเข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดเพื่อแปลเป็นข้อความ แล้วนำไปค้นหาความหมายจากฐานข้อมูล จากนั้นนำความหมายที่ได้ส่งกลับคืนสู่ผู้ใช้ โดยมีทั้งรูปแบบข้อความและการสังเคราะห์เสียงพูด
3. กรณีที่ผู้ใช้ ใช้การพิมพ์คำศัพท์เข้าสู่ระบบ ระบบก็จะทำการค้นหาคำศัพท์ที่ตรงกันจากฐานข้อมูล และแปลความหมายกลับมาให้ ทั้งในรูปแบบการสังเคราะห์เสียงพูดและข้อความดังภาพที่ 3.1

เครื่องมือและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

- Google Speech to Text
- แอพพลิเคชัน VAJA Android (Vaja TTS Engine)
- ฐานข้อมูล SQLite
- พจนานุกรม Lexitron
- JDK Version 5 ขึ้นไป
- Eclipse, ADT
- Android SDK
- ภาษา JAVA
- โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

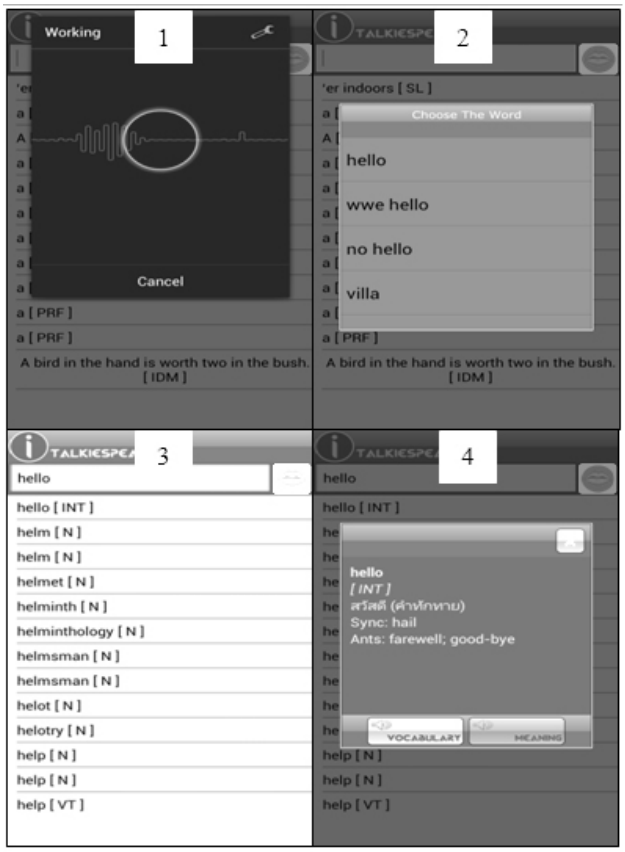


ภาพที่ 3.1 Activity Diagram

4. ผลการดำเนินงาน

แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ เป็นโปรแกรมเพื่อการประยุกต์ใช้งานบนเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 2.2 ขึ้นไป แอพพลิเคชันนี้สามารถแปลความหมายจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ โดยผู้ใช้จะสามารถป้อนคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้โดยใช้เสียงพูด หรือการพิมพ์คำศัพท์ผ่านทางแป้นพิมพ์ และจะแสดงผลคำศัพท์ขึ้นมา เมื่อผู้ใช้เห็นว่าตรงกับที่ต้องการแล้วก็ให้แตะที่คำศัพท์ จากนั้นจะได้ความหมายของคำศัพท์ออกมาทั้งในรูปแบบเสียงและข้อความ โดยจะระบุคำศัพท์ที่ค้นหาความหมายของคำศัพท์ ประเภทของคำศัพท์ คำเหมือน และคำตรงข้าม

คณะผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Eclipse เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอพพลิเคชันบนแอนดรอยด์ โดยใช้ภาษา JAVA เป็นหลัก ใช้ SQLite ในการเก็บ Database ใช้ Google Voice Search สำหรับ Speech Recognition และ VAJA Text-To-Speech Engine ในการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาอังกฤษและภาษาไทย คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแอพพลิเคชัน โดยการติดตั้งลงบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่จริงที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เนื่องจากโทรศัพท์จำลอง (Emulator) ไม่สามารถป้อนข้อมูลเสียงพูดและสังเคราะห์เสียงพูดได้



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทำงานของแอพพลิเคชัน

ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของแอพพลิเคชันโดยเริ่มจากรับคำศัพท์เป็นเสียงจากผู้ใช้ แล้วแปลงเป็นตัวอักษรของคำศัพท์ให้ผู้ใช้เลือก และหลังจากผู้ใช้เลือกคำศัพท์ใดก็จะปรากฏความหมายของคำศัพท์นั้น

แอพพลิเคชันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การป้อนคำศัพท์ ใช้เทคนิคในการรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) ที่ให้ผู้ใช้สามารถพูดคำศัพท์ภาษาอังกฤษแทนการพิมพ์จากแป้นพิมพ์ได้ แล้วเลือกคำที่ตรงกับความต้องการ ส่วนคำศัพท์ภาษาไทยก็สามารถป้อนเข้าสู่ระบบได้จากแป้นพิมพ์

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการค้นหาความหมายของคำศัพท์จากฐานข้อมูล

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการแสดงความหมายของคำศัพท์ที่ค้นหา และการสังเคราะห์เสียงพูด (Voice Synthesis) ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย

โดยการทำงานของแอพพลิเคชันถือว่าทำงานได้ดีแต่อาจจะมีข้อจำกัดในประเด็นต่อไปนี้

1. ผู้ใช้ต้องพูดเสียงอักขระภาษาอังกฤษให้ชัดเจน หรือใกล้เคียงที่สุด เพื่อให้ได้คำศัพท์ที่ตรงกับความต้องการ
2. การใช้งานคำสั่งเสียงอาจไม่เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาในเรื่องของการออกเสียงเช่น มีอาการป่วย ลิ้นไก่สั้น พูดไม่ชัด เป็นต้น เพราะระบบไม่สามารถจับความเข้ากันของเสียง และคำศัพท์ที่ต้องการได้ ซึ่งอาจจะทำให้ได้คำศัพท์รวมทั้งความหมายที่ประมวลผลออกมาไม่ตรงตามเป้าหมาย
3. แอพพลิเคชันนี้ใช้ได้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 2.2 ขึ้นไป

5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ สามารถแปลความหมายคำศัพท์จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษได้ โดยสามารถป้อนคำสั่งเสียงพูดภาษาอังกฤษ จากนั้นโปรแกรมจะนำไปเข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดเพื่อแปลงเป็นข้อความ แล้วนำไปค้นหาความหมายจากฐานข้อมูล โดยจะออกมาในรูปแบบข้อความและเสียงพูดทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย

จากการสำรวจระดับความพึงพอใจในการใช้งานแอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้แบบสอบถาม ในส่วนของผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานร้อยละ 90 มีระดับความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก คิดค่าเฉลี่ยโดยรวมได้เท่ากับ 4.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 และจากการสำรวจค่าความถูกต้องของการใช้งาน แอพพลิเคชันพจนานุกรมคำสั่งเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยผู้เชี่ยวชาญ (native speaker) พบว่ามีความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 70

คณะผู้วิจัยหวังว่าในอนาคตจะสามารถพัฒนาแอพพลิเคชันนี้ ให้รองรับคำสั่งเสียงพูดภาษาไทยได้ รวมทั้งให้มีการรับคำสั่งเสียงพูดภาษาอังกฤษที่แม่นยำ และตรงกับที่ต้องการมากยิ่งขึ้น โดยอาจจะพัฒนาไปเป็นการแปลความหมาย แบบเป็นประโยค เพื่อเตรียมเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ฑีฆายุ สมานรักษ์และคณะ, “โปรแกรมใช้เสียงพูดเพื่องานพิมพ์เอกสาร (Speech to Text Control Program)”, *วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2549.

[2] อานนท์ แสงเมฆและคณะ, “โปรแกรมช่วยคนพิการใช้งานคอมพิวเตอร์ (Program for Disabled to Use Computer)”, *วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2552.

[3] ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัยและคณะ, “โปรแกรมวาจา(VAJA) เวอร์ชั่น 6.0”, 2554. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://vaja.nectec.or.th/

[4] ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัยและคณะ, “ระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition)”,2550.[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก : http://www.digitizedthailand.org/index.php?option=com_content &view=article&id=44&itemid=104&lang=th

[5] งานเทคโนโลยีประมวลผลข้อความ, “พจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ไทย-อังกฤษ LEXiTRON”, 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://lexitron.nectec.or.th/2009_1/

[6] Google Android, “Android Developers”, 2010. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://developer.android.com/index.html

[7] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, “คู่มือเขียนโปรแกรมภาษาJAVA”, *พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, ซัคเซส มีเดีย*, 2552.

[8] ดร.จักรชัย โสอินทร์ และ พงษ์ศธร จันทร์ยอย, “Basic Android App Development”, *พิมพ์ครั้งที่ 1, นนทบุรี, ไอดีซีฯ*, 2554.

[9] ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล, “เริ่มเรียนเขียนโปรแกรมฉบับบจาวา”, *พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, ส.เอเชียเพรส*, 2552.

รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาเครือข่ายอีดีแอลทีวีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
A Model of Camping Activities for Rajabhat Maha Sarakham University eDLTV Networks

วรปภา อารีราษฎร์(Worapapha Arreerard)[1] และธรัช อารีราษฎร์(Tharach Arreerard)[2]
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[1]Dr.worapapha@hotmail.com, [2]Dr.tharach@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 3) ศึกษาผลการเขียนเรื่องเล่าของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และ 4) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นโรงเรียนเครือข่ายอีดีแอลทีวี เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการคือ รูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาและแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

ผลการดำเนินงานพบว่า 1) รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย เป็นกิจกรรมความร่วมมือ ระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน และชุมชน ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ 1.1 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 1.2 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต และ 1.3 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 1 วัน 2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากการจัดกิจกรรมค่ายอาสา 25 ครั้ง มีโรงเรียนเข้าร่วม 70 โรงเรียน พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรม 17,700 คน ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.63) 3) ผลการศึกษาการเขียนเรื่องเล่าของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา พบว่าเรื่องเล่า 33 เรื่อง เป็นเรื่องเล่าของบุคลากรร่วมจัดกิจกรรม 14 เรื่อง ศึกษานิเทศก์ ครู และผู้บริหาร 7 เรื่อง และจากนักเรียน 11 เรื่อง และ 4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา พบว่า 4.1)กิจกรรมค่ายอาสามีประโยชน์ 96.05% 4.2) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 90.40% 4.3) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต 89.83% 4.4) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ 87.57 % 4.5) กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครูมีความสนใจในการใช้สื่ออีดีแอลทีวีมากขึ้น 87.01 % 4.6) กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครู นักเรียน และ ผู้บริหารได้เรียนรู้ร่วมกัน 86.44 % 4.7) กิจกรรมค่ายอาสาเชื่อมความสัมพันธ์โรงเรียนกับชุมชน 84.75 % และ 4.8) กิจกรรมค่ายอาสาให้ความรู้ด้านการบูรณาการสื่อไอซีทีเพื่อการเรียนการสอน 84.18 %

คำสำคัญ: สื่ออิเล็กทรอนิกส์ อีดีแอลทีวี อาร์เอ็มยูอีดีแอล รูปแบบ ความคิดเห็น โรงเรียนเครือข่าย

Abstract

The objectives of this research were: 1) To study a model of camping activities for the school networks 2) To study the satisfaction of camping participants with the camping activities 3) To assess a story-telling writing of the participants in the camping activities and 4) To study the opinions of the participants in camping activities. The target population were RMU network-schools. The instrument was a model of camping activities and a questionnaire.

The research results were as follows. 1) The 1-day-camping activities of RMU eDLTV project were 1.1) knowledge of eDLTV program and e-Book development, 1.2) knowledge of eDLTV program and using tablet, and 1.3) knowledge of eDLTV program and hardware activities. 2) The story telling writing was composed of

fourteen stories of the teachers, seven stories of administrative personnel and eleven stories of students. 3) Regarding the opinions of the story telling writing, the results showed that the project was useful (96.05%), learning activities in eDLTV program and e-Book development (90.40%), benefits of learning activities in eDLTV program and using tablet (89.83%), benefits of learning activities in eDLTV program and hardware activities (87.57 %), increasing their interest eDLTV (87.01 %), collaborative learning activities of teachers, students and administrators (86.44 %) , connection between schools and communities (84.75 %) and integration of ICT for education (84.18 %).

Keyword: Electronic Media, eDLTV, RMUeDL, Model, Opinion, School Networks

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม [1] โดยอธิการบดีได้ลงนามบันทึกข้อตกลงร่วมมือกับ เครือข่ายเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบนระบบ e-Learning (eDL-Square) ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือ สวทช. โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือเนคเทค (National Electronics and Computer Technology Center: NECTEC) ในวันที่ 5 กันยายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต เพื่อให้มหาวิทยาลัยเป็นศูนย์กลางในการส่งเสริมการเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่ออีดีแอลทีวี (Electronic Distance Learning via Television : eDLTV) ในการเรียนการสอนให้กับโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมให้โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการนำระบบอีดีแอลทีวี ไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้มีการวิจัยและเพื่อพัฒนาต่อยอด ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน โดยการใช้ประโยชน์จากระบบ eDL-Square ส่งเสริมการใช้ระบบ eDL-Square ในการรวบรวมเผยแพร่ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำแก่โรงเรียนในชนบท หรือโรงเรียน ทสรช. ซึ่งเป็นโรงเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อให้โรงเรียนสามารถใช้ระบบอีดีแอลทีวี ได้อย่างมีคุณภาพภายใต้การส่งเสริม สนับสนุน การจัดกิจกรรมการเผยแพร่ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้ อีดีแอลทีวี โดย สวทช.

สื่อ “อีดีแอลทีวี” [2] เป็นสื่อที่มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมและโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้จัดทำขึ้นเพื่อร่วมเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 โดยการนำเนื้อหาที่ถ่ายทอดออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม จากโรงเรียนวังไกกังวล อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนราษฎร์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ บรรจุเนื้อหาสาระบทเรียนจากการสอนในระดับมัธยมศึกษา ของโรงเรียนวังไกกังวล จำนวน 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คือ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา สุขศึกษา และภาษาอังกฤษ โดยจัดทำเป็นสื่อวีดิทัศน์การสอน ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการสอน ใบงาน ใบความรู้ และแบบทดสอบ รวบรวมและจัดเก็บด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้อีดีแอลสแควร์ (eDL-Square) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาต่อยอดมาจากระบบเลิร์นสแควร์ (Learn Square) โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เพื่อให้โรงเรียนในโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ สามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้แบบไม่ผ่านเครือข่าย หรือ อีเลิร์นนิ่งแบบออฟไลน์ (Off-Line e-Learning) หรือเพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้ทั้งแบบเครือข่ายระบบแลน (Local Area Network: LAN) และแบบเครื่องเดียว (Stand Alone)[1] การดำเนินงานในปีที่ 1 ของโครงการได้เน้นการส่งเสริมเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวี ในรูปแบบ External Hard Desk ขนาดความจุ 1 TB ไปยังกลุ่มเป้าหมาย การนำสื่อไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ การพัฒนาต่อยอดสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการนำสื่อไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อก่อเกิดงานวิจัยในชั้นเรียน สำหรับการดำเนินงานปีที่ 2 [2] มุ่งเน้นเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวี ขนาด 2 TB โดยการจัดกิจกรรมค่ายอาสาร่วมกับโรงเรียนในเครือข่าย เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและสอดคล้องกับนโยบายในการดำเนินงานของโครงการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาเครือข่ายอีดีแอลทีวี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ส่งเสริมการดำเนินงานการเผยแพร่ ถ่ายทอด และพัฒนาสื่ออีดีแอลทีวี ให้กับโรงเรียนเครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ภายใต้โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ส่งเสริมให้สมาชิกมีความรู้ความเข้าใจในการใช้สื่ออีดีแอลทีวี เห็นคุณค่าและประโยชน์ของกิจกรรมค่ายอาสาและสื่ออีดีแอลทีวี สามารถบูรณาการและประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวี ร่วมกับสื่อไอซีทีให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อศึกษาผลการเขียนเรื่องเล่าของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ [3] เป็นสื่อที่ผู้สอนหรือผู้เรียน สามารถพัฒนาได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ ที่มีการนำเสนอเนื้อหาสาระทั้งลักษณะของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือวีดิทัศน์ ตลอดจนการโต้ตอบหรือการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระตามที่ผู้ใช้ต้องการทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทั้งทีเป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริม สามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบหรือการศึกษาตามอัธยาศัย

กิจกรรมค่ายอาสา [4] เป็นกิจกรรมที่จัดโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏร่วมกับโรงเรียนเครือข่ายที่ขอรับสื่ออีดีแอลทีวี โดยจัดกิจกรรม 1 วัน หรือมากกว่า ทั้งนี้อาจจะจัดกิจกรรมที่หลากหลาย แต่มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สื่ออีดีแอลทีวีให้ครูโรงเรียนเครือข่ายได้เรียนรู้และเข้าใจ สามารถประยุกต์ใช้สื่อเพื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิผล การจัดกิจกรรมอาจจะจัดพร้อมกับการนำนักศึกษาออกค่ายที่โรงเรียนหรือจัดกิจกรรมที่มหาวิทยาลัยแล้วให้โรงเรียนเข้ามามีส่วนร่วม แต่ทั้งนี้เนื่องจากการเดินทางของโรงเรียนค่อนข้างจะมีปัญหา จึงเห็นสมควรให้เป็นการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่โรงเรียน โดยโรงเรียนสามารถนำชุมชนและสมาชิกเครือข่ายของโรงเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้

กิจกรรมค่ายอาสาทางด้านไอซีที [5] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้นำนักศึกษาจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่ชุมชน ในปี พ.ศ. 2553-2554 จำนวน 3 ครั้ว พบว่า กิจกรรมที่ดำเนินการเป็นกิจกรรม 1 วัน และ 2 วัน ตามความต้องการของโรงเรียน กิจกรรมค่ายอาสาได้รับความสนใจจากโรงเรียนและเป็นกิจกรรมที่โรงเรียนต้องการเนื่องจากในการจัดกิจกรรมค่ายอาสา มหาวิทยาลัยจะมีกิจกรรมการเรียนรู้ทางด้านไอซีทีที่หลากหลาย ให้นักเรียน ครู ผู้บริหารและประชาชนในหมู่บ้านเข้าร่วมกิจกรรม เกิดประโยชน์ทั้งชุมชน โรงเรียน อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ททางด้านไอซีทีของมหาวิทยาลัยร่วมกับชุมชนในพื้นที่บริการ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ที่สมัครเข้าร่วมเป็นสมาชิกเครือข่ายค่ายอาสา “เยาวชนทั่วถิ่นไทย เรียนรู้ได้ใต้ร่มพระบารมี” (เทิดพระเกียรติ 60 พระชันษา มหาจักรีสิรินธร) เพื่อให้สมาชิกเครือข่ายมีความรู้ ความเข้าใจในการใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4.2 กลุ่มเป้าหมายเป็นสมาชิกเครือข่ายอีดีแอลทีวี ที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรม “ค่ายอาสา” ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 70 โรงเรียน รวมทั้งหมด 17,700 คน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่พัฒนาขึ้น และ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

4.4 ระยะเวลา ดำเนินการ เดือน กันยายน – ธันวาคม 2555

4.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย จำแนกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ดำเนินการดังนี้

1) ประชุมผู้แทนจากโรงเรียนจำนวน 70 คน โรงเรียนละ 1 คน เพื่อศึกษาบริบทและความต้องการจัดกิจกรรมค่ายอาสา

2) สังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสา พร้อมจัดทำเครื่องมือ กิจกรรม และแบบประเมิน

3) ประชุมกลุ่มย่อยโดยผู้แทนจากโรงเรียนเครือข่าย จำนวน 9 คน เพื่อสรุปรูปแบบกิจกรรมค่ายอาสา

ระยะที่ 2 จัดกิจกรรมค่ายอาสาร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ดำเนินการดังนี้

1) ประชุมเพื่อวางแผนและจัดทำปฏิทินการจัดกิจกรรมค่ายอาสา

2) จัดกลุ่มโรงเรียน กำหนดบทบาทและหน้าที่ของแต่ละฝ่ายในการจัดกิจกรรมค่ายอาสา

3) จัดทำหนังสือแจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4) จัดกิจกรรมค่ายอาสาแบบมีส่วนร่วมตามที่กำหนด

ระยะที่ 3 จัดกกิจกรรมเขียนเรื่องเล่า ดำเนินการดังนี้

1) กำหนดปฏิทินการเขียนเรื่องเล่าส่งให้กับมหาวิทยาลัย

2) คัดกรองเรื่องเล่าและกำหนดวันนำเสนอเรื่องเล่าเพื่อคัดเลือกเรื่องเล่า

3) คัดเลือกเรื่องเล่าจากการนำเสนอโดยมีผู้แทนจากโรงเรียน ศึกษานิเทศก์ และผู้บริหารเป็นกรรมการร่วมตัดสิน

4) สังเคราะห์และสรุป ความรู้ ประโยชน์และผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมค่ายอาสาจากเรื่องเล่าที่ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการ

5) สรุปผลการดำเนินงานและเผยแพร่กิจกรรมค่ายอาสาและเรื่องเล่าใต้ร่มพระบารมี ที่เว็บไซต์ww.itrmu.net/edltv

5. ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ผลการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ผู้วิจัยได้สรุปผลจากการประชุมกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน พบว่า รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย เป็นกิจกรรมความร่วมมือ ระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน และชุมชน ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 1 วัน ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ

5.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำเสนอสื่ออีดีแอลทีวี 1 ชั่วโมง และนำสู่การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมศึกษาค้นคว้างานนำเสนอจากสื่ออีดีแอลทีวีและนำมาพัฒนาเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เวลาในการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 ชั่วโมง

5.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต เป็นการนำเสนอสื่ออีดีแอลทีวี 1 ชั่วโมง และนำสู่การใช้แท็บเล็ต หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมศึกษาสื่ออีดีแอลทีวีโดยใช้แท็บเล็ต และฝึกปฏิบัติการใช้แท็บเล็ตเพื่อการเรียนรู้ จำนวน 4 ชั่วโมง

5.1.3 กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ เป็นการนำเสนอสื่ออีดีแอลทีวี 1 ชั่วโมง และนำสู่การเรียนรู้ด้านฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับผู้เข้าร่วมกิจกรรม ศึกษาสื่ออีดีแอลทีวีในกลุ่มการงานอาชีพ(อาชีวศึกษา) และฝึกปฏิบัติการซ่อม บำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง

5.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากการจัดกิจกรรมค่ายอาสา 25 ครั้ง มีโรงเรียนเข้าร่วม 70 โรงเรียน พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรม 17,700 คน ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.63)

5.3 ผลการศึกษาการเขียนเรื่องเล่าของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา พบว่าเรื่องเล่า 33 เรื่อง

5.3.1 เป็นเรื่องเล่าของบุคลากรร่วมจัดกิจกรรม 14 เรื่อง

5.3.2 เป็นเรื่องเล่าของศึกษานิเทศก์ ครู และผู้บริหาร 7 เรื่อง

5.3.3 เป็นเรื่องเล่าของนักเรียน 11 เรื่อง

5.4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา โดยการสังเคราะห์จากเรื่องเล่า จำนวน 33 เรื่อง พบว่า

ตารางที่ 1: ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา

รายการ	ร้อยละ
1)กิจกรรมค่ายอาสามีประโยนช์	96.05
2) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	90.40
3) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต	89.83
4) ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์	87.57
5) กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครูมีความสนใจในการใช้สื่ออีดีแอลทีวีมากขึ้น	87.01
6) กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครู นักเรียน และ ผู้บริหารได้เรียนรู้ร่วมกัน	86.44
7) กิจกรรมค่ายอาสาเชื่อมความสัมพันธ์โรงเรียนกับชุมชน	84.75
8) กิจกรรมค่ายอาสาให้ความรู้ด้านการบูรณาการสื่อไอซีทีเพื่อการเรียนการสอน	84.18

จากตารางที่ 1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายเรียงตามลำดับคือ กิจกรรมค่ายอาสามีประโยนช์ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต ได้ประโยชน์ของกิจการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครูมีความสนใจในการใช้สื่ออีดีแอลทีวีมากขึ้น กิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครู นักเรียน และ ผู้บริหารได้เรียนรู้ร่วมกัน กิจกรรมค่ายอาสาเชื่อมความสัมพันธ์โรงเรียนกับชุมชน และ กิจกรรมค่ายอาสาให้ความรู้ด้านการบูรณาการสื่อไอซีทีเพื่อการเรียนการสอน

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย พบว่า รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดร่วมกับโรงเรียนเครือข่ายเป็นกิจกรรมความร่วมมือ ระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน และชุมชน ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 1 วัน จำนวน 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 5 ชั่วโมง ประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการใช้แท็บเล็ต 3) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในระดับมากที่สุด จากการศึกษาเรื่องเล่า 33 เรื่อง ประกอบด้วยเรื่องเล่าของบุคลากรร่วมจัดกิจกรรม ศึกษานิเทศก์ ครู และผู้บริหาร และนักเรียน พบว่าการจัดกิจกรรมค่ายอาสาทำให้ครูสามารถเข้าใจการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีในการเรียนการสอน กิจกรรมค่ายอาสาที่มหาวิทยาลัยจัดกมีประโยชน์ต่อโรงเรียน ครู นักเรียน และประชาชน ส่งผลให้การเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวีบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสื่ออีดีแอลทีวีเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานได้ง่าย ทั้งการเข้าถึงและความสะดวกในการเรียกใช้ มีสื่อหลายประเภทให้เลือกใช้ ผู้สอนสามารถนำมาเป็นทั้งสื่อหลักและสื่อเสริม สามารถหาได้จากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในรูปแบบฮาร์ดดิสค์ หรือ สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.edltv.thai.net ทำให้โรงเรียนและครูสามารถหาสื่อเพื่อการเรียนการสอนได้สะดวก รวดเร็วและง่ายยิ่งขึ้น [6][7]

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ ขอนแก่นและจังหวัดอื่น ๆ ที่เป็นสมาชิกเครือข่ายของโครงการ RMU-eDL

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือ สวทช. โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือเนคเทค (NECTEC) มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม และโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ที่ได้จัดทำสื่อบนระบบ “อีดีแอลทีวี” หรือ eDLTV (Electronic Distance Learning via Television)

เอกสารอ้างอิง

[1] มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. **รายงานผลการดำเนินงานการส่งเสริมเผยแพร่และพัฒนาต่อยอดสื่อ eDLTV.**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2553.

[2] มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. **รายงานผลการดำเนินงานการส่งเสริมเผยแพร่และพัฒนาต่อยอดสื่อ eDLTV.**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2554.

[3] ถวัล มาศจรัส. **การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.** สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. กรุงเทพฯ. 2554.

[4] สมเจตน์ ภูศรี และคณะ. **การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสู่ท้องถิ่นภายใต้บริบทมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.** งานประชุมวิชาการ ICSSS 2011. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2554.

[5] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. **รายงานสรุปการจัดกิจกรรมค่ายอาสา 2553-2554.** มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2554

[6] http://www.edltv.thai.net.[Online].

[7] สมเจตน์ ภูศรี และคณะ.**รายงานผลการดำเนินงานโครงการศูนย์ทางไกลฯ.** งานประชุมวิชาการ NCCIT 2011. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2554.

คุณภาพของสีหน้าในการบันทึกการสนทนาตัวต่อตัวระยะไกล
Quality of Facial Expression in Recording of Remote One-on-One Conversation

จุลวิจิตร หวังประเสริฐกุล (Junlawijit wangprasertkul)[1] และยรรยง เต็งอำนวย (Yunyong Tengumnouy)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์หมาวิทยาลัย
[1]Julvijit@hotmail.com, [2]yunyong.t@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การบันทึกการประชุมทางวีดิทัศน์ มีประโยชน์หลายด้าน ทั้งเป็นการดูข้อมูลย้อนหลัง หรือใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงทางศาล แต่ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บสูง จึงต้องอาศัยการบีบอัดข้อมูล ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของภาพในการสนทนาตัวต่อตัวระยะไกลที่ต้องเห็นสีหน้าของคู่สนทนา การวิจัยนี้วิเคราะห์ความสามารถในการการรู้จำสีหน้าของคู่สนทนาที่คุณภาพต่างๆ ของการบันทึกโดยพิจารณาเฟรมเรต บิตเรต และขนาดของภาพ ผลที่ได้จะเป็นขอบเขตการจัดเก็บบันทึกที่ยังคงความสามารถในการรู้จำสีหน้า

คำสำคัญ: การประชุมทางไกล การประชุมทางวีดิทัศน์ การแสดงออกทางสีหน้า การสนทนาตัวต่อตัว

Abstract

Recording of video conference is useful in many ways that include playback or as evidence in court. This uses a lot of storage and need to be compressed. Compression affects video quality especially when used in remote one-on-one conversation that needs to see the face of the other party.This research analyzed the recognition of facial expression at differing parameters that include bitrate, frame rate, and picture resolution. The result will be the threshold of file size reduction that has minimal effect to facial expression.

งานวิจัยนี้นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Keyword: Teleconference, Video Recording, Facial Expression, 1-on-1 Conversation

1. บทนำ

การประชุมทางไกล (Teleconference) เป็นระบบการติดต่อสื่อสารทางไกลรูปแบบหนึ่งที่กำลังได้รับการยอมรับมากขึ้น และถูกประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ การศึกษา และทางธุรกิจ [1][2]

การประชุมทางวีดิทัศน์ (Video conference) เป็นรูปแบบหนึ่งของ การประชุมทางไกล ซึ่งมีจุดเด่นตรงที่การที่ผู้ใช้สามารถมองเห็นกันและกันได้เสมือนว่าฝ่ายตรงข้ามอยู่ตรงหน้า ซึ่งระบบนี้ไม่ใช่ระบบใหม่ มีการพัฒนามาอย่างยาวนาน ทั้งด้านความคมชัดและคุณภาพเสียง ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเดินทางได้เป็นอย่างดี

Facial expression หรือการแสดงออกทางสีหน้าและภาษากาย หรือ Body language เป็นเรื่องปกติที่สามารถพบได้กับทุกคน และเป็นศาสตร์ที่มีการศึกษากันมาอย่างยาวนาน ไม่ว่าจะเป็นการขยับของลูกนัยน์ตา คิ้ว หน้าผาก ล้วนแต่มีความหมายซึ่งสามารถพบได้ชัดเจนในการสนทนาแบบซึ่งหน้า ซึ่งผู้มีประสบการณ์สามารถดูออกได้อย่างถูกต้องว่า คู่สนทนากำลังรู้สึกอย่างไร เช่น โกรธ ไม่พอใจ หรือแม้แต่กำลังกล่าวเท็จอยู่ก็ตาม [3][4][5]

แต่สาเหตุสำคัญที่ระบบการประชุมทางวีดิทัศน์ไม่ได้รับความนิยมนั้น อยู่ที่ความรู้สึกที่ไม่ได้เหมือนกำลังคุยกันซึ่งหน้า ซึ่งปัญหาในจุดนี้ได้ถูกแก้ไขเฉพาะในระบบที่มีต้นทุนสูงและมีราคาแพง ทำให้ไม่ได้รับความนิยมในหมู่คนทั่วไปเท่าใดนัก [6]

ในด้านการใช้งานการบันทึกไฟล์วีดิโอนั้นถือเป็นหลักฐานได้อย่างหนึ่งตามพระราชบัญญัติว่าด้วยธุรกรรมทางอีเล็กโทรนิกส์ มาตรา 10 และมาตรา 11 [7] ที่กล่าวว่าสามารถใช้เป็นพยานวัตถุ โดยบันทึกแบบนี้ต้องมีความน่าเชื่อถือ

การจัดเก็บและประมวลผลบันทึกนี้ใช้ทรัพยากรมาก เช่น พื้นที่ในฮาร์ดดิสค์ หรือแม้แต่การประมวลผลที่ต้องบันทึกได้ทันและไม่ขาดหาย ต้องมีเฟรมเรต (frame rate) ที่เพียงพอต่อการแยกแยะการขยับของส่วนประกอบบนใบหน้าของคู่สนทนา รวมไปถึงความคมชัดให้เห็นรายละเอียดของการขยับส่วนประกอบบนใบหน้า การวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบการประเมินความสามารถในการรู้จำสีหน้าในบันทึกการสนทนาที่ได้ปรับให้ขนาดของการจัดเก็บลดลงโดยการบีบอัดภาพ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแสดงออกทางสีหน้า

การแสดงออกทางสีหน้าเป็นศาสตร์ที่ผ่านการศึกษาและค้นคว้ามาเป็นเวลานาน ซึ่งได้มีการวิจัยในเรื่องของการขยับส่วนต่างๆ ของใบหน้าที่สอดคล้องกับความรู้สึกในขณะนั้น ซึ่ง Ekman [5] ได้ตั้งทฤษฎีของการขยับของส่วนต่างๆ ของใบหน้าเพื่อใช้ตรวจสอบอารมณ์ และพัฒนาต่อเนื่องมาโดยตลอด [8] โดยใช้การจับภาพเคลื่อนไหวมาใช้วิเคราะห์สภาพความรู้สึกของผู้ทดสอบ [9]

2.2 การบีบอัดวีดิทัศน์

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันดังแสดงในภาพที่ 2 มีไฟล์วีดิโอออกมาหลายรูปแบบด้วยกัน [10] ปัจจัยเหล่านี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการ บีบอัด เพื่อที่จะได้ไฟล์ที่ มีขนาดเล็กคมชัด คุณภาพเสียงสูง และใช้การประมวลผลต่ำ

Year	Standard	Publisher	Popular Implementations
1984	H.120	ITU-T	
1990	H.261	ITU-T	Videoconferencing, Videotelephony
1993	MPEG-1 Part 2	ISO, IEC	Video-CD
1995	H.262/MPEG-2 Part 2	ISO, IEC, ITU-T	DVD Video, Blu-ray, Digital Video Broadcasting, SVCD
1996	H.263	ITU-T	Videoconferencing, Videotelephony, Video on Mobile Phones (3GP)
1999	MPEG-4 Part 2	ISO, IEC	Video on Internet (DivX, Xvid ...)
2003	H.264/MPEG-4 AVC	ISO, IEC, ITU-T	Blu-ray, Digital Video Broadcasting, iPod Video, HD DVD

ภาพที่ 1 แสดงมาตรฐานของไฟล์วีดิโอ

2.3 การประชุมทางวีดิทัศน์

การประชุมทางวีดิทัศน์ (Video conference) นั้น มีการใช้งานมาอย่างยาวนาน และมีพัฒนาการมาโดยตลอด ถูกนำไปดัดแปลงใช้งานหลากหลาย เช่น ทางการแพทย์ เพื่อดูสภาพผิวหนังของผู้ป่วยที่เป็นโรคผิวหนัง [1][11][12] หรือการใช้งานในทางการศึกษา ซึ่งแพร่หลายและกระจายตัวออกเป็นวงกว้างและได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น การใช้งานระบบของ Canal Avist ที่สามารถเชื่อมต่อการสื่อสารให้ครอบคลุมหลายทวีปได้ [13] ในประเทศไทยมีการพัฒนา Thailand Cyber University Project [14] เพื่อใช้งานการเรียนการสอนทางไกลโดยมหาวิทยาลัยบางแห่งอีกด้วย

สาเหตุที่ระบบการประชุมทางวีดิทัศน์นั้นเป็นที่นิยมเพราะข้อได้เปรียบทางระยะทางและเวลา ซึ่งสามารถช่วยในด้านค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มาก [2] แต่ในขณะเดียวกัน ยังมีงานวิจัยที่พบว่า หากความละเอียดและขนาดของภาพ เฟรมเรต ความหน่วง และคุณภาพของภาพที่ไม่ต่อเนื่องหรือต่ำกว่ามาตรฐานแล้ว การประชุมทางวีดิทัศน์นั้นจะให้ผลที่ต่ำกว่าการพูดคุยด้วยเสียงเพียงอย่างเดียวอีกด้วย และยังมีงานวิจัยที่พบว่าการประชุมทางวีดิทัศน์ที่มีภาพคุณภาพต่ำหรือไม่ชัดเจน จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ได้อยู่คุยกันจริงๆ [6]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 รูปแบบการสนทนาระยะไกล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมือนขณะใช้งานการประชุมทางวีดิทัศน์จริงๆ ซึ่งจะเป็นการใช้จอภาพขนาด 40 นิ้วที่ความละเอียดภาพ 1920x1080 พิกเซล และนั่งในตำแหน่งห่างจากจอภาพ 2 เมตร จัดวางตำแหน่งของกล้องและที่นั่งของอาสาสมัครให้คงที่ เพื่อไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อนในระหว่างการทดสอบ

3.2 การสร้างคลังสีหน้า

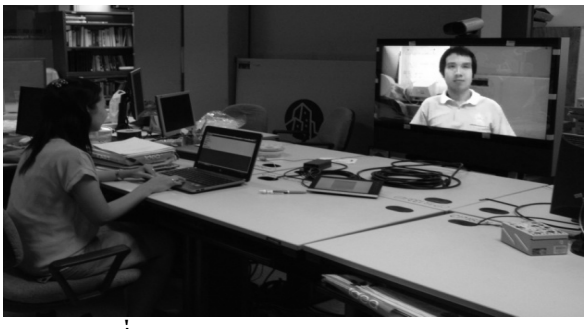
บันทึกภาพการแสดงออกทางสีหน้าด้วยกล้องดิจิตอล ให้มีขนาดความละเอียดของภาพเป็น 1920x1080 พิกเซล บิตเรต (bit rate) ของภาพที่ 16.0 Mbps และเฟรมเรต (frame rate) ที่ 29.97 fps ใช้มาตรฐาน Advance Video Codec (AVC) ในรูปแบบ .MTS ซึ่งเป็นการตั้งค่าสูงสุดของกล้องวีดิโอดิจิทัลคุณภาพสูงที่ใช้กันในปัจจุบันเพื่อให้ไฟล์ต้นฉบับมีรายละเอียด

และความคมชัดสูงก่อนจะทำการปรับลดคุณสมบัติ โดยบันทึกการแสดงออกทางสีหน้าของอาสาสมัคร 4 คน ทำการบันทึกเฉพาะครึ่งตัวส่วนบนดังภาพที่ 3 แต่ละคนจะแสดงสีหน้าทั้งหมด 5 สีหน้าด้วยกันคือ พอใจ ไม่พอใจ ประหลาดใจ โกรธ และสงสัย รวมเป็นทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ซึ่งการแสดงแต่ละสีหน้านานประมาณ 5 วินาที หลังจากนั้นนำไฟล์ต้นฉบับมาปรับแปลงคุณสมบัติต่างๆ โดยใช้ซอฟต์แวร์ TMPGEnc โดยแบ่งคุณสมบัติออกเป็น 3 ส่วนคือ บิตเรต เฟรมเรต และขนาดของภาพ โดยปรับขนาดของภาพ 1080p 720p และ 480p ปรับลดบิตเรตลงเรื่อยๆ ที่เฟรมเรตคงที่ที่ 15 fps และลดเฟรมเรตลงเรื่อยๆ ที่บิตเรตคงที่ที่ 384 Kbps โดยทั้งหมดใช้มาตรฐาน MPEG-4 Part 14 ในรูปแบบ .mp4 ดังนั้นสีหน้าแต่ละตัวใน 20 ตัวอย่างของขั้นตอนที่แล้ว จะถูกแปลงตัวอย่างละ 39 คุณสมบัติ รวมเป็น 780 ตัวอย่างเพื่อสุ่มใช้ในการทดสอบการรู้จำต่อไป

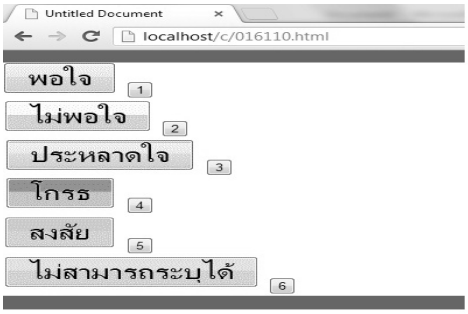
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการแสดงสีหน้า

3.3 การทดสอบโดยอาสาสมัคร

หลังจากสร้างคลังสีหน้าแล้วจึงทำการทดสอบโดยให้อาสาสมัครนั่งชมการแสดงสีหน้าที่คุณสมบัติต่างๆ กันแล้วบันทึกผลการชม โดยให้อาสาสมัครนั่งห่างจากจอภาพ 2 เมตร ตามภาพที่ 3 เพื่อนั่งชมและตอบข้อมูลตามแบบสอบถามดังภาพที่ 4 โดยมีเจ้าหน้าที่คอยเปลี่ยนไฟล์วีดิโอให้เมื่ออาสาสมัครพร้อมที่จะดูการแสดงสีหน้าถัดไป รวมทั้งรับคำตอบมากรอกลงแบบสอบถาม เพื่อไม่ให้อาสาสมัครต้องเสียสมาธิในการชมไฟล์วีดิโอตัวอย่าง ซึ่งผลการรู้จำนั้นมีตัวเลือก 6 ตัว คือ พอใจ ไม่พอใจ ประหลาดใจ โกรธ สงสัย และไม่สามารถระบุได้ โดยทำการนั่งชมคนละ 117 ตัวอย่าง



ภาพที่ 3 อาสาสมัครทำการทดสอบผลการรู้จำสีหน้า



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอการระบุการรู้จำ

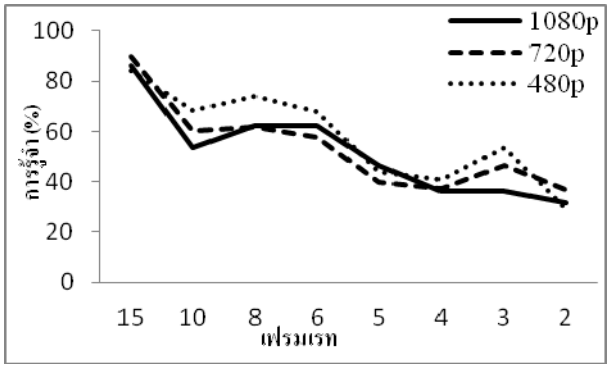
4. ผลการทดลอง

4.1 กรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง

เนื่องจากการตั้งค่าเฟรมเรตให้มีค่าลดลงนั้นจะไม่ส่งผลต่อขนาดไฟล์แต่จะส่งผลต่อคุณภาพของภาพแทน ซึ่งผลการทดลองจะเป็นไปดังภาพที่ 5 และค่าที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเมื่อเฟรมเรตมีค่าลดลง

เฟรมเรต	1080p	720p	480p
15 fps	85.92	89.67	84.04
10 fps	53.52	60.09	68.54
8 fps	62.44	61.97	73.71
6 fps	62.44	57.75	68.07
5 fps	46.48	39.91	43.66
4 fps	36.15	37.09	40.84
3 fps	36.15	46.48	53.52
2 fps	31.46	36.62	29.11



บิตเรต	1080p	720p	480p	พื้นที่ที่ลดลง (%)
384 Kbps	85.92	89.67	84.04	0.00
256 Kbps	72.77	83.10	84.51	31.19
128 Kbps	62.44	58.22	73.71	64.47
64 Kbps	16.43	32.39	46.48	80.53
32 Kbps	6.10	7.04	7.04	89.87
16 Kbps	5.16	1.88	5.63	91.66

ภาพที่ 5 การรู้จำสีหน้าที่เฟรมเรตต่างกัน

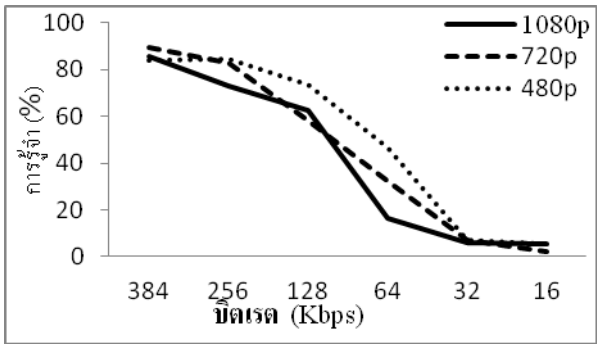
จากผลการทดลองพบว่าที่บิทเรตคงที่ที่ 384 Kbps (ค่าสูงสุด) เฟรมเรตที่ลดลงมีแนวโน้มส่งผลให้อัตราการรู้จำลดลง ซึ่งขนาดของภาพทั้งสามขนาดมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน จากการที่การอ่านสีหน้าต้องอาศัยการขยับเคลื่อนไหวของใบหน้า เมื่อเฟรมเรต ลดลงภาพจะไม่ต่อเนื่องส่งผลต่อการรู้จำสีหน้า แต่ยังมีกราฟบางช่วงที่เมื่อเฟรมเรตลดลงแต่อัตราการตอบถูกกลับสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อเฟรมเรตมีค่าน้อยลง จะส่งผลให้ภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้น (ที่บิตเรตเดิม) ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า แม้ว่าภาพที่ได้จะมีความต่อเนื่องน้อยลงแต่เมื่อภาพมีความชัดเจนมากขึ้น จึงสามารถตอบถูกได้มากขึ้น

ผลการทดสอบการรู้จำสีหน้ามีค่าลดลงเมื่อเฟรมเรตลดลงในลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงจากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Durbin-Watson ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) และเมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างแล้วพบว่า การรู้จำสีหน้าที่ 15 fps มีความแตกต่างกับการรู้จำสีหน้าที่ 10 fps อย่างมีนัยสำคัญที่ความละเอียดของภาพ 1080p, 720p และ 480p ด้วยวิธี One-Way ANOVA แบบ Dunnett's T3 ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) [15] ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ในการลดเฟรมเรตให้เหลือ 10 fps จะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยการรู้จำสีหน้าลดลงจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ค่าที่เหมาะสมในการใช้งานจริงจากการทดลองนี้มีเพียงเฟรมเรตที่15 fps เท่านั้น ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟภาพที่ 5 จะเห็นว่าที่ 10 fps ความสามารถในการรู้จำสีหน้าของคู่สนทนาจะลดลงเหลือเพียง 2 ใน 3 เท่านั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อการสนทนาอย่างมาก

4.2 กรณีบิตเรตมีค่าลดลง

เนื่องจากการลดค่าบิตเรตนั้นที่เฟรมเรตคงที่ (ในที่นี้ใช้เฟรมเรตสูงสุดที่ 15 fps) จะส่งผลโดยตรงต่อพื้นที่จัดเก็บของไฟล์ และส่งผลโดยตรงต่อความชัดเจนของภาพ ซึ่งการตั้งค่าบิตเรตนี้จะนำไปเทียบกับพื้นที่จัดเก็บของไฟล์ที่ใช้น้อยลง ผลการทดลองจะเป็นไปดังภาพที่ 6 และค่าที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การรู้จำสีหน้า ที่บิตเรตและคุณภาพของภาพที่ระดับต่างกัน



ภาพที่ 6 การรู้จำสีหน้าที่บิตเรตต่างกัน

จากกราฟและตารางจะพบว่าความสามารถในการรู้จำมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเช่นเดียวกับกราฟเฟรมเรตแต่จะมีความชันของกราฟมากกว่า และผลที่ได้ต่างกันค่อนข้างชัดเจน โดยพื้นที่ที่ลดลง (%) นั้นเทียบกับเนื้อที่ที่ใช้การตั้งค่าที่มีคุณภาพสูงที่สุดคือบิตเรตที่ 384 Kbps

การรู้จำสีหน้ามีค่าลดลงเมื่อบิตเรตลดลง (ที่เฟรมเรตคงที่ที่ 15 fps) และเมื่อตรวจสอบหาความเหมาะสมด้วยวิธี One-Way ANOVA แบบ Dunnett's T3 ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) พบว่าที่ความละเอียดของภาพที่ 1080p และ720p ผลการทดสอบการรู้จำสีหน้าที่บิตเรต 384 Kbps และ 256 Kbps ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญแต่ถ้าบิตเรตมีค่าต่ำกว่า 256 Kbps จะทำให้การรู้จำสีหน้ามีค่าแตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นที่ความละเอียดของภาพที่ 1080p และ720p นั้นเราสามารถใช้ค่าบิตเรต 256 Kbps ได้โดยที่ความสามารถในการรู้จำสีหน้าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ความละเอียดของภาพที่ 480p นั้นความสามารถในการรู้จำสีหน้าที่บิตเรต 384 Kbps, 256 Kbps และ128 Kbps นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและถ้าบิตเรตมีค่าต่ำกว่า 128Kbps จะทำให้ผลความสามารถในการรู้จำสีหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นที่ความละเอียดของภาพที่ 480p เราสามารถใช้ค่าบิตเรต 128 Kbps ได้โดยที่การทดสอบการรู้จำสีหน้าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

จะเห็นว่าที่ความละเอียดของภาพต่ำนั้นปริมาณข้อมูลจะลดลงอย่างมาก ประมาณ 4 เท่าในแต่ละลำดับ ดังนั้นจึงสามารถรู้จำสีหน้าได้ที่บิตเรตที่ต่ำลง

5. สรุป

การลดคุณภาพของภาพลงไปทำให้การรู้จำสีหน้าลดลง การรู้จำสีหน้าที่มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ สำหรับความละเอียดของภาพที่ 1080p และ 720p คือที่บิตเรต 256 Kbps สำหรับความละเอียดของภาพที่ 480p จะมีช่วงที่การรู้จำสีหน้ามีประสิทธิภาพยอมรับได้อยู่ที่บิตเรต 128 Kbps ส่วนเมื่อทำการลดเฟรมเรตนั้นการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเฟรมเรตที่ 15 fps เหมาะสมที่สุดในการใช้งานที่บิตเรต 384 Kbps เพราะเมื่อลดค่าเฟรมเรตไปที่ 10 fps แล้ว จะทำให้การรู้จำสีหน้าลดลงเหลือเพียงประมาณ 2 ใน 3 ซึ่งความผิดพลาดสูงเกินไปสำหรับการสนทนาที่จดจ่อกับสีหน้าเช่นนี้

ข้อสังเกตประการหนึ่งคือความละเอียดของภาพนั้นมีผลต่อปริมาณข้อมูลการบันทึกสูงดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะจัดเก็บที่ความละเอียดต่ำแต่มีเฟรมเรตสูง ซึ่งเมื่อพิจารณาผลจากการวิจัยนี้แล้ว การตั้งค่าที่เหมาะสมที่สุด คือ ให้บันทึกวีดิโอการสนทนาที่ความละเอียดของภาพ 480p เฟรมเรต 15 fps และบิตเรต 128 Kbps ซึ่งส่งผลให้ใช้เนื้อที่จัดเก็บลดลงถึง 64.47 % ขณะที่ความสามารถในการรู้จำไม่แตกต่างกับการตั้งค่าคุณสมบัติที่คุณภาพสูงกว่าอีกด้วย

6. ข้อเสนอแนะและงานวิจัยในอนาคต

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าในการบันทึกสามารถใช้ค่าที่ความละเอียดของภาพ 480p บิตเรต 128 Kbps และเฟรมเรต 15 fps เป็นค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเก็บบันทึกเพื่อการสนทนาตัวต่อตัวแบบทางไกล การวิจัยนี้ใช้เพียงการบีบอัดแบบ MPEG-4 Part 14 ในรูปแบบ .mp4 ของโปรแกรม TMPGEnc เท่านั้น ซึ่งวิธีการบีบอัดหรือรูปแบบไฟล์อื่นๆ อาจมีผลแตกต่างต่อคุณภาพของสีหน้าเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] C. O'Malley, S. Langton, A. Anderson, G. Doherty-Sneddon and V. Bruce, “Comparison of Face-to-Face and Video-Mediated Interaction,” *Interacting with Computers (2)*, pp. 177-192, 1996.

[2] Ricardo Matheus and Manuella Maia Ribeiro, “Telemedicine in Brazilian Public Policy Management,” *Proceedings of the 3rd International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, ICEGOV’09 Janowski and Jim Davies (Eds.), ACM, New York, NY, USA, pp. 274-289, 2009.

[3] Mathilde M. Bekker, Judith S. Olson, Gary M. Olson, “Analysis of Gestures in Face-to-Face Design Teams Provides Guidance for How to Use Groupware in Design,” *Proceedings of the 1st Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, & Techniques*, pp. 157-166, 19951993.

[4] Matthias Rehm and Elisabeth Andre, “Catch Me If You Can: Exploring Lying Agents in Social Settings,” *Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems*, AAMAS ’05, ACM, New York, NY, USA, pp. 937-944, 2005.

[5] Paul Ekman. Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion. J.Cole(Ed.), *Nebraska Symposuim on Motivation*, Lincoln University of Nebraska Press, pp. 207-282, 1972.

[6] Gilmour E, Campbell SM, Loane MA, Esmail A, Griffiths CE, Roland MO, et al. “Comparison of Teleconsultations and Face-to-Face Consultations,” *Preliminary Results of a United Kingdom Multicentre Teledermatology Study*, Br J Dermatol , 1998.

[7] พระราชบัญญัติว่าด้วยธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช ๒๕๔๔. (๒๕๔๔,๒ ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หมวดที่ ๑. หน้า ๓๘.

[8] Kanade, T., Cohn, J. F., and Tian, Y., “Comprehensive Database for Facial Expression Analysis,” *IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, FG'00, Grenoble, France, 46-53, 2000.

[9] Ying-li Tian, Takeo Kanade, and Jeffrey F. Cohn, "Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,* Vol. 23, No. 2, pp. 97-115, 2001.

[10] Video Compression [online]. 2007. Available from www.wikipedia.com [2010 Jan].

[11] Ho Chao Huang, Jau-Hsiung Huang, and Ja-Ling Wu, "Real-time Software-based Video Coder for Multimedia Communication Systems," *Proceedings of the first ACM International Conference on Multimedia*, New York, NY, USA, pp. 65-73, 1993.

[12] Susan X Day Paul L., "SchneiderPsychotherapy Using Distance Technology: A Comparison of Face-to-Face,Video and Audio," *Treatment Journal of Counseling Psychology 2002*, Vol. 49, No. 4, pp. 499–503, 2002.

[13] About Canal Avist [online]. 2006. Available from www.canalavist.org [2010 Jan].

[14] Thailand Cyber University [online]. 2004. Available from www.thaicyberu.go.th [2012 Jan].

[15] กัลยา วานิชย์บัญชา, *สถิติสำหรับงานวิจัย*, บริษัท ธรรมสาร จำกัด, กรุงเทพฯ, ๒๕๕๕ .

การพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
The Development of Intelligent Thai Keyboard Application on Android OS

ณัฐวุฒิ เตียวแช (Nattawut Teawchae)[1] และจีระศักดิ์ นำประดิษฐ์ (Jeerasak Numpradit)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]n.notety@gmail.com, [2]jeerasakn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้เทคนิคการตัดคำภาษาไทยแบบการใช้พจนานุกรม โดยนำสายอักขระ (String) ที่ผู้ใช้กำลังพิมพ์มาเปรียบเทียบคำศัพท์ที่มีอยู่ในพจนานุกรมด้วยวิธีการเทียบคำที่ยาวที่สุด (Longest Matching) ร่วมกับวิธีการย้อนรอยกลับ (Back Tracking) ทำให้การตัดคำภาษาไทยมีประสิทธิภาพมาก ใช้ฐานข้อมูลคำศัพท์ภาษาไทยของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โดยใช้โครงสร้างข้อมูลแบบทรัย (Trie) ในการเก็บฐานข้อมูลคำศัพท์เหล่านั้น ซึ่งทรัยมีลักษณะการเปรียบเทียบคำศัพท์ที่เหมาะสมกับสายอักขระที่ได้จากการพิมพ์ อีกทั้งมีคุณสมบัติของการท่องเข้าไปในทรัยเพื่อหาคำที่ใกล้เคียงมาช่วยแนะนำคำที่พิมพ์ให้กับผู้ใช้ได้ คีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะสามารถเรียนรู้จดจำการพิมพ์ของผู้ใช้มาเก็บเป็นสถิติการใช้คำและคำต่อเนื่อง เพื่อการแนะนำคำที่พิมพ์และคำต่อเนื่องให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ในอนาคตได้ จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม มีผู้ร่วมประเมินทั้งหมด 33 คน รวมผู้เชี่ยวชาญ 3 คนแล้ว โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรมเท่ากับ 4.12 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 จึงสรุปได้ว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์อยู่ในระดับมาก ดังนั้นโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ที่พัฒนาขึ้นนี้ จึงสามารถช่วยผู้ใช้พิมพ์ข้อความภาษาไทยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ได้เร็วและถูกต้องมากขึ้น

คำสำคัญ: คีย์บอร์ดภาษาไทย ระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ การตัดคำภาษาไทย โครงสร้างข้อมูลแบบทรัย

Abstract

The purpose of this research is to develop an improved intelligent Thai keyboard application for the Android Operation system. The application was developed by using Thai word segmentation base on a dictionary by String. Data from the user is compared to words in the dictionary using longest matching techniques by back tracking masks for word segmentation. The Lexical Thai word database of national electronics and computer technology center is also applied and uses Tries data structure to store those words. It was discovered that typed strings from users are appropriate when searching for features of keyboards and suggestions of nearby words. Moreover, this method also provides a way to learn and recognize user typing characteristics which are stored in a record of the words and continuous words for suggests in the future. This study was evaluated by 3 experts and 33 general users focusing on satisfaction levels. The results average mean equaled 4.12 with standard deviation at 0.55. In conclusion, the developed application gained high levels of satisfaction from all users and achieved development goals successfully by being faster and more accurate than other methods.

Keyword: Thai Keyboard, Android Operation System, Word segmentation, Trie Data Structure

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟน (Smartphone) กำลังเป็นที่นิยมและมีผู้ใช้เป็นจำนวนมากใน

ประเทศไทย เนื่องด้วยความสามารถของอุปกณ์เหล่านี้ จึงทำให้มีผู้ใช้ให้ความสนใจมากขึ้นอย่างรวดเร็วและนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน แม้กระทั่งการนำมาใช้ในองค์กรเพื่อความสะดวกรวดเร็วมากขึ้นของการทำงาน จึงทำให้อุปกรณ์เหล่านี้เข้ามามีบทบาทกับสังคมในปัจจุบันมาก การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้จะเลี่ยงไม่ได้เลยที่ผู้ใช้จะมีพฤติกรรมการใช้โปรแกรมคีย์บอร์ดเพื่อพิมพ์ข้อความในการใช้งานต่าง ๆ ซึ่งผู้พัฒนาอุปกรณ์เหล่านี้จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถพิมพ์ได้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น แต่คงยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ในบางภาษา เช่น ภาษาอังกฤษ เนื่องด้วยภาษาไทยเป็นภาษาที่มีการพิมพ์ติดกันทั้งประโยคไม่มีการเว้นช่องว่างระหว่างคำอย่างในภาษาอังกฤษ โปรแกรมคีย์บอร์ดในปัจจุบันจึงยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้สำหรับภาษาไทยได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่คีย์บอร์ดภาษาไทยจะต้องมีเทคนิคการตัดคำ (Word Segmentation) ที่เหมาะสมกับภาษาเพื่อให้โปรแกรมคีย์บอร์ดสามารถช่วยในการแนะนำคำ และการเรียนรู้จดจำการพิมพ์ของโปรแกรมคีย์บอร์ดเหล่านั้นได้จากข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้เทคนิคการตัดคำที่เหมาะสมกับภาษาไทยเพื่อมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแนะนำคำที่พิมพ์ การแนะคำต่อเนื่อง การเรียนรู้จดจำการพิมพ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถพิมพ์ข้อความภาษาไทยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ได้รวดเร็ว และถูกต้องมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

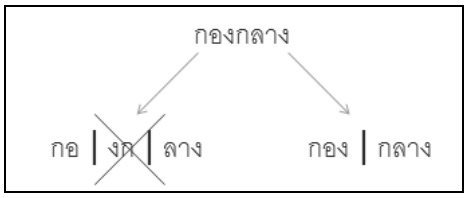
2.1 โครงสร้างข้อมูลแบบทรัย (Tire Structure)

โครงสร้างข้อมูลแบบทรัย [1] “จะมีลักษณะคล้ายต้นไม้ แต่วิธีการจัดเก็บข้อมูลจะแตกต่างกัน โดยที่โครงสร้างข้อมูลแบบทรัยนี้จะจัดเก็บตัวอักษรของคำศัพท์ในแต่ละโหนด ซึ่งโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้นั้นจะจัดเก็บข้อมูลทั้งคำ โครงสร้างข้อมูลของทรัยจะประกอบไปด้วยโหนดต่างๆโดยข้อมูลในโหนดนั้นจะประกอบไปด้วยดัชนี (Pointer) ที่ชี้ไปยังโหนดอักษรถัดไป ซึ่งมีจำนวนดัชนี (Pointer) เท่ากับอักษรที่มีในพจนานุกรมบวก โดยในที่นี้ค่าเช็คเป็นตัวระบุในการจบคำศัพท์

2.2 การตัดคำ (Word Segmentation) [2],[3]

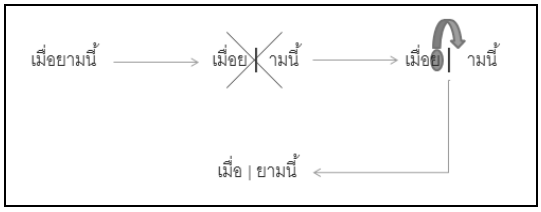
การสร้างพจนานุกรมจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลคำศัพท์และอักษรย่อมาใช้ในการสร้างทรัย เมื่อเริ่มต้นสร้างพจนานุกรมโปรแกรมจะเริ่มสร้างจากตัวอักษรตัวแรกคือ “ก” ไปจนถึง “ฮ” เรียงตามพจนานุกรม การตัดคำโดยพจนานุกรมเป็นการตัดคำโดยใช้สายอักขระ (String) มาเปรียบเทียบกับคำที่มีอยู่ในพจนานุกรม ซึ่งวิธีนี้จะต้องทำการจัดเก็บคำไว้ในพจนานุกรม วิธีนี้ทำให้ได้ความถูกต้อง ในการตัดคำสูงกว่าการใช้กฎแต่จะใช้เวลามากกว่าโดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเอาฐานข้อมูลคำศัพท์ภาษาไทยของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ มาใช้ในการทดลอง

ใช้วิธีการเทียบคำที่ยาวที่สุด (Longest Word Pattern Matching) [4] เป็นการตัดคำโดยใช้สายอักขระ (String) มาเปรียบเทียบกับคำที่มีอยู่ในพจนานุกรม โดยนำเข้ามาเทียบจากซ้ายไปขวา หากตรวจสอบพบว่าพบพยางค์มากกว่า 1 พยางค์ในพจนานุกรม จะทำการเลือกพยางค์ที่ยาวที่สุดแล้วทำต่อไปเรื่อยๆ จนจบสายอักขระ



ภาพที่ 1: อธิบายการเทียบ

และใช้การย้อนรอยกลับ (Back Tracking) เมื่อทำการเปรียบเทียบคำที่นำมาตัดคำกับคำที่มีอยู่ในพจนานุกรม อาจพบกรณีที่คำที่พบมีมากกว่า 1 คำแล้วทำการเลือกคำที่ยาวที่สุดทำให้สายอักขระที่ตามมาจากคำนั้นไม่สามารถตัดคำได้เนื่องจากไม่พบตามพจนานุกรม กรณีนี้จะทำการย้อนไปอีกคำที่ไม่ถูกเลือกแล้วทำการตัดคำต่อไปตัวอย่างเช่นคำว่า “เมื่อยามนี้” การเปรียบเทียบกับพจนานุกรมจะได้ว่าเมื่อ , เมื่อย ดังนั้นจึงเลือกคำที่ยาวที่สุดจะได้คำว่า เมื่อยส่วนที่เหลือคือ –ามนี้ ซึ่งไม่พบอยู่ในพจนานุกรม ดังนั้นจะทำการย้อนกลับไปเพื่อเลือกอีกคำหนึ่งคือ เมื่อ จะได้เป็น เมื่อ ยาม นี้ (โดยคำว่า ยามเกิดจากการเลือกคำที่ยาวที่สุดระหว่าง ยา และ ยาม) [5]



ภาพที่ 2: อธิบายการย้อนรอยกลับ

2.3 N-Gram

แบบจำลองที่ใช้คำนวณค่าความน่าจะเป็นของชุดอักขระ (Character Sequence) ที่เกิดขึ้นร่วมกันเป็นคำ หรือค่าความน่าจะเป็นของคำที่เขียนเรียงกัน (Word Sequence) ที่เกิดขึ้นร่วมกันเป็นประโยค โดยค่าความน่าจะเป็นของชุดอักขระหรือคำ ประมาณได้จากคลังข้อมูลที่สร้างไว้ซึ่ง N-Gramได้ใช้หลักการของสถิติในหลาย ๆ ด้านมาประยุกต์ใช้ [6]

ในขณะผู้ใช้กำลังพิมพ์อย่างต่อเนื่อง โปรแกรมจะเก็บความถี่ของคำต่อเนื่อง เพื่อมาหาความน่าจะเป็น ในการแนะนำคำต่อเนื่องครั้งต่อไปด้วย 2-Grams

กำหนด word คือคำแรก และ Fword คือคำต่อเนื่อง

$$P(Fword|word) = \frac{c(word - Fword)}{c(word)}$$

ภาพที่ 3: สูตร 2-Grams

เมื่อมีการพิมพ์ต่อเนื่องและเกิดการตัดคำ หรือเกิดจากการเลือกคำแนะนำการพิมพ์ต่อเนื่อง หากเป็นคำที่มีในพจนานุกรมทั้งคู่ โปรแกรมจะคำนวณปรับค่าความน่าจะเป็นทุกครั้ง เพื่อการแนะนำการพิมพ์ต่อเนื่อง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

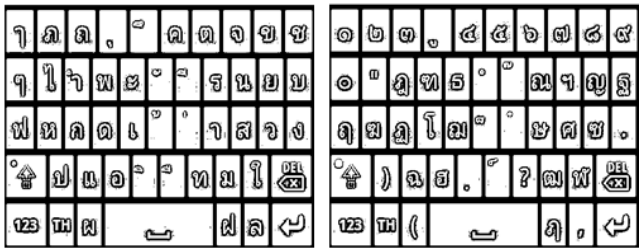
วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทางผู้พัฒนาได้กำหนดวิธีการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาถึงปัญหาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟนพบว่าโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาอื่นที่มีอยู่แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับภาษาไทยโดยใช้ปรับโครงสร้างเล็กน้อย เช่น เปลี่ยนหน้าตาคีย์บอร์ด เพิ่มคำศัพท์ภาษาไทยลงในฐานข้อมูลคำศัพท์ ตัดการเว้นช่องเมื่อเลือกคำที่โปรแกรมแนะนำ ซึ่งทำให้โปรแกรมคีย์บอร์ดนั้นสามารถช่วยแนะนำคำจากฐานข้อมูลพจนานุกรมที่ผู้ใช้กำลังพิมพ์อยู่ได้ แต่เนื่องด้วยภาษาไทยเป็นภาษาที่มีการพิมพ์ติดกันทั้งประโยคไม่มีการเว้นช่องว่างระหว่างคำอย่างในภาษาอังกฤษ โปรแกรมคีย์บอร์ดนั้นจึงไม่ทราบขอบเขตของคำที่ผู้ใช้กำลังพิมพ์ จึงทำให้โปรแกรมคีย์บอร์ดไม่สามารถช่วยแนะนำคำถัดไปได้ หากผู้ใช้พิมพ์โดยที่ไม่เลือกคำที่โปรแกรมคีย์บอร์ดแนะนำมาให้ และไม่สามารถเรียนรู้จดจำการพิมพ์ของผู้ใช้ได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่คีย์บอร์ดภาษาไทยจะต้องมีเทคนิคการตัดคำที่เหมาะสมกับภาษาเพื่อให้โปรแกรมคีย์บอร์ดสามารถทราบขอบเขตของคำที่ผู้ใช้กำลังพิมพ์อยู่ เพื่อช่วยในการแนะนำคำถัดไป แนะนำคำต่อเนื่องจากคำนั้นได้

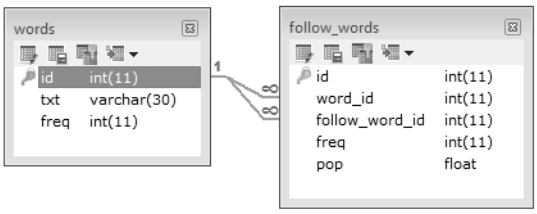
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบรูปแบบแป้นคีย์บอร์ดให้มีลักษณะใกล้เคียงกับคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์เพื่อความคุ้นเคยที่ผู้ใช้ในปัจจุบันมีอยู่แล้ว ทำให้ผู้ใช้สามารถรู้ตำแหน่งของตัวอักษรบนแป้นคีย์บอร์ดโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่



ภาพที่ 4: รูปแบบแป้นคีย์บอร์ด

และผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างการเก็บฐานข้อมูลคำศัพท์ในการเก็บสถิติคำศัพท์ และค่าความน่าจะเป็นของคำต่อเนื่องให้อยู่ในรูปแบบ Entity Relationship Diagram (ERD)



ภาพที่ 5: Entity Relationship Diagram (ERD)

3.3 การพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมตามที่ได้ทำการวิเคราห์และออกแบบโปรแกรมไว้ ซึ่งใช้ SQLite ในการจัดเก็บฐานข้อมูลคำศัพท์ของโปรแกรม และทำการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาการโปรแกรม JAVA โดยใช้โปรแกรม Eclipse Android Development Tools Bundle ในการช่วยพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะเริ่มต้นจากนำฐานข้อมูลคำศัพท์ของโปรแกรมจาก SQLite ทั้งหมดมาสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบทรัยไว้ในหน่วยความจำ และใช้การโปรแกรมในลักษณะวนรอบตัวเองในการท่องเข้าไปในทรัยในการเทียบคำในขณะที่ผู้ใช้กำลังพิมพ์เพื่อการหาคำที่เป็นไปได้ในการแนะนำคำที่ผู้ใช้ต้องการ พร้อมการตัดคำโดยการเทียบคำในพจนานุกรมแบบเทียบคำยาวที่สุดและการย้อนรอยกลับของการตัดคำ การเก็บสถิติทุกครั้งที่มีการตัดคำลงในฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการลำดับการแนะนำคำให้ผู้ใช้ในอนาคต และเก็บสถิติคำต่อเนื่องมาคำนวณหาความน่าจะเป็นแบบ 2-Grams เพื่อใช้ในการแนะนำคำต่อเนื่องที่แม่นยำมากขึ้น

3.4 ทดสอบและประเมินการใช้โปรแกรม

จากการพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย ได้มีการทดสอบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย โดยแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้าน Information Technology จำนวน 3 คนและผู้ใช้งานทั่วไป 30 คน โดยใช้วิธีการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามการใช้โปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยมาคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยเป็นการประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมคีย์บอร์ดในด้านต่าง ๆ

4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย ผู้วิจัยได้มีผลการดำเนินงาน 2 ด้านดังนี้

4.1 หน้าตาแป้นคีย์บอร์ด

ภาพที่ 6 : การออกแบบหน้าจอคีย์บอร์ด

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

จากการทดสอบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โดยสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 1: ตารางผลประเมินความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย $(\overline{X})$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความพึงพอใจ
1. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมคีย์บอร์ดอัจฉริยะ มีความสะดวกเพียงใด	4.15	0.87	มาก
2. ท่านคุ้นเคยกับการจัดเรียงปุ่มของตัวอักษรในคีย์บอร์ดอัจฉริยะ	3.85	0.71	มาก
3. ความสามารถในการตัดคำภาษาไทยเพื่อแนะนำคำต่อไปในระหว่างการพิมพ์	4.18	0.68	มาก
4. ความสามารถในการแนะนำคำตรงความต้องการของท่านจัดอยู่ในระดับใด	4.00	0.71	มาก
5. ความสามารถในการเรียนรู้จดจำการพิมพ์ของท่าน เมื่อท่านต้องการพิมพ์คำนั้นๆ ต่อเนื่องไป	4.27	0.52	มากที่สุด
6. ท่านใช้คำต่างๆ ของคีย์บอร์ดอัจฉริยะในการแนะนำเป็นประจำมากน้อยเพียงใด	3.79	0.78	มาก
7. คีย์บอร์ดอัจฉริยะ ช่วยให้ท่านทำงานหรือสนทนาโต้ตอบได้อย่างถูกต้องมากน้อยเพียงใด	3.91	0.68	มาก
8. คีย์บอร์ดอัจฉริยะ ช่วยให้ท่านทำงานหรือสนทนาโต้ตอบได้รวดเร็วมากน้อยเพียงใด	3.88	0.78	มาก
9. ภาพรวมของการใช้คีย์บอร์ดอัจฉริยะบนระบบแอนดรอยด์ ท่านมีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใด	4.12	0.55	มาก

5. สรุป

จากการพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้มีการทดสอบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในด้านต่าง ๆ โดยความพึงพอใจของผู้ใช้ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้โปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถเพิ่มความสะดวกในการใช้อุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟนใช้ชีวิตประจำวันได้

ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มการเพิ่มคำศัพท์ที่ไม่มีในพจนานุกรมด้วยหลักไวยกรณ์ภาษาไทยหรือแนวคิดใหม่ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถของคีย์บอร์ดภาษาไทยในการเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ที่ไม่มีในฐานข้อมูล และช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้พิมพ์ภาษาไทยบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟนได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ไพศาล เจริญพรสวัสดิ์. “การตัดคำภาษาไทยโดยใช้ คุณลักษณะ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,2541.

[2] ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, การสร้างซอฟต์แวร์วิเคราะห์ไวยากรณ์ไทยภายใต้ระบบยูนิก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,2533.

[3] ปโยธร อุราธรรมกุล และ กานดา รุณนะพงศา, “การตัดคำภาษาไทยด้วยวิธีปรับปรุงกฎและพจนานุกรมแบบใหม่”, JCSSE 2006 , 2549, หน้า 34-40.

[4] บวรรัตน์ ศรีมาน. “การแปลงคำภาษาไทยเป็นสัทอักษรโดยใช้กฎทางภาษาศาสตร์ และ Longest Matching” รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

[5] ผศ. ดร. กานดา รุณนะพงศา และ นางสาวปโยธร อุราธรรมกุล “การตัดคำภาษาไทยโดยการปรับปรุงกฎและพจนานุกรมแบบใหม่”

[6] กิตติชน แม้นสมุทร. “การสร้าง Search Engine”, 2550.

รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา
Model Of Cloud Computing For Education

ปิยะ ถิรพันธุ์เมธี (Piya Thirapanmethee)[1] และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (Pallop Piriyasurawong)[2]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]piya@rmutk.ac.th , [2]pallopi@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา เป็นการนำทฤษฎีและแนวคิดการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาประยุกต์ใช้กับสถาบันการศึกษา รูปแบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น การบริการโครงสร้างพื้นฐานในรูปแบบของอุปกรณ์เสมือน บริการแพลทฟอร์มในรูปแบบของเฟรมเวิร์คเพื่อการจัดการระบบสารสนเทศ และบริการซอฟต์แวร์ในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบเครื่องจักรเสมือน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านบริหารการศึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินพบว่ารูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม ระดับมากที่สุดทุกด้านยกเว้นด้านการนำไปใช้จริงอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: รูปแบบ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ สถาบันการศึกษา

Abstract

Developing of the Cloud Computing Model for Educational Institute is applying Theories and concepts of Clound Computing Services to the Educational Institute. The Developed Model is devided as the the following. IaaS as a Virtual Machine Layer. PaaS as for IT Management Information System Framework Layer. SaaS as the Application Layer. Sample group within this research are group of Expertise in the Education Management and group of Expertise in Information Technology.The Statistical measurement within this research are used Arithmetic mean and standard deviation. The Evaluation indicated that the developed models are appropriated in highest ranking to almost issues, excepted on issue of practical applying is in high ranking.

Keyword: Model, Cloud Computing, Education

1.บทนำ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) เป็นรูปแบบการให้บริการทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ให้บริการตั้งแต่ในระดับโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศไปจนถึงชุดคำสั่งงานประยุกต์และเป็นระบบที่ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ร่วมกันเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้งาน[1] ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถกำหนดความสามารถในการทำงานของระบบได้ตามความต้องการของตนเอง มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากร รวมถึงสามารถตรวจสอบและควบคุมปริมาณการใช้งาน การ์ทเนอร์ซึ่งเป็นองค์กรที่ได้การยอมรับในวงการไอทีระดับโลกได้วิเคราะห์ 10 แนวโน้มของเทคโนโลยีเด่นด้านไอทีในปี2013 โดยจากการวิเคราะห์ของการ์ทเนอร์[2] มีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ 3 เรื่องด้วยกันคือ Personal Cloud, Internet of Things (IoT) และ Hybrid IT and Cloud ทั้งนี้จากแนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในอนาคตระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะมีการใช้งานที่มากขึ้นซึ่งจะเห็นได้จากโซลูชั่นของ Cloud และ Mobile ที่มีแนวโน้มที่จะหลอมรวมเข้าหากันมากขึ้น จากคุณลักษณะการให้บริการและแนวโน้มการพัฒนาของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงเป็นเหตุให้หลายหน่วยงานมี

แนวคิดในการนำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเข้ามาใช้ในหน่วยงาน [3]

สถาบันการศึกษาเป็นหน่วยงานที่นำระบบสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการดำเนินกิจการของหน่วยงานแต่ทั้งนี้ระบบสารสนเทศที่อยู่ในสถาบันการศึกษาในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบที่ทำการติดตั้งแยกตามหน่วยงานที่เป็นเจ้าของระบบจึงทำให้ไม่สามารถนำทรัพยากรที่แต่ละหน่วยงานมีอยู่มาแบ่งปันใช้งานร่วมกันได้ และประกอบกับระบบสารสนเทศบางหน่วยงานมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน แต่งานดังกล่าวมีความถี่ในการใช้งานน้อย ซึ่งระบบในลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดข้อคำถามถึงความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายที่ลงทุนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ จากเหตุผลตามที่ได้กล่าวมาจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา เพื่อให้ได้ระบบที่มีสามารถแบ่งปันและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดความคุ้มค่า และสามารถกำหนดการใช้ทรัพยากรได้ตามความต้องการที่แท้จริง รวมถึงมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนคุณลักษณะของการประมวลผลได้ตามความต้องการของผู้ใช้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) มาจากการใช้สัญลักษณ์รูปก้อนเมฆแทนอินเตอร์เน็ตในรูปแผนผังระบบเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์[4] ปัจจุบันยังไม่มีคำนิยามที่แน่นอนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ แต่อาจกล่าวได้ว่าระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือการพัฒนาการของการประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) การประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Computing) และการประมวลผลแบบสาธารณูปโภค (Utility Computing)[5] และได้เพิ่มคุณสมบัติเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้มากกว่าระบบที่กล่าวมา หลักการพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆคือการกระจายการประมวลผลไปยังคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อในระบบเครือข่ายโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน[6] การให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจึงเป็นการนำเสนอบริการเทคโนโลยีสารสนเทศที่เสมือนว่าเป็นบริการที่สามารถเลือกรับบริการได้ตามความต้องการและเสียค่าใช้จ่ายตามที่ใช้ไปเท่านั้น

2.2 ประเภทของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีการแบ่งประเภทตามลักษณะการให้บริการเป็น 3 ประเภทดังนี้ [7]

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ (Public Cloud หรือ External Cloud) เป็นการให้บริการสำหรับผู้ใช้ทั่วไปโดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นบุคลากรในหน่วยงาน ซึ่งผู้ใช้บริการจ่ายค่าบริการตามปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง[8]

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนตัว (Private Cloud หรือ Internal Cloud) เป็นประบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่ติดตั้งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในหน่วยงาน (Private Network) ผู้ใช้บริการต้องเป็นบุคลากรหรือผู้ที่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายยอมให้เข้าใช้งาน[9]

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบผสม (Hybrid Cloud) เป็นการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่เชื่อมโยงหรือผสมกันระหว่างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนตัวเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการประมวลผลในบางช่วงเวลาสูงขึ้นแต่ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมภายในองค์กรเช่นเดิม

2.3 รูปแบบการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสามารถแบ่งรูปแบบการให้บริการออกเป็น 3 แบบดังนี้ [5]

1.บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service : SaaS) เป็นการให้บริการซอฟต์แวร์ที่พร้อมใช้งาน โดยมีการประมวลผลที่ฝั่งเครื่องของผู้ให้บริการและสามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ดังกล่าวบนเครื่องของผู้ใช้บริการ [10]

2.บริการแพลทฟอร์ม (Platform as a Service : PaaS) เป็นการให้บริการซึ่งประกอบด้วยระบบปฏิบัติการและชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรม โดยสามารถปรับขนาดการใช้ทรัพยากรที่ต้องการได้อย่างอัตโนมัติตามการเติบโตของการใช้งาน[11]

3.บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service : IaaS) เป็นการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน เช่น หน่วย

ประมวลผล หน่วยความจำ พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล โดยทรัพยากรเหล่านี้อยู่บนระบบเสมือนที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้บริการสามารถกำหนดขนาดของทรัพยากรได้ตามความต้องการ [12]

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดคุณลักษณะของการให้บริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆดังนี้[13]

1. สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand self-service) หมายถึงผู้ใช้สามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้งาน ความสามารถของหน่วยประมวลผล (Processor) ขนาดหน่วยความจำ (Main Memory) และ พื้นที่ในการบันทึกข้อมูล (Data Storage) ได้ตามความต้องการ[13]

2. สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (Broad Network Access) หมายถึง ระบบที่สามารถเข้าใช้บริการได้จากระบบเครือข่ายที่เป็นมาตรฐานโดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามาขอใช้บริการจะอยู่ในรูปแบบใด[13]

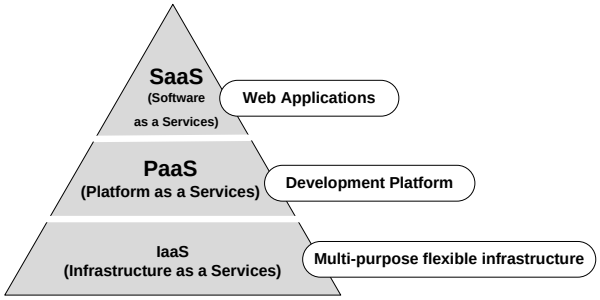
3. สามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน(Resource Pooling) หมายถึงระบบที่มีการใช้ทรัพยากรการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมกัน

4. สามารถยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (Rapid Elasticity) หมายถึง ระบบมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรต่างๆ ในระบบได้อย่างรวดเร็วทันตามความต้องการของผู้ใช้บริการ

5. สามารถวัดและควบคุมปริมาณการใช้งาน (Measured Service) หมายถึง ระบบสามารถตรวจสอบและควบคุมปริมาณการใช้งานรวมถึงสามารถนำปริมาณการใช้งานมาทำการคำนวณค่าใช้บริการ

2.4 องค์ประกอบพื้นฐานของการใช้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

สถาปัตยกรรมของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ส่วนดังนี้ [14]



ภาพที่ 1: บริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

1. ผู้ใช้ (User) ในกรณีนี้หมายถึงผู้ที่กระทำการส่งคำร้องขอใช้บริการซึ่งถูกส่งมาจากทุกสถานที่

2.ข้อตกลงระดับการให้บริการและการจัดสรรทรัพยากร (Service Level Agreement Resource Allocator) ส่วนนี้เปรียบเสมือนส่วนเชื่อมระหว่างผู้ให้บริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับผู้ใช้บริการ โดยการทำงานข้อตกลงระดับการให้บริการประกอบด้วย 6 ส่วนย่อย คือ ส่วนแปลความคำขอบริการ(Service Request Examiner and Admission Control) ส่วนคำนวณราคาค่าใช้จ่าย (Pricing) ส่วนบัญชีการใช้งาน (Accounting) ส่วนติดตามการทำงานระบบเสมือน (Virtual Machine Monitor) ส่วนจ่ายงาน (Dispatcher) และส่วนบันทึกการให้บริการตามคำร้องขอ (Service Request Monitor)[14]

3. เครื่องเสมือน (Virtual Machine : VM) ระบบเสมือนที่ทำงานอยู่บนเครื่องที่มีอยู่จริงโดยที่เครื่องที่มีอยู่จริงหนึ่งเครื่องอาจมีเครื่องเสมือนได้หลายเครื่อง

4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่จริง (Physical Machine) คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่จริงและจัดเตรียมเอาไว้ให้บริการ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบบริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ระบบสารสนเทศภายในสถาบันการศึกษา และผู้เกี่ยวข้องในการใช้งาน

จากทฤษฎีที่ทำการศึกษาและการสัมภาษณ์ผู้มีหน้าที่ดูแลระบบสารสนเทศในสถาบันการศึกษาจำนวน 5 แห่ง พบว่ารูปแบบบริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาประกอบด้วย บริการโครงสร้างพื้นฐาน (IaaS) บริการแพลทฟอร์ม(PaaS) และบริการซอฟต์แวร์ (SaaS) โดยระบบสารสนเทศที่ใช้ภายในสถาบันการศึกษาแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ระบบสารสนเทศสำหรับสนับสนุนการเรียนการสอนและระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ ผู้เกี่ยวข้องในการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาประกอบด้วย ผู้บริหาร นักศึกษา ศิษย์เก่า อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ

ระยะที่ 2 ออกแบบและพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา

นำทฤษฎีที่ทำการศึกษามาประยุกต์เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาโดยทำการออกแบบระบบเพื่อให้ได้ระบบที่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ตามความต้องการ(On Demand Self Service) สามารถเข้าใช้บริการผ่านระบบเครือข่ายได้จากอุปกรณ์หลายรูปแบบ (Broad Network Access) สามารถรวมทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อแบ่งปันการใช้งาน (Resource Pooling) และเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (Rapid Elasticity) โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์จริงทางกายภาพ (Physical Device) หมายถึงส่วนที่เป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงเช่น อุปกรณ์บันทึกข้อมูล อุปกรณ์ระบบเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2. อุปกรณ์เสมือน (Virtual Device) หมายถึงอุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์ที่อยู่สภาพอุปกรณ์เสมือน

3.เฟรมเวิร์คเพื่อการจัดการระบบสารสนเทศ (MIS Framework) ประกอบด้วยชุดโปรแกรมช่องทางเชื่อมต่อ (Application Program Interface : API) สำหรับบริการงานต่างๆ ที่สามารถเรียกใช้ได้จากโปรแกรมประยุกต์ของหน่วยงาน

4. โปรแกรมประยุกต์ (Application) คือส่วนที่ผู้ใช้ทั่วไปในหน่วยงานทำการเรียกใช้โปรแกรมของหน่วยงานโดยโปรแกรมเหล่านี้จะทำการเรียกใช้โปรแกรมช่องทางเชื่อมต่อที่สร้างไว้ในระดับเฟรมเวิร์คเพื่อการจัดการระบบสารสนเทศ

ระยะที่ 3 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา

ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมด้วยมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการดำเนินการ

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้ที่มีหน้าที่ดูแลระบบสารสนเทศในสถาบันการศึกษาสามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและรูปแบบบริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและรูปแบบการให้บริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ผู้ใช้งาน	ระบบสารสนเทศ	รูปแบบบริการ
อาจารย์	ระบบงานทะเบียนนักศึกษา ระบบงานบุคลกร ระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบธนาคารข้อสอบ ระบบ E-learning	SaaS
เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ	งานบำรุงรักษาระบบ งานพัฒนาโปรแกรม ระบบสำรองข้อมูล ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	IaaS PaaS SaaS
นักศึกษา	ระบบงานทะเบียนนักศึกษา ระบบ E-learning ระบบประเมินการสอน	SaaS
ผู้บริหาร	ระบบงานทะเบียนนักศึกษา ระบบงานบุคลกร ระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบประเมินการสอน ระบบงบประมาณ ระบบข้อมูลศิษย์เก่า	SaaS
ศิษย์เก่า	ระบบข้อมูลศิษย์เก่า ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	SaaS

รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 4 กลุ่ม โดยผู้ใช้งานทั่วไป (User) หมายถึง อาจารย์ นักศึกษา ผู้บริหาร และศิษย์เก่า กลุ่มนักพัฒนาระบบ (Developer) หมายถึง เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับระบบสารสนเทศภายในมหาวิทยาลัย กลุ่มผู้ดูแลระบบ (System Administrator) หมายถึงเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบปฏิบัติการและเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม วิศวกรระบบ(System Engineer) หมายถึงเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลโครงสร้างพื้นฐานในระดับฮาร์ดแวร์และระบบเครือข่าย

บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

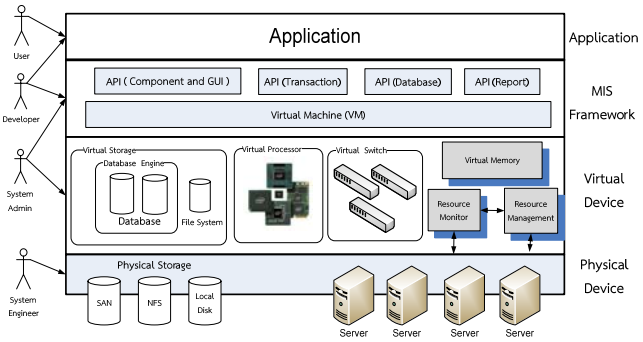
บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service) ควรอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์เสมือน (Virtual Device) ประกอบด้วย หน่วยจัดเก็บข้อมูลเสมือน (Virtual Storage) ที่สามารถรองรับฐานข้อมูลและไฟล์ระบบ (File System) ในหลายรูปแบบ หน่วยประมวลผลเสมือน(Virtual Processor) ที่สามารถปรับเปลี่ยนความสามารถหรือจำนวนของโปรเซสเซอร์ได้ตามการใช้งาน อุปกรณ์กระจายสัญญาณเสมือน (Virtual Switch) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เสมือนที่สร้างขึ้น โดยมีส่วนตรวจติดตามการใช้งานและบริหารจัดการทรัพยากรทำหน้าที่ควบคุมการใช้ทรัพยากรณ์ที่มีอยู่จริง

บริการในระดับแพลทฟอร์ม (Platform as a Service) ควรอยู่ในรูปของเฟรมเวิร์คเพื่อการจัดการระบบสารสนเทศ (MIS Framework) และทำการพัฒนา API ส่วนกลางเตรียมไว้เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในสถาบันการศึกษา

บริการในระดับซอฟต์แวร์ (Software as a Service) ควรเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine) โดยอาศัยเครื่องมือที่ได้จัดเตรียมไว้ในเฟรมเวิร์คเพื่อการจัดการระบบสารสนเทศ

ดังนั้นภาพรวมของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่าน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2: รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา

รายการประเมินความเหมาะสม	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1.หลักการและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา	4.91	0.03	มากที่สุด
2. รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษามีความสอดคล้องกับหลักการของระบบประวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.82	0.40	มากที่สุด
3. โครงสร้างของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ 1)อุปกรณ์จริงทางกายภาพ 2)อุปกรณ์เสมือน 3)เฟรมเวิร์คของระบบจัดการสารสนเทศ 4)โปรแกรมประยุกต์	4.55	0.52	มากที่สุด
4.รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.09	0.75	มาก
ความเหมาะสมในภาพรวม	4.59	0.46	มากที่สุด

รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.59 , S.D. = 0.46) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้ยกเว้นด้านรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาสามารถนำไปใช้ได้จริง มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.09 , S.D. = 0.75) และเมื่อพิจารณาความ

เหมาะสมตามลำดับพบว่า หลักการและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.91 , S.D. = 0.30) และรองลงมาคือ รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษามีความสอดคล้องกับหลักการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.82 , S.D. = 0.40) และโครงสร้างของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ 1)อุปกรณ์จริงทางกายภาพ 2)อุปกรณ์เสมือน 3)เฟรมเวิร์คของระบบจัดการสารสนเทศ 4)โปรแกรมประยุกต์ มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.55 , S.D. = 0.52) ตามลำดับ

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แต่ทั้งนี้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นการพัฒนาจากการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลจากสถาบันการศึกษาเพียง 5 แห่งที่เริ่มมีการนำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเข้ามาประยุกต์ใช้งาน ในบางบริการเท่านั้น และรูปแบบที่พัฒนาขึ้นยังขาดส่วนของการรักษาความปลอดภัย ดังนั้นการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานควรต้องมีการคำนึงถึงความพร้อมในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ การรักษาความปลอดภัยของระบบ รวมถึงความรู้ของบุคลากรที่มีอยู่

เอกสารอ้างอิง

[1] Kalagiakos, P., and P. Karampelas. 2011, “Cloud Computing learning.” *In Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2011 5th International Conference*, p. 1-4, 2011.

[2] “Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2013.”, http://www.gartner.com/newsroom/id/2209615 (Accessed March 10, 2013).

[3] Sultan, Nabil, “Cloud computing for education: A new dawn?” *International Journal of Information Management* , p.109-116, 2010.

[4] Wang Yuru, Li Xinfang, and Zheng Xianchen, “Cloud computing and its application to construction of web-based learning environment.” *Computer Application and System Modeling (ICCASM), 2010 International Conference*, p. V8-80-V8-83, 2010.

[5] Chunye Gong et al, “The Characteristics of Cloud Computing.” *In Parallel Processing Workshops (ICPPW), 2010 39th International Conference*, p. 275-279, 2010.

[6] Shuai Zhang etal., “The comparison between cloud computing and grid computing.” *In Computer Application and System Modeling (ICCASM) International* Conference, p. V11-72-V11-75, 2010.

[7] Johnston S, “Cloud Computing Types: Public Cloud, Hybrid Cloud” , http://www.circleid.com/posts/print 20090306/_cloud_computing_types_public _hybrid, (Access March 06, 2009)

[8] Junjie Peng, Xuejun Zhang, Zhou Lei, Bofeng Zhang, Wu Zhang, and Qing Li, “Comparison of Several Cloud Computing Platforms”, *Information Science and Engineering (ISISE) Second International Symposium 2009*, pp. 23-27, 2009.

[9] Kachele, S., Domaschka, J., & Hauck, F. J. , “COSCA: an easy-to-use component-based PaaS cloud system for common applications”, *Proceedings of the First International Workshop on Cloud Computing Platforms Salzburg, Austria: ACM.*, pp. 1-6, 2011.

[10] Cusumano, M., “Cloud computing and SaaS as new computing platforms”, *Communications of the ACM, 53(4)*, p.27-29, 2010.

[11] Chengtong Lv et al. 2010. “PaaS: A revolution for information technology platforms.” *In Educational and Network Technology (ICENT), 2010 International Conference on*, p.346–349, 2010.

[12] Wu, C. F., & Huang, L. P. “Developing the Environment of Information Technology Education using Cloud Computing Infrastructure”. *American Journal of Applied Sciences, 8(9)*. p.864-871, 2011.

[13] Peter Mell and Tim Grance, “The NIST Definition of Cloud Computing” *United States of America: National Institute of Standards and Technology*, p.1-2 ,2009.

[14] Buyya, R., Yeo, C.S., Venugopal,S., Broberg, J.,Brandic, I. , “Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5 thutility”, Future Generation Computer Systems no. 25, pp. 599-616, 2009.

ระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหารบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์
Food Serial Number Verification System on Android Mobile Platform

วิษณุ คุณากรธำรง (Viznu Kunathamrong)[1] ธนัสนี เพียรตระกูล (Tanasanee Phienthrakul)[2]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[1]k.viznu@gmail.com, [2]tanasanee.phi@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์เพื่อเพิ่มช่องทางการตรวจสอบความถูกต้องของเลขสารบบอาหารบนฉลากผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภค เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ และการรู้จำตัวเลขถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการตรวจสอบเลขสารบบอาหาร โดยได้ทำการออกแบบระบบให้สามารถทำการติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านหน้าจอแบบสัมผัสบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ผลจากการรู้จำเลขสารบบอาหารจะถูกนำไปประมวลผลเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลเลขสารบบอาหารและยา จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถรู้จำได้อย่างถูกต้องในสภาวะที่เหมาะสม และความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานระบบอยู่ในเกณฑ์ดี

คำสำคัญ: ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เลขสารบบอาหาร การรู้จำตัวอักษรแสง

Abstract

This research proposes an application on Android mobile technology. This application is used for checking the food serial number on the label of products. Image processing and optical characteristic recognition (OCR) are used for recognizing the serial numbers on the labels. User interface of this system is designed for the touch screen of Android mobile technology that is convenient to use. The recognized serial numbers are compared to the data in the food and drug serial number database. The experimental results show that this system can correctly detect the serial numbers under the suitable situations. Moreover, the users are satisfying this system.

Keyword: Android Operating System, Food Serial Number, Optical Character Recognition (OCR)

1. บทนำ

รูปแบบของการผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าเพื่อการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปจากระบบครัวเรือนสู่ระบบอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อสุขภาวะของผู้บริโภคโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากกระบวนการผลิตมีการปนเปื้อนไม่ถูกสุขลักษณะ ถึงแม้ว่าการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุขภาพให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วออกทะเบียนรับรองเป็นเลขสารบบอาหาร หรือเลขทะเบียน อาหารและยา ให้กับผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ผ่านการตรวจสอบอยู่แล้ว แต่ยังพบปัญหาการปลอมแปลงเลขสารบบอาหาร ซึ่งเป็นการละเมิดในสิทธิของผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคจะไม่สามารถทราบได้เลยว่าเลขทะเบียน อาหารและยาที่อยู่บนผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพแล้วจริงหรือไม่

ปัจจุบันผู้บริโภคสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์อาหารได้โดยการโทรศัพท์สอบถามตรงมายังสำนักงานอาหารและยา และตรวจสอบด้วยตนเองผ่านทางเว็บไซต์ของสำนักงานอาหารและยา โดยการพิมพ์ข้อมูลเข้าสู่ระบบ ในกรณีตรวจสอบผ่านระบบอินเตอร์เน็ตซึ่งปัจจุบันสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ แต่จะมีค่าใช้จ่ายที่ผู้บริโภคต้องรับภาระ นอกจากนั้นในการใช้งานแต่ละครั้งยังมีหลายขั้นตอน เช่นจำเป็นต้องเปิดบราวเซอร์และพิมพ์ที่อยู่ของเว็บไซต์ที่ถูกต้อง และขั้นตอนในการกรอกข้อมูลเข้าระบบอาจไม่สะดวก และใช้เวลามาก สำหรับผู้บริโภคบางราย

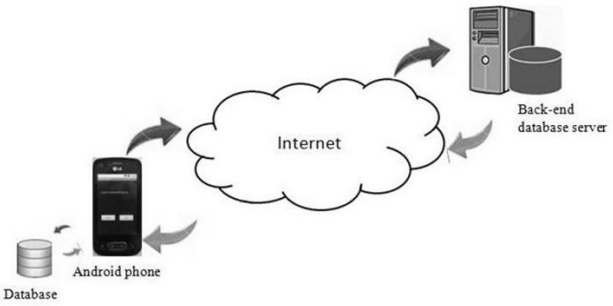
จากการสำรวจการมีเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใช้ในครัวเรือน พ.ศ.2554 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปทั้งสิ้น 62.4 ล้านคน มีโทรศัพท์มือถือ

จำนวน 41.4 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 66.4 [1] ภายใต้ระบบ 3G ในปัจจุบัน โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์พกพา ส่วนใหญ่ในตลาดจะรองรับระบบการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก โทรศัพท์มือถือสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ต และทำงานผ่านระบบปฏิบัติการที่สามารถติดตั้งโปรแกรมเฉพาะที่สามารถทำงานในขณะที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตได้ จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มความสะดวกรวดเร็วให้กับผู้บริโภคที่จะทราบถึงความถูกต้องของสินค้าที่เลือกบริโภคได้ตามสิทธิ

จากการศึกษาพบว่ามีระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพาอยู่หลายระบบ เช่น Android, iOS, Windows Mobile, BlackBerry, Symbian, webOS, MeeGo และ QNX เป็นต้น งานวิจัยนี้เลือกศึกษาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เนื่องจาก เป็นระบบที่เปิดเผยซอฟต์แวร์ต้นแบบสามารถพัฒนาต่อยอดได้ ไม่มีค่าใช้จ่าย และมีนักพัฒนาจำนวนมาก [2] การศึกษานี้จะทำการพัฒนา โปรแกรมบน Android Mobile Technology วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ให้ความสำคัญกับหลักการใช้ง่าย และ ความสามารถ ในการตรวจสอบเลขสารบบอาหารและยา ได้ถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลภาพนำเข้าสู่ระบบการตรวจสอบเพื่อหารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการพิมพ์เลข 13 หลักโดยผู้ใช้งานเองได้ โดยโทรศัพท์มือถือในปัจจุบันนี้จะมีกล้องดิจิตอลติดตั้งมาพร้อมใช้งานแล้ว การถ่ายภาพด้วยโทรศัพท์มือถือได้รับความนิยมมากขึ้น และการนำมาใช้ช่วยในการตรวจสอบเลขสารบบอาหารจะเพิ่มความสะดวกให้กับผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

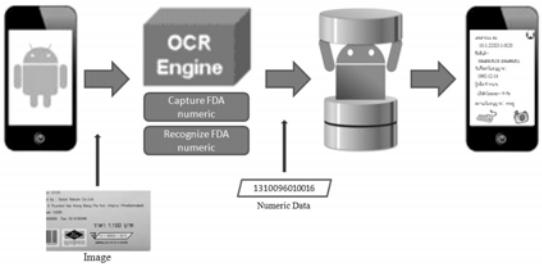
2. สถาปัตยกรรมระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหาร

ระบบต้นแบบสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของเลขสารบบอาหาร ที่นำเสนอในบทความนี้ ถูกออกแบบเพื่อใช้ตรวจสอบเลขสารบบอาหารที่ปรากฏอยู่บนฉลากผลิตภัณฑ์อาหารที่จำหน่ายตามร้านค้าสินค้าอุปโภคบริโภคต่างๆ โดยใช้อุปกรณ์โทรศัพท์มือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ องค์ประกอบของระบบจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ฝั่งเซริฟเวอร์ และ ฝั่งผู้ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ต้นแบบระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหารและยา

ฝั่งเซริฟเวอร์ จะมี Database Server ซึ่งใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลกลาง จัดเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจสอบและรับรองจากสำนักงานอาหารและยา โดยหากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลในส่วนนี้จะมีการปรับปรุงโดยผู้จัดการระบบฐานข้อมูล ซึ่งอาจต้องเชื่อมต่อกับสำนักงานอาหารและยา หรือดูแลโดยเจ้าหน้าที่ของสำนักงานอาหารและยา ข้อมูลใน Database Server นี้จะถูกส่งต่อให้กับผู้ใช้งานเมื่อมีการร้องขอ ภาพต้นแบบของการทำงานในฝั่งผู้ใช้งานแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : ภาพต้นแบบการทำงานฝั่งผู้ใช้

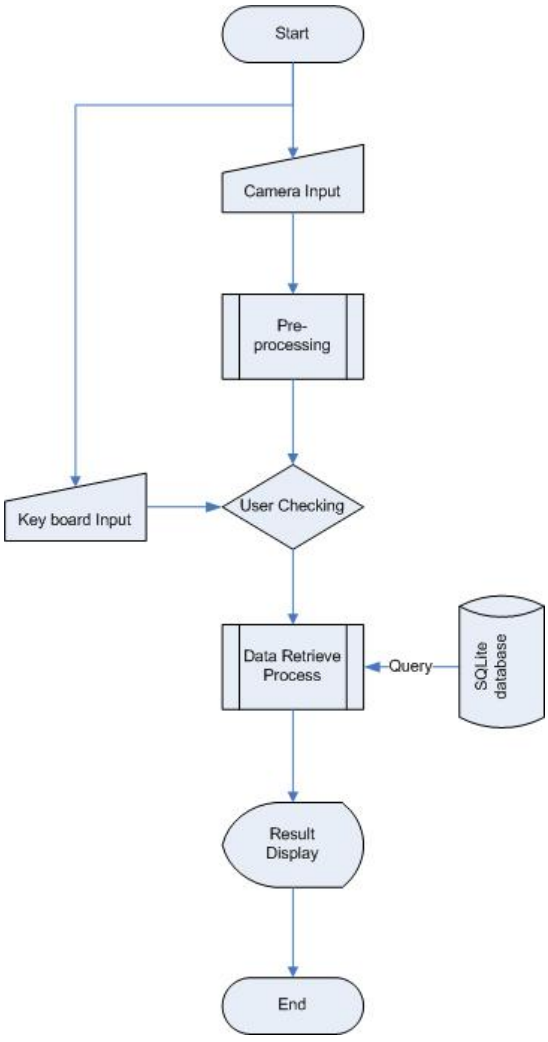
ในฝั่งผู้ใช้งานระบบ จะเป็นมีการติดตั้งแอพพลิเคชันลงบนโทรศัพท์มือถือระบบแอนดรอยด์ โดยส่วนประกอบในการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. ส่วนการรับข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้งานระบบ โดยจะจำแนกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 การพิมพ์ตัวเลขเข้าสู่ระบบผ่านทางหน้าจอโทรศัพท์ โดยจะมีภาพสัญลักษณ์เพื่อให้เลือกตัวเลขที่ต้องการได้อย่างสะดวก

1.2 การใช้กล้องถ่ายภาพ ที่มีอยู่บนโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา เพื่อบันทึกภาพถ่ายเลขสารบบอาหารและยาบนฉลากผลิตภัณฑ์ และส่งข้อมูลภาพเพื่อนำไปใช้ในระบบ

2. ส่วนของการประมวลผลจากภาพถ่าย เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สกัดสารสนเทศในภาพให้ได้ข้อมูลในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลกับฐานข้อมูลได้ ขั้นตอนจะเริ่มจากการหาขอบเขตของภาพเลขสารบบอาหารและยาโดยให้ผู้ใช้งานระบบกำหนดได้เอง เมื่อกำหนดขอบเขตส่วนของภาพที่จะใช้แล้วจึงทำการบันทึกภาพ ระบบจะส่งต่อข้อมูลที่เลือกเข้าสู่ OCR Engine [3] เพื่อสกัดตัวเลขจากภาพ ก่อนนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล และ แสดงผลขั้นตอนการตรวจสอบ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหารและยา

หลังจากรับข้อมูลในรูปแบบที่เป็นภาพเข้ามาแล้ว ก่อนการประมวลผลภาพ จะมีการปรับปรุงภาพให้เหมาะสม โดยจะทำการตัดแบ่งพื้นที่ใช้งาน (Cropping) ซึ่งเป็นการตัดแยกเอาเฉพาะรูปตัวเลขออกมาจากภาพ เพื่อส่งให้ขั้นตอนการรู้จำในการระบุว่ารูปตัวเลขนั้นเป็นรหัสเลขใด, การกรองข้อมูลแทรกซ้อน (Noise Filtering) มีจุดประสงค์เพื่อลดทอนส่วนของรูปภาพที่เป็นสิ่งแปลกปลอมอันไม่พึงประสงค์ออกไป ก่อนจะนำภาพที่ได้เข้าสู่กระบวนการรู้จำ

สำหรับ OCR Engine ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ คือ Tesseract OCR Engine [4] , [5] ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์ที่มีการเผยแพร่และสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ Tesseract ใช้เทคนิควิธีการประมวลผลภาพทางสถิติและการเทียบกับพจนานุกรมเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย และได้ผลที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากในการศึกษานี้ มีเป้าหมายที่จะรู้จำตัวเลข 0 ถึง 9 ซึ่งมีเพียง 10 ตัวเลขเท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมที่ความซับซ้อนสูงมากๆ แต่ต้องการให้ประมวลผลได้ในเวลาที่เหมาะสม

3. จากการศึกษาส่วนของฐานข้อมูลที่จะติดตั้งลงบนหน่วยความจำของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งผู้พัฒนาได้ใช้ SQLite ในการจัดเก็บข้อมูล [6] และได้ทำการติดตั้งในขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

4. ส่วนแสดงการรายงานผล ส่วนนี้จะแสดงโดยอัตโนมัติหลังจากที่ผู้ใช้งานระบบส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ หน้าจอที่จะแสดงจะมี 2 แบบ คือหากการประมวลผลเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลแล้วไม่ตรงกับรายการข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ จะแสดงผลแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบด้วยข้อความ “ไม่พบเลขสารบบอาหาร xx-x-xxxxx-x-xxxx นี้ในฐานข้อมูล” หากตรงกับรายการข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ จะแสดง เลขสารบบอาหาร xx-x-xxxxx-x-xxxx ชื่อสินค้า วันที่ออกใบอนุญาต ผู้ผลิตจำหน่าย และ สถานะใบอนุญาต ให้ผู้ใช้งานทราบ

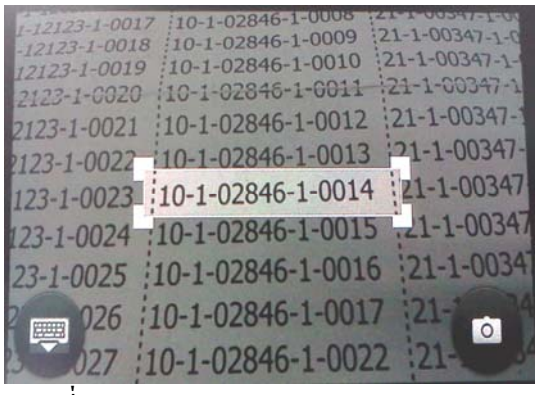
สำหรับการปรับปรุงฐานข้อมูล โปรแกรมจะกำหนดให้มีการปรับปรุงฐานข้อมูลทุกครั้งที่มีการเปิดโปรแกรม และทำการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ต โดยระบบจะสอบถามความต้องการของผู้ใช้งาน และจะทำการดาวน์โหลดฐานข้อมูลทั้งหมดลงยังหน่วยความจำของโทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์

สื่อสาร เมื่อผู้ใช้งานยินยอม ข้อมูลที่ดาวน์โหลดเสร็จแล้วจะถูกเก็บในฐานข้อมูล โดยใช้ SQLite เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล

3. การออกแบบระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหาร

ในการศึกษานี้จะพัฒนาระบบการตรวจสอบเลขสารบบอาหารบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยภาษาที่ใช้ในการพัฒนา คือภาษาจาวา [7] ซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุ และใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิตอล [8] เพื่อช่วยในการรู้จำเลขสารบบอาหาร ผู้ศึกษาพยายามออกแบบการใช้งานโปรแกรมให้ง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้บริโภคมากที่สุด โดยในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้จากการศึกษาพบว่าการออกแบบและสร้างโปรแกรมที่ผสานหลายๆเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำงานบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์ได้ อีกทั้งสามารถดำเนินการสร้างบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และใช้ JDK (Java Development Kit) และ Android SDK (Software Development Kit) เป็นเครื่องมือหลักในการสร้าง [9], [10] ซึ่งส่วนติดต่อผู้ใช้ประกอบด้วย

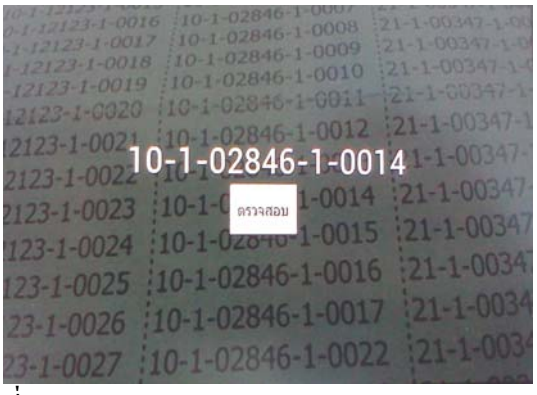
ส่วนการรับข้อมูลนำเข้าระบบ เมื่อผู้ใช้งานระบบเปิดโปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอการถ่ายภาพเป็นส่วนแรก ในหน้าจอนี้ กำหนดให้ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขอบเขตของภาพเครื่องหมายเลขสารบบ อาหารและยา โดยจะสร้างกรอบสี่เหลี่ยมที่สามารถปรับขนาดได้เพื่อล้อมกรอบสี่เหลี่ยมรอบเลขสารบบอาหารและยาเพื่อให้ได้รูปภาพที่มีขอบเขตเฉพาะเลขสารบบอาหารและยา ดังแสดงในภาพที่ 4



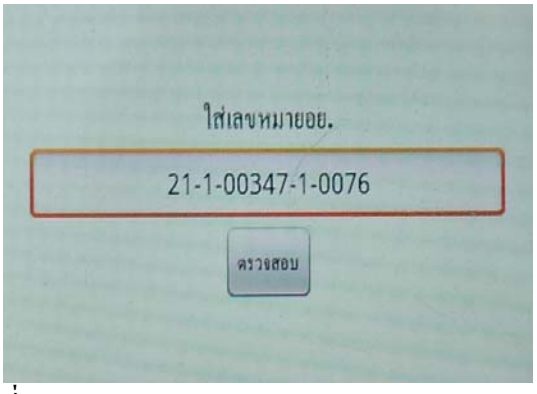
ภาพที่ 4 : หน้าจอส่วนการใช้กล้องถ่ายภาพนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ

จากนั้นผู้ใช้ระบบฯต้องเป็นผู้กดปุ่มเพื่อบันทึกภาพเมื่อ เห็นว่าครอบคลุมตัวเลขบนฉลากสมบูรณ์แล้ว จากนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูลภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ และการรู้จำอักขระจากภาพ และแสดงให้ผู้ใช้ระบบตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งก่อน จากนั้นจึงส่งต่อไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแบบ SQLite ที่ติดตั้งไว้ในหน่วยความจำอุปกรณ์มือถือ และส่งต่อข้อมูลที่ได้ไปยังหน้าจอแสดงผลให้ผู้ใช้ระบบทราบ

หน้าจอส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยผู้ใช้ส่วนนี้จะแสดงให้ผู้ใช้ตรวจสอบก่อนการส่งต่อข้อมูลไปประมวลผลกับฐานข้อมูล โดยในภาพที่ 5 จะเป็นหน้าตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากผ่านการกำหนดขอบเขตภาพและบันทึกภาพโดยผู้ใช้ และ ภาพที่ 6 เป็นหน้าสำหรับการพิมพ์ตัวเลขโดยผู้ใช้ระบบ ซึ่งเมื่อผู้ใช้ยืนยันแล้ว จะมีปุ่ม “ตรวจสอบ” ให้กดเพื่อนำข้อมูลที่ยืนยันแล้วไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลของระบบตามกระบวนการต่อไป



ภาพที่ 5 : หน้าจอส่วนการตรวจสอบความถูกต้อง ในส่วนนำเข้าข้อมูลภาพ



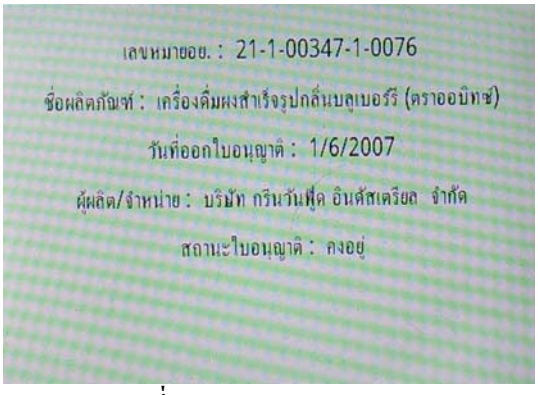
ภาพที่ 6 : หน้าจอส่วนการตรวจสอบความถูกต้อง ในส่วนข้อมูลนำเข้าโดยการพิมพ์

ส่วนถัดมาเป็นหน้าจอการนำเข้าข้อมูลเลขสารบบ อาหารและยาด้วยการพิมพ์ จะมีกล่องข้อความสำหรับใส่ตัวเลข และ มีคีย์บอร์ดสำหรับพิมพ์ข้อมูลตัวเลขเข้าระบบเมื่อผู้ใช้ระบบ

นำเข้าข้อมูลเสร็จ ให้กดปุ่ม “เรียบร้อย” มุมซ้ายบนระบบจะเข้าสู่หน้าตรวจสอบโดยผู้ใช้ก่อนส่งต่อข้อมูลไปประมวลผลเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแบบ SQLite ที่ติดตั้งไว้ในหน่วยความจำอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ และส่งต่อข้อมูลที่ได้ไปยังหน้าจอแสดงผลให้ผู้ใช้ระบบทราบ ในหน้าจอนี้จะให้ความสำคัญกับปุ่มตัวเลขให้มีขนาดใหญ่ชัดเจน และเรียบง่าย ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 : หน้าจอส่วนการพิมพ์ข้อมูลเข้าสู่ระบบ

หน้าจอแสดงผลจะนำข้อมูลมาแสดงให้ผู้ใช้ระบบทราบเมื่อพบว่าข้อมูลเลขสารบบอาหารที่นำเข้าตรงกับที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยกำหนดให้แสดงข้อมูล เลขสารบบอาหาร xx-x-xxxxx-x-xxxx, ชื่อสินค้า, วันที่ออกใบอนุญาต, ผู้ผลิตจำหน่าย และ สถานะใบอนุญาต และหากผู้ใช้ต้องการใช้โปรแกรมอีกครั้งได้กำหนดให้ใช้ปุ่มย้อนกลับบนอุปกรณ์ สำหรับเข้าสู่หน้าจอการใช้งานก่อนหน้า เพื่อบันทึกภาพหรือพิมพ์ เลขสารบบอาหารและยาเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 : หน้าจอส่วนการรายงานผล

การแสดงผลเมื่อไม่พบเลขสารบบอาหารและยา ที่ผู้ใช้นำเข้าระบบทั้ง 2 วิธี เมื่อระบบนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลแล้วไม่ตรงก็จะแสดงข้อความว่า “ไม่พบหมายเลข อย.ในฐานข้อมูล” เมื่อแสดงข้อความแล้วระบบจะนำเข้าสู่ส่วนของการใช้งานก่อนหน้าโดยอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 : หน้าจอส่วนการรายงานผลเมื่อไม่พบข้อมูล

4. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบตรวจสอบเลขสารบบอาหารและยาในการศึกษานี้ใช้วงจรการพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle) [11] , [12]

4.1 การวางแผนโครงการ เริ่มต้นที่ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศด้านอาหารและยา ตามสิทธิการคุ้มครองผู้บริโภคที่ภาครัฐกำหนดให้มีข้อจำกัดจึงเกิดแนวคิดในการหาช่องทางอื่นที่เหมาะสมกับการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคในปัจจุบัน

4.2 การวิเคราะห์ระบบ ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม และมีความเป็นไปได้ที่จะตอบสนองต่อข้อจำกัดข้างต้น เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือเป็นช่องทางที่มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองต่อการแก้ปัญหาข้อติดขัดต่างๆได้อย่างครอบคลุม ถูกเลือกเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบนี้เป็นหลัก โดยผู้ศึกษาวิเคราะห์ถึงความต้องการของระบบ กำหนดรูปแบบการทำงานของระบบตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งจบกระบวนการทำงาน กำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบและกำหนดแนวทางการตรวจสอบระบบ กระทั่งครอบคลุมขอบเขตการทำงานของระบบ

4.3 การออกแบบระบบ พิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ที่ข้องเกี่ยวกับอุปกรณ์ฮาร์ทแวร์ ซอฟต์แวร์ และเครือข่าย, การออกแบบหน้าจอการติดต่อกับผู้ใช้งานระบบ, ฐานข้อมูล, การออกแบบข้อมูลนำเข้า และส่งออก, การจัดทำต้นแบบ และ การออกแบบโปรแกรม ในส่วนของการออกแบบ

ระบบนั้นผู้ศึกษาได้รวมถึงการสร้างโปรแกรม และการนำไปทดสอบ ก่อนการนำไปใช้

4.4 การนำไปใช้ จะดำเนินการควบคู่ไปกับการทดสอบและการสำรวจความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานจริง

4.5 การบำรุงรักษาระบบ ดำเนินการโดยนำผลการสำรวจที่ได้มาวิเคราะห์และปรับปรุงโปรแกรมในขั้นสุดท้าย ก่อนการนำไปใช้

5. การทดสอบระบบ

การศึกษาวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการโอซีอาร์ และ ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ วิธีการตรวจสอบความถูกต้องนั้น จะดำเนินการตรวจสอบโดยผู้ศึกษาทำการสุ่มตรวจสอบตลอดการใช้โปรแกรมกับตัวอย่างเลขสารบบอาหารและยา จำนวน 275 ตัวอย่าง ในสถานที่มีแสงสว่างเพียงพอ และ มุมเอียงการถ่ายภาพตั้งฉากกันระหว่างโทรศัพท์มือถือกับตัวอย่างเลขสารบบอาหารและยา พบว่าถูกต้อง 245 ตัวอย่าง ความผิดพลาดในการทำนายตัวเลขผู้ศึกษาพบว่าทำนายผิดบางตัวอย่าง ในเลข 7 ซึ่งอาจเกิดจากมุมการถ่ายภาพที่แตกต่างกัน

นอกจากนั้นผู้ศึกษาได้ทดสอบการใช้งานในสภาพแวดล้อมอื่นๆเช่น ขนาดภาพตัวเลขเล็ก, แสงน้อย, มุมเอียงต่างๆพบว่าประสิทธิภาพการทำนายตัวเลขยังไม่ดี และ ลักษณะของภาพตัวเลขที่เป็นลายมือพบว่าสามารถทำนายได้ในสภาพแวดล้อมปกติ โดยอัตราความถูกต้องของการทำนายตัวเลข สามารถทราบได้จากส่วนการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้ใช้ และ การสุ่มสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม โดยวิธีให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานโปรแกรม และทำแบบสอบถามความพึงพอใจทันที ในประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ราย พบว่ามีความพึงพอใจดีและดีมากรวม 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 80

6. สรุป

ระบบการตรวจสอบเลขสารบบอาหารและยา นี้ถูกสร้างเป็นรูปแบบโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือระบบแอนดรอย์ทุกรุ่น โดยมุ่งประเด็นสำคัญที่ผลความถูกต้องของกระบวนวิธีการรู้จำภาพตัวเลข จากข้อมูลการทดสอบกับเลขสารบบอาหารและยา 275 ตัวอย่าง พบว่ามีข้อจำกัดในขนาดของภาพตัวเลขที่เล็ก สภาพแสงสว่างขณะถ่ายภาพ สีของตัวอักษร พื้นหลังตัวเลขที่ซับซ้อน และมุมเอียงของภาพที่น้อยกว่า45หรือมากกว่า 135 องศา จะมีผลต่อการทำนายที่ถูกต้อง ผู้ศึกษาเห็นควรพัฒนาส่วนของการปรับปรุงภาพก่อนการเข้าสู่กระบวนวิธีการรู้จำและปรับปรุงส่วนการทำงาน Tesseract OCR engine ให้เหมาะสมเพียงพอกับการใช้งาน ซึ่งจะทำให้ผลการรู้จำมีความถูกต้องได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “สำรวจการมีใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2554”. (30 ตุลาคม 2555) Available from: http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/ict_household54.pdf.

[2] Warren C. Android Might Be Top Mobile OS Globally By2014. (30 ตุลาคม 2553) Available from: http://mashable.com/ android-global-os-2014.

[3] AIM Inc. Optical Character Recognition (OCR). United Stages of America. 2000.

[4] Smith, Ray. “ An Overview of Tesseract OCR Engine, Document Analysis and Recognition”, 2007. ICDAR 2007. Ninth International Conference.

[5] Sonia Bhaskar, Nicholas Lavassar, Scott Green. “Implementing Optical Character Recognition on the Android Operating on the Android System for Business Cards” EE 368 Digital Image Processing, 2010.

[6] Qinlong, Gu , Xingmei Cheng , Weiwei Tao , Minghai Yao. “Study and Application of SQLite Embedded Database System Based on Windows CE” Information Science and Engineering (ICISE), 2010 2nd International Conference on Digital Object Identifier Publication Year: 2010 , Page(s): 6920 - 6923

[7] Jerome JF, DiMarzio. Android a Programmer,s Guide. McGrawHill; 2008.

[8] Gonzalez RC, Woods RE. Digital Image Processing Second Edition. Prentice-Hall; 2002.

[9] Yu Weng, Xiaokang Wan, Qelger, Gui Ma. “Data AcquisitionTerminal Application Design and Development Based on the Android Platform” *The Fifth IEEE International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems*, 2012.

[10] Seth Y.Fiawoo and Robert A.Sowah. “Design and Development of an Android Application to Process andDisplay Summarised Corporate Data”, IEEE 2012.

[11] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Systems Analysis and Design). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548

[12] Stephen Haag. Management Information Systems for the Information Age Seventh Edition. McGrawHill; 2008.

การจัดตารางงานในระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริงบนไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหลายแกน
Scheduling Tasks in Real-Time Operating Systems on Multiple Core Microprocessors

อังคาร เชี่ยวกิจวุฒิกุล (Angkhan Chiewkiwutthikul)[1] และประภาส จงสถิตย์วัฒนา (Prabhas Chongstitvatana)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]angkhan.c@student.chula.ac.th ,[2]prabhas.c@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจัดตารางงานในระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริงบนหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน โดยพัฒนาต้นแบบจาก Micrium μC/OS-III ให้สามารถทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดแกนเดียวกับหน่วยประมวลผลชนิดสองแกน พบว่ามีประสิทธิภาพของระบบบนหน่วยประมวลผลชนิดสองแกนเพิ่มขึ้น 181 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การจัดตารางงาน ระบบปฏิบัติการ หน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน

Abstract

This research developed a prototype of a scheduler in Real-Time Operating Systems on multiple core microprocessors. Micrium μC/OS-III has been modified to support multiple core microprocessors. The experiment is carried out to compare the performance of running tasks on single core and multiple core microprocessors. The result shows that the efficiency is increased by 181 percent on a dual core processor.

Keyword: task scheduling, operating systems, multicore computing

1. บทนำ

ระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริง (Real-Time Operating Systems) เป็นระบบปฏิบัติการที่เน้นเวลาในการทำงานและการตอบสนองการทำงาน ใช้เวลาเป็นตัววัดประสิทธิภาพของระบบ นิยมนำไปใช้ในซอฟต์แวร์แบบระบบฝังตัว (Embedded Systems) ซึ่งใช้อย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรม ทั้งอุปกรณ์ในยานพาหนะ เครื่องควบคุมต่างๆ เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งภายในบ้าน ภายในสำนักงานและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

ปัจจุบันระบบฝังตัวมีแนวโน้มการใช้หน่วยประมวลผลหลายแกน (Multiple Core Microprocessor) เพิ่มมากขึ้น [1] เพราะหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกนมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าหน่วยประมวลผลชนิดแกนเดียว (Single Core Microprocessor) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริงให้ใช้งานบนหน่วยประมวลผลหลายแกนเช่นกัน

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Micrium μC/OS-III [3] เป็นต้นแบบ เพราะเป็นระบบปฏิบัติการที่นิยมและถูกใช้ในหน่วยประมวลผลหลากหลายสถาปัตยกรรม เป็นโอเพนซอร์สสำหรับการศึกษาและยังไม่มีส่วนสนับสนุนการทำงานบนหน่วยประมวลผลหลายแกน

งานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการจัดตารางงานบนหน่วยประมวลผลหลายแกนโดยได้พัฒนาระบบปฏิบัติการ Micrium μC/OS-III ให้สามารถทำงานหน่วยประมวลผลที่มีจำนวนหลายแกน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 หน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน

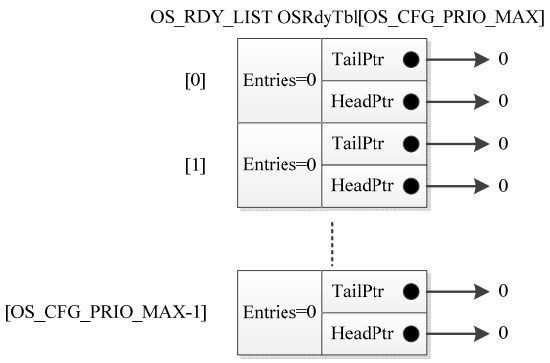
หน่วยประมวลผลแบบหลายแกน [2] คือหน่วยประมวลผลที่มีการรวมหน่วยประมวลผลกลางมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป เข้ารวมเป็นแกนของหน่วยประมวลผลกลาง จึงทำให้หน่วยประมวลผลแบบหลายแกนมีการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น สามารถแบ่งสถาปัตยกรรมของหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกนเป็นหน่วยประมวลผลหลายแกนชนิดแกนไม่ต่างกัน (Heterogeneous) คือมีลักษณะของแต่ละแกนไม่เหมือนกัน และหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกนแบบเหมือนกัน (Homogeneous) คือหน่วยประมวลผลกลางที่แต่ละแกนมีลักษณะเหมือนกัน โดยทุกหน่วยประมวลผลสามารถทำงานในลักษณะที่เหมือนกันได้

งานวิจัยนี้พัฒนาบนหน่วยประมวลผล S2 : A Hypothetical 32-bit Processor Version 3 [7] เป็นหน่วยประมวลผลชนิดสองแกน ที่ถูกจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษา โดยมีลักษณะเป็นหน่วยประมวลผลชนิดสองแกนแบบเหมือนกันและมีโปรแกรมจำลองแบบการทำงาน รวมถึงการจำลองสัญญาณการขัดจังหวะและการตั้งเวลาในหน่วยประมวลผล

2.2 Micrium µC/OS-III

ระบบปฏิบัติการ Micrium µC/OS-III [3] เป็นระบบปฏิบัติการแบบให้สิทธิ์ก่อน (Pre-emptive Real-Time Kernel) เริ่มพัฒนาขึ้นปี ค.ศ. 2009 โดยใช้ภาษา C ในการพัฒนาเป็นหลักและมีการใช้ภาษา Assembly ในบางส่วน

การกำหนดระดับความสำคัญ (Assigning Task Priorities) ใช้ค่าลำดับความสำคัญ งานสำคัญมากจะมีค่าน้อยจะได้ทำงานก่อน ส่วนงานสำคัญน้อยจะมีค่าลำดับความสำคัญมาก จำนวนงานทั้งหมดถูกกำหนดไว้ก่อนเริ่มทำงานต้องกำหนดขนาด Stack เพื่อใช้เก็บ CPU Registers และ Floating-Point Unit (FPU) Registers โครงสร้างข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละส่วนงานว่า Task Control Blocks



ภาพที่ 1: ตาราง Ready List Pointers

การเก็บรายการส่วนงานหรือเรียกว่า รายการสถานะพร้อมทำงาน (The Ready List) ซึ่งมีสองส่วนคือ Bitmap Priority Levels ใช้บอกระดับความสำคัญที่พร้อมทำงานและ ตาราง Ready List Pointers ใช้เก็บตำแหน่ง Pointers ของ Task Control Blocks ของส่วนงานที่มีสถานะพร้อมทำงาน ลักษณะของตาราง Ready List Pointers แสดงในภาพที่ 1 [3]

ในแต่แถวแยกตามลำดับความสำคัญ โดยมีค่า Entries เป็นจำนวนส่วนงานที่มีสถานะพร้อมทำงานในระดับความสำคัญนั้น ๆ มี TailPtr และ HeadPtr เป็น Pointers สำหรับชี้ตำแหน่ง Task Control Blocks ในลิสต์

เครื่องมือจัดการทรัพยากร (Resource Management) หรือจัดการข้อมูลที่ใช้งานร่วมกันระหว่างส่วนงาน สามารถใช้งานเซมาฟอร์ (Semaphores) การปิดและเปิดสัญญาณขัดจังหวะ

2.3 การจัดตารางงาน

การจัดตารางงาน คือการทำการเลือกส่วนงานเพื่อทำงานตามความเหมาะสมหรือตามลำดับความสำคัญของส่วนงาน เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ โดยการจัดตารางงานในระบบปฏิบัติการ Micrium µC/OS-III ใช้การจัดตารางงานแบบให้สิทธิ์ก่อน (Pre-Emptive Scheduling) และใช้การจัดตารางงานแบบวนรอบ (Round-Robin Scheduling) ทำงานในส่วนงานที่มีระดับความสำคัญของส่วนงานเท่ากัน ซึ่งการจัดตารางงานทั้งสองแบบในระบบปฏิบัติการนี้ยังไม่สนับสนุนการทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน

การจัดตารางงานสำหรับทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดหลายแกน จึงต้องเพิ่มส่วนการตัดสินใจสำหรับเลือกส่วนงานว่าจะใช้แกนประมวลผลใด [4,5,6]

Diana Bautista [4] มีการทำการเลือกแกนหน่วยประมวลผลจากการพิจารณาค่าจาก λ คือค่าอัตราส่วนงานต่อเวลา หรือ 1/λ เป็นเวลาที่หนึ่งส่วนงานใช้บนแกนหน่วยประมวลผล โดยพิจารณาเลือกแกนหน่วยประมวนผลที่มีการถูกใช้งานน้อยกว่า วัตถุประสงค์เพื่อการประหยัดพลังงานบนหน่วยประมวลผล

James Mistry [5] ทำการจัดตารางงานจากความสัมพันธ์แกนประมวลผล (Core Affinity) และระดับความสำคัญของส่วนงาน โดยให้เลือกส่วนงานที่มีระดับความสำคัญสูงสุดและมีความสัมพันธ์กับแกนประมวลผลก่อน

Nicolas Navet [6] ทำการเลือกแกนหน่วยประมวลผลโดยใช้ค่าการใช้ประโยชน์ของแกนหน่วยประมวลผล (CPU Utilization Rate) โดยพิจารณาจากกลุ่มของส่วนงานที่ผ่านการแบ่งแยกการพิจารณาความเกี่ยวข้องกับแกนหน่วยประมวลผลแล้ว

ทั้ง 3 งานวิจัยแสดงการจัดการตารางงานที่แตกต่างกันและแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของตัวจัดตารางงานต่อระบบ

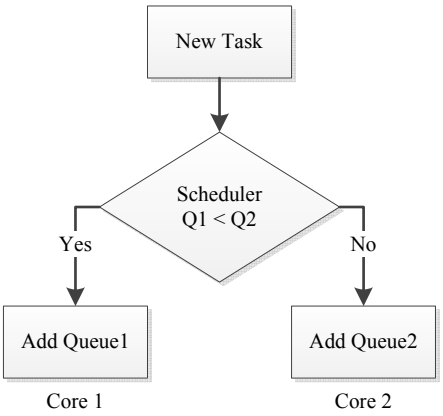
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. การออกแบบ, 2. การพัฒนาระบบ, 3. การทดสอบระบบ

3.1 การออกแบบ

ออกแบบการจัดตารางงานให้ตัวจัดการตารางงานทำหน้าที่เลือกส่วนงานที่เหมาะสมทำงานบนแต่ละแกนหน่วยประมวลผล แนวความคิดหลักคือกระจายงานให้ทั่วถึง ไม่ให้มีแกนใดอยู่ว่าง ข้อสมมุติฐานเบื้องต้นคือเมื่อให้งานกับแกนใดไปแล้วจะไม่มีการย้ายงานไปแกนอื่น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบตอบสนองในเวลาจริงได้เช่นเดิม จำนวนงานทั้งหมดถูกกำหนดไว้ก่อนเริ่มงานแล้ว ตามข้อกำหนดเดิมของระบบปฏิบัติการ Micrium μC/OS-III

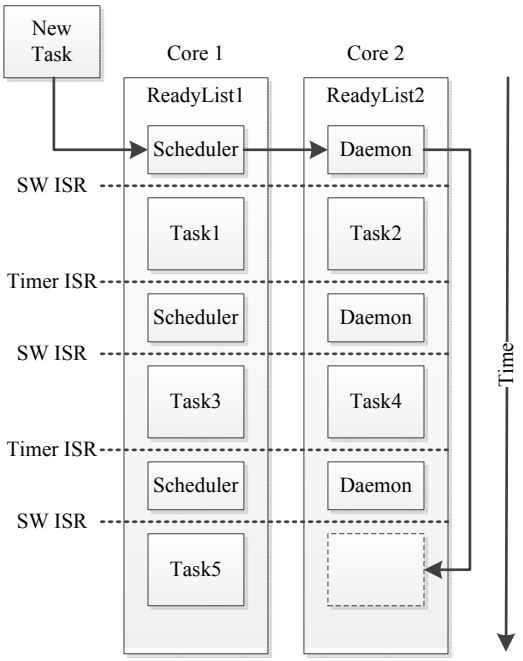
การกระจายงานต้องทราบภาระงานของทุกแกนก่อน ตัววัดที่ใช้บอกภาระงานคือ จำนวนงานในรายการพร้อมทำงานของแกนนั้น ๆ จากจำนวนงานที่กำลังทำงานอยู่แต่ละแกนหน่วยประมวลผล โดยจะเลือกใส่ในแกนหน่วยประมวลผลที่มีจำนวนงานน้อยกว่า มีการเพิ่มรายการสถานะพร้อมทำงานตามจำนวนแกนที่เพิ่มขึ้นหรือแยกรายการสถานะพร้อมทำงาน เป็นของแต่ละแกนหน่วยประมวลผลดังภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการทำงานของตัวจัดตารางงานที่ทำงานบนหน่วยประมวลผลสองแกน



ภาพที่ 2: การทำงานของตัวจัดตารางงาน

ตัวจัดการตารางทำงานบนแกนหน่วยประมวลผลหลักมีหน้าที่จัดการส่วนงานเพียงตัวเดียวและให้การทำงานมีการใช้งานสัญญาณขัดจังหวะน้อยที่สุด ซึ่งลดความซับซ้อนของการทำงานและเพิ่มความมั่นคง จึงสร้างตัวจัดตารางงานเป็นส่วนงานชื่อ Scheduler Task ให้ทำงานบนแกนประมวลผลหลักเท่านั้น ทำหน้าที่เพิ่มส่วนงานไปยังแต่ละรายการสถานะพร้อมทำงานและสร้างส่วนงานที่รับการมอบงานจากแกนหลักซึ่งทำงานเป็นระยะอยู่ตลอดเวลาอยู่บนแกนอื่น ๆ ชื่อ Daemon Task ในแต่ละรายการสถานะพร้อมทำงานของแต่ละแกนหน่วยประมวลผลอื่น เพื่อรับคำสั่งเพิ่มส่วนงานบนแกนหน่วยประมวลผลนั้น ๆ

เนื่องจากแต่ละแกนหน่วยประมวลผลมีรายการสถานะพร้อมทำงานของตนเอง การจัดรายการส่วนงานทำหน้าที่เพียงสลับการทำงานตามรายการส่วนงานในรายการสถานะพร้อมทำงาน โดย Scheduler Task และ Daemon Task จะสลับเป็นส่วนงานงานอื่นด้วยสัญญาณขัดจังหวะชนิดซอฟต์แวร์และส่วนงานอื่นจะใช้สัญญาณขัดจังหวะชนิดนับเวลาเป็นตัวทำงานในส่วนการสลับส่วนงานดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แสดงการขั้นตอนการเพิ่มส่วนงาน

3.2 การพัฒนา

การพัฒนาเริ่มจากการย้ายระบบปฏิบัติการ Micrium μC/OS-III ให้ทำงานบนหน่วยประมวลผล S2 โดยยังไม่ทำการแก้ไขส่วนการจัดตารางงานและยังไม่เริ่มการทำงานแกนที่สอง เพื่อทำการพัฒนาส่วน Context Switch หรือส่วนการสลับเปลี่ยนส่วนงานเป็นส่วนงานใหม่ เริ่มเมื่อได้รับสัญญาณการขัดจังหวะเกิดขึ้นและต้องการเปลี่ยนส่วนงานที่กำลังทำงาน เมื่อได้รับสัญญาณขัดจังหวะจะทำการบันทึกตำแหน่ง Stack Pointer ค่า CPU Registers และ Floating-Point Unit (FPU) Registers ในขณะนั้นลง Task Control Block ของส่วนงานที่กำลังทำงาน จากนั้นจะทำการเรียกข้อมูลจาก Task Control Block ของส่วนงานใหม่ขึ้นมาทำงานแทน

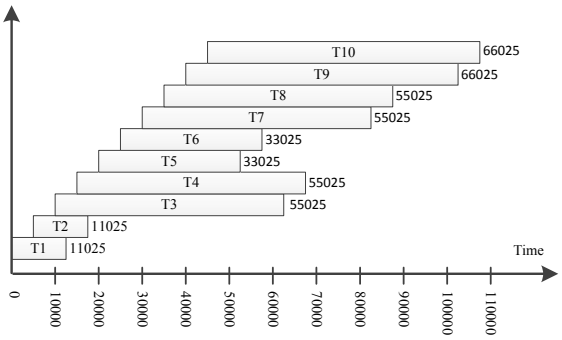
จากนั้นทำการเพิ่มรายการสถานะพร้อมทำงานตามจำนวนแกนที่เพิ่มขึ้นมา ซึ่งในงานวิจัยนี้หน่วยประมวลผล S2 เป็นหน่วยประมวลผลสองแกน จึงทำการเพิ่มแค่หนึ่งรายการ แล้วทดสอบการทำงานโดยสร้างส่วนงานมา 4 ส่วนงาน แบ่งส่วนงานให้สองรายการสถานะพร้อมทำงานเท่ากัน เพื่อทดสอบการทำงานของแกนที่สอง โดยให้แต่ละแกนทำงานแยกกันโดยทำงานตามรายการสถานะพร้อมทำงานของตน

ทำการพัฒนา Scheduler Task และ Daemon Task โดยให้อยู่ในรายการสถานะพร้อมทำงานบนแกนหลักและแกนที่สองตามลำดับ ใช้ Semaphore ในการป้องกันข้อมูลตำแหน่ง Task Control Block ที่จะเพิ่มเข้ารายการสถานะพร้อมทำงานของแกนที่สอง โดยป้องกันการใช้งานร่วมกันระหว่าง Scheduler Task และ Daemon Task

3.2 การทดสอบ

ทำการทดสอบการจัดตารางงานโดยเปรียบเวลาที่ใช้ในการทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดแกนเดียวและการทำงานบนหน่วยประมวลผลชนิดสองแกน จากชุดทดลอง 5 ชุด โดยแต่ละชุดมีส่วนงานจำนวน 10 ส่วนงาน

โดยแต่ละส่วนงานให้ทำการบวกนับเลขในจำนวนที่แตกต่างกัน เพื่อจำลองเวลาทำงานของแต่ละส่วนงานไม่เท่ากัน และให้เริ่มการทำงานของแต่ละส่วนงานไม่พร้อมกัน เพื่อจำลองสถานการณ์การทำงานเป็นจำนวน 5 เหตุการณ์



ภาพที่ 4: ตัวอย่างชุดทดลองที่ 1

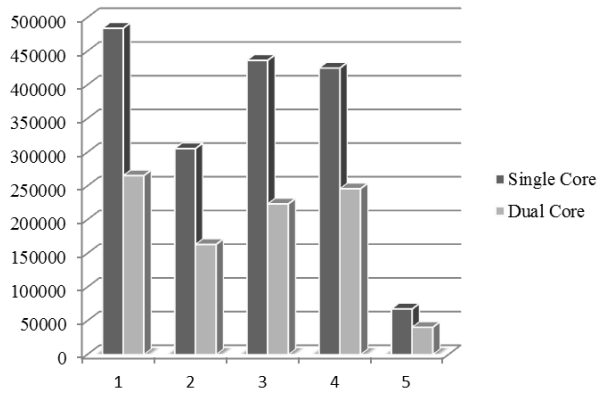
จากภาพที่ 4 ตัวอย่างชุดทดลองที่ 1 แสดงระยะเวลาทำงานและการเริ่มทำงานของแต่ละส่วนงาน จำนวนตัวเลขคือจำนวนสัญญาณนาฬิกาของระบบ โดยส่วนงานที่ 1 และ 2 มีเวลาการทำงานที่ 11025 ส่วนงานที่ 3, 4, 7 และ 8 มีเวลาการทำงานที่ 55025 ส่วนงานที่ 5 และ 6 จะมีเวลาการทำงานที่ 33025 ส่วนงานที่ 9 และ 10 จะมีเวลาการทำงานที่ 66025 แต่ละส่วนงานจะเกิดห่างกันที่ 5000

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการทดสอบเป็นเลขจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ไปของส่วนงานทั้งหมดในแต่ละชุดทำงานและทำการเปรียบเทียบผลระยะเวลาการทำงานบนหน่วยประมวลผลแกนเดียวต่อการทำงานบนสองแกน ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 5

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบ

ลำดับ	แกนเดียว	สองแกน	เปรียบเทียบผล
1	484212	265521	182.36
2	305687	163449	187.02
3	436648	223595	195.28
4	425227	246135	172.76
5	67760	40523	167.21



ภาพที่ 5: กราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน

นำผลการเปรียบเทียบการทำงานของหน่วยประมวลผลแกนเดียวและสองแกนของทั้ง 5 ชุดมาเฉลี่ยกัน ค่าที่ได้เป็นประสิทธิภาพของการทำงานของหน่วยประมวลสองแกนเปรียบเทียบกับหน่วยประมวลผลแกนเดียวมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 181 เปอร์เซ็นต์

5. สรุป

วิธีการจัดตารางงานที่นำเสนอสามารถทำงานบนหน่วยประมวลผลหลายแกนและทำงานได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 181 เปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบการทำงานบนหน่วยประมวลผลแกนเดียวและหน่วยประมวลผลสองแกน ซึ่งค่าที่ได้ยังห่างจากค่าในอุดมคติที่ 200 เปอร์เซ็นต์ เพราะยังมีการใช้เวลาในกระบวนการจัดตารางงานและการสลับเปลี่ยนส่วนงาน

การพัฒนาต่อไปควรทดลองกับหน่วยประมวลผลที่มีจำนวนแกนมากขึ้น ลดเวลาในกระบวนการจัดตารางงานและพัฒนาส่วนการส่งข้อมูลการเพิ่มส่วนงานจาก Scheduler Task ถึง Daemon Task ที่มีจำนวนแกนเพิ่มขึ้นหรือส่วนการควบคุมการใช้งานข้อมูลร่วมกันระหว่างแกน

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Geer, “Industry Trends: Chip Makers Turn to Multicore Processors,” *IEEE Computer Society*, vol. 38, no. 5, pp. 11-13, 2005.

[2] Atsushi Hasegawa, “Renesas' Multi-Core Technology,” *http://www.renesas.com/products/mpumcu/multi_core/child/multicore.jsp*.

[3] Micruim, Jean J. Labrosse, “µC/OS-III TM The Real-Time Kernel User’s Manual,” Micrium Press: 2010.

[4] Diana Bautista, Julio Sahuquillo, Houcine Hassan, Salvador Petit, Jos´e Duato, “A Simple Power-Aware Scheduling for Multicore Systems when Running Real-Time Applications,” *Parallel and Distributed Processing (IPDPS 2008), IEEE International Symposium*, pp. 1-7, 2008.

[5] James Mistry, Matthew Naylor and Jim Woodcock, “Adapting FreeRTOS for Multicore: an Experience Report,” John Wiley & Sons, Ltd: 2010.

[6] Nicolas Navet, Aurélien Monot, Bernard Bavouxy, Françoise Simonot-Lion, “Real Multi-source and multicore automotive ECUs - OS protection mechanisms and scheduling,” *International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2010)*, 2010.

[7] “S2: A Hypothetical 32-bit Processor Version 3,” *www.cp.eng.chula.ac.th/faculty/pjw/project/s2/s23.htm*

ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยีตามทฤษฎีการยอมรับและใช้เทคโนโลยี (UTAUT) เพื่อการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีระบุพิกัดบนพื้นพิภพ

The UTAUT-Based Developed Model For The Study of Acceptance And Use of The Global Positioning System

กิตติภัต สิทธิสมบูรณ์ (Kittipat Sittisomboon)[1] และธนกรณ์ แน่นหนา (Thanakorn Neanna)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตรอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

[1]s-kittipat@hotmail.com, [2]thanakorn.nae@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ในการวิเคราะห์การยอมรับและใช้เทคโนโลยีด้วยตัวแบบ UTAUT จะต้องมีการสร้างชุดตัวแปรวัดค่าได้ที่เหมาะสมกับตัวเทคโนโลยีนั้น เพื่อใช้วัดค่าปัจจัยแฝงซึ่งไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรงในตัวแบบฯ การวิเคราะห์การยอมรับฯจะบ่งชี้อิทธิพลจากปัจจัยแฝงแต่ละตัว บทความนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์ปัจจัยวัดค่าได้ สำหรับตัวแบบ UTAUT เพื่อใช้ในการศึกษาการยอมรับ GPS ซึ่งจะทำให้ปัจจัยแฝงต่างๆถูกนิยามด้วยสมการของปัจจัยวัดค่าได้เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไปส่วนปัจจัยวัดค่าได้ก็จะมีประโยชน์อีกครั้งในการกำหนดมาตรการสนับสนุนที่ตรงประเด็น

คำสำคัญ: ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี UTAUT ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี เทคโนโลยีระบุพิกัดบนพื้นภิภพ

Abstract

This paper presents the modification of UTAUT model into the adopted version to be used in the study of GPS acceptance-and-use by the users. The measurable factors represented each of the latent factors constructed in the UTAUT contexts are described along this paper. Finally, the modified version of UTAUT was reconstructed. The weights of measurable factors are calculated and formulated the math model for each of the latent factors.

Keyword: Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT model), Technology Acceptance Factors ,Global Positioning System (GPS)

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้ให้บริการขนส่งมวลชนบางส่วนได้นำเอาเทคโนโลยีการระบุพิกัดบนพื้นพิภพ (GPS) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมขนส่งในหลายประเทศทั่วโลกมาใช้แล้ว แต่ยังมีบางส่วนที่ยังไม่ยอมรับเทคโนโลยีนี้ เพื่อให้การกำหนดมาตรการสนับสนุนของภาครัฐหรือการกระตุ้นผ่านกลไกตลาดของภาคเอกชนเอง มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทำความเข้าใจว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าว และปัจจัยนั้นๆมีน้ำหนักความสำคัญอย่างไร

การศึกษาปัจจัยการยอมรับด้วยตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี UTAUT ซึ่งเป็นตัวแบบการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีที่เป็นที่รู้จัก และยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก ว่าเป็นตัวแบบฯที่สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่นำไปสู่การยอมรับเทคโนโลยีได้ครอบคลุมและแม่นยำ หากแต่การนำเอาตัวแบบ UTAUT ไปใช้นั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีแต่ละชนิดเป็นการจำเพาะเสียก่อน

บทความนี้จะได้นำเสนอการพัฒนาตัวแบบ UTAUT เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการศึกษาพฤติกรรมการยอมรับและตัดสินใจใช้เทคโนโลยีการระบุพิกัดบนพื้นภิภพ (GPS) โดยในส่วนของการทบทวนวรรณกรรมจะได้อธิบายถึงตัวเทคโนโลยี GPS โดยสังเขป และจะกล่าวถึงตัวแบบฯและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยีตามแนวคิด UTAUT รวมถึงปัจจัยวัดค่าได้ที่ใช้ประเมินค่าปัจจัยแฝงแต่ละตัวที่อยู่ในตัวแบบการยอมรับฯต่อไปเป็นลำดับ ส่วนต่อไปจะอธิบายถึงการพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับฯ ตามแนวทางของ UTAUT ต่อไป

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 เทคโนโลยีระบุพิกัดบนพื้นพิภพ (GPS)

GPS ทำงานโดยการคำนวณระยะเวลาในการรับส่งสัญญาณระหว่างวัตถุบนพื้นโลกกับกลุ่มดาวเทียม 3-4 ดวง จึงทำให้สามารถคำนวณพิกัดตำแหน่งวัตถุ ณ เวลาปัจจุบันได้อย่างเที่ยงตรงทั้งแนวราบและแนวดิ่ง และสามารถทำงานครอบคลุมทุกพื้นที่บนโลกได้ตลอดเวลา ด้วยโครงข่ายดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่รอบโลก

ระบบ GPS จึงมีประโยชน์ต่อการคมนาคมขนส่งใน 4 ประเด็น คือ

1. การใช้ระบบ GPS เพื่อการนำร่องเส้นทาง ซึ่งเป็นประโยชน์พื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

2. การใช้ระบบ GPS เพื่อติดตามสถานะของการเดินทางการขนส่ง-แบบ real-time [1], [2], [3], [4]

3. การใช้ GPS เพื่อการติดตามและบริหารจัดการการขนส่งและการเดินทาง เช่น การใช้ GPS เพื่อวัดและจัดการตารางการเดินรถ การวางแผนการเดินทาง [2], [3], [5]

4. การใช้ระบบ GPS เพื่อการรวบรวมข้อมูลและจัดทำแผนที่การเดินทางและโครงสร้างพื้นฐาน เช่นการใช้ GPS ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบเส้นทางถนนที่มีความปลอดภัย การรวบรวมข้อมูลเพื่อบริหารยานพาหนะและทรัพยากรในการขนส่ง [3], [6]

ในการใช้งานระบบ GPS จะต้องมีองค์ประกอบ 4 อย่างคือ เครื่องรับสัญญาณ GPS หน่วยประมวลผล ระบบเครือข่ายการสื่อสารข้อมูล และApplication Program ต่างๆ

ดังนั้นค่าใช้จ่ายพื้นฐานสำหรับระบบ GPS จึงประกอบด้วยค่าอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ค่าเครื่องรับสัญญาณ และค่าหน่วยประมวลผล และค่าบริการเทคโนโลยีพื้นฐาน ค่าเช่าช่วงสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูล ค่าซอฟท์แวร์ ค่าบริการ Server และ ค่าลิขสิทธิ์ข้อมูลแผนที่

ส่วนความยากง่ายในการใช้งานจะอยู่ที่การใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ คอมพิวเตอร์ และ Application Program ต่างๆ นั่นเอง

2.2 ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี : UTAUT model

Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT) เป็นตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยีซึ่งเกิดจากการนำแนวคิดทฤษฎีพฤติกรรมมนุษย์และการยอมรับเทคโนโลยีถึง 8 ทฤษฎี มารวมเข้าด้วยกัน จึงมีมิติการพิจารณาพฤติกรรมที่ครอบคลุมมากขึ้น และพยากรณ์พฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยีได้แม่นยำกว่าการใช้แต่ละทฤษฎีแยกจากกัน [7]

แนวคิดหลากหลายที่รวมกันอยู่ใน UTAUT ได้แก่ TRA ซึ่งกล่าวไว้ว่าพฤติกรรมมนุษย์เกิดจากผลของความตั้งใจ (Intention) [8], [9] หรือทัศนคติ (Attitude) ของตัวผู้กระทำเองร่วมกับปัจจัยทางสังคม (Social norm) ก็จะสามารถควบคุมทิศทางการเกิดพฤติกรรมนั้นๆได้ PBC จึงถูกเพิ่มลงไปใน TRA เกิดเป็น Extended-TRA หรือ TPB ซึ่งมีทำนายพฤติกรรมได้แม่นยำขึ้น [10] ซึ่งในมุมกลับเราสามารถทราบปัจจัยที่เป็นเหตุไปสู่การเกิดพฤติกรรมมนุษย์ได้จาก PBC นี้เช่นกัน [11]

ทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์การยอมรับเทคโนโลยี และสร้างตัวแบบฯใหม่ชื่อว่า Technology Acceptance Model หรือ TAM ขึ้นมา โดยโครงสร้างของการยอมรับมีรากฐานมาจากปัจจัย 2 อย่าง คือ Perceived Usefulness (PU) และ Perceived Ease of Use (PE) [12] แต่ก็ยังมีบทความหลายฉบับ กล่าวถึงปัจจัยที่เป็นที่มาของ PE และ PU ว่าประกอบด้วย ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยตัวเทคโนโลยี (Technological Factors), ปัจจัยจากผู้ใช้งาน (Organizational or Individual Factors) และ ปัจจัยแวดล้อม (Environmental Factor) [13], [14], [15], [16] จากนั้นมีการเพิ่มปัจจัยเกี่ยวกับ user's characteristics และ social influence ลงไป [17] และพัฒนา TAM กลายเป็น Extend TAM หรือ TAM2 ซึ่งพยากรณ์ปัจจัยต่างๆได้แม่นยำมากขึ้น [12]

ทฤษฎีอื่นๆที่รวมอยู่ใน UTAUT ได้แก่ IDT ซึ่งแบ่งระดับการยอมรับเทคโนโลยีเป็น 5 ระดับ คือ Innovators, Early Adopters, Early Majority, Late Majority และ Laggards [18]

ทฤษฎี SCT กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมมนุษย์ มีความสัมพันธ์กับ การรับรู้ (Cognition) และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม (Environment Determinants) ดังนั้นหากมีการออกแบบปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะสามารถกระตุ้นพฤติกรรมได้ [19]

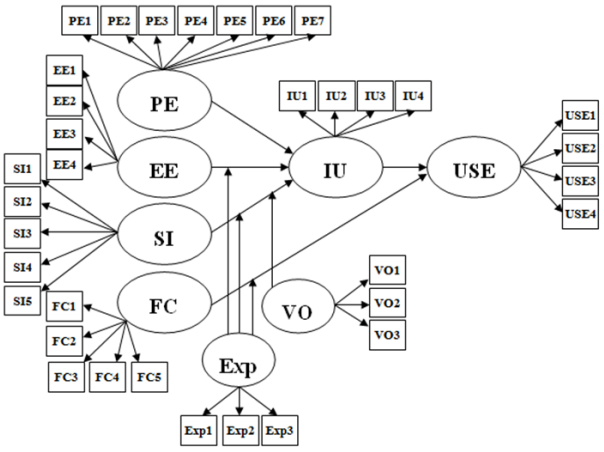
ทฤษฎี Motivation Model (MM) กล่าวว่า พฤติกรรมมนุษย์ได้รับผลจากแรงกระตุ้น [20] ทั้งในทางบวกและลบแตกต่างกันไปตามประเด็นที่กำลังศึกษา เช่น การรับรู้ในการ

ป้องกันตนเอง [20], แรงกระตุ้นทางสังคม [20], [21], [22], การหลีกเลี่ยงสภาวะที่เสี่ยงอันตราย [20], [22], ความสนุกสนาน [21], [22], แรงกระตุ้นจากความตื่นตัวในภาวะฉุกเฉิน [21], แรงกระตุ้นทางการเงิน [22] สำหรับประเด็นเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีนั้นได้นิยามให้แรงกระตุ้นมี 3 าง คือออย่ organizational leadership (Innovativeness หรือ Voluntariness), organizational learning และ Technology Resources [23]

ส่วน MPCU นั้นอธิบายว่าการยอมรับเทคโนโลยีอาจหากเทคโนโลยีพื้นฐานไม่ ได้รับผลจากเทคโนโลยีพื้นฐานด้วยรองรับก็อาจทำให้ไม่เกิดการยอมรับเทคโนโลยีบางอย่างได้ เช่น การยอมรับเทคโนโลยี ERP จำเป็นต้องอาศัย Personal Computer เป็นเครื่องมือพื้นฐาน [24] หรือการค้าผ่านโทรศัพท์มือถือ ก็ต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคของตัวโทรศัพท์เป็นพื้นฐาน [25] จึงจะเกิดขึ้นได้นั่นเอง

2.3 ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี

โครงสร้างปัจจัยการยอมรับและใช้เทคโนโลยีตามแนวคิด UTAUT ดังแสดงในภาพที่ 1 ชี้ให้เห็นว่าการยอมรับฯ ได้รับอิทธิพลมาจาก 1.Behavioral Intention คือ ความตั้งใจที่จะใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ [8], [9] ซึ่งมีผลมาจากตัวผู้ใช้งาน และสังคมแวดล้อม [8], [13], [14], [15], [16] และ 2.Facilitating Condition (FC) หมายถึง ปัจจัยสนับสนุนการใช้เทคโนโลยี GPS เช่น เงินลงทุน อุปกรณ์ ความรู้พื้นฐาน และแหล่งข้อมูล



ภาพที่ 1: โครงสร้างตัวแบบการยอมรับและใช้เทคโนโลยี (UTAUT Model) และปัจจัยวัดค่าได้ต่างๆ

สังเกตุได้ว่าปัจจัยการยอมรับแต่ละตัวนั้นล้วนเป็นปัจจัยแฝงซึ่งไม่อาจวัดค่าได้โดยตรง แต่จะต้องวัดจากปัจจัยวัดค่าได้อื่นๆอีกที ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะปรากฏเป็นประเด็นคำถามในการสร้างแบบสอบถามต่อไป จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าปัจจัยพื้นฐานหลักที่นำไปสู่ BI มี 3 ปัจจัย คือ

Performance Expectiveness (PE) คือ การรับรู้และเชื่อมั่นว่าเทคโนโลยีนั้นๆมีประโยชน์และช่วยเพิ่มศักยภาพของงานได้ [13], [24], [25], [26], [27] ปัจจัยวัดค่าได้ของ PE จึงวัดจากประโยชน์ของ GPS ต่อประสิทธิภาพบริการการขนส่ง

Effort Expectancy (EE) คือ ความสะดวกในการใช้งานและการเรียนรู้เทคโนโลยีนั้นๆ [28] จึงวัดจากความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือและเทคโนโลยีพื้นฐานของ GPS

Social Influence (SI) หรือปัจจัยแวดล้อมหรือบุคคลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง [27] ซึ่งวัดได้จากน้ำหนักความสำคัญของความเห็นของบุคคลอื่นซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้ GPS

ประเด็นปัจจัยวัดค่าได้ต่างๆ จะได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบทางสถิติ ซึ่งผลการวิเคราะห์จะแสดงในตารางที่ 1 ในผลการวิเคราะห์

ส่วนปัจจัยเสริม คือ ปัจจัยอื่นๆซึ่งมักเป็นคุณลักษณะเฉพาะซึ่งจะเสริมให้น้ำหนักของปัจจัยต่างๆนั้นมีมากขององค์กรผู้ตัดสินใจใช้งาน GPS ได้แก่ เช่น ประสบการณ์ , (Experience) และ ความสมัครใจที่จะใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ (Voluntariness) [7], [27]

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

โครงสร้างการยอมรับฯ ตามแบบ UTAUT นั้นประกอบด้วยปัจจัยแฝงซึ่งวัดค่าไม่ได้ การนำไปใช้วิเคราะห์จึงสร้างชุดปัจจัยวัดค่าได้มาเป็นประเด็นคำถาม โดยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือฯด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อทราบว่าปัจจัยเหล่านั้นสามารถนำไปใช้วัดค่าตัวแปรในโครงสร้างได้จริง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์น้ำหนักปัจจัยแต่ละรายการต่อไป

ประเด็นคำถามต่างๆได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเรียกว่าการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยวิธี IOC test จากนั้นจึงทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย และวิเคราะห์น้ำหนักปัจจัยวัดค่าได้ด้วยโปรแกรม LISREL ต่อไป

4. ผลการดำเนินการ

จากการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยวิธี IOC test โดยผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคำถามแต่ละข้อแล้ว พบว่าข้อคำถามที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ IOC (IOC=0.5) สำหรับแต่ละประเด็นปัจจัยนั้นแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ปัจจัยวัดค่าได้ซึ่งใช้วัดปัจจัยแฝงในตัวแบบการยอมรับ

Items	ปัจจัยวัดค่าได้
PE1	GPS ช่วยให้ท่านบริหารจัดการการขนส่งได้ดีขึ้น
PE2	GPS ช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางได้
PE3	GPS ช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำลง
PE4	GPS ช่วยให้การขนส่งตรงต่อเวลาขึ้น
PE5	GPS ช่วยนำทางไปสู่จุดหมายได้โดยไม่หลง
PE6	GPS ช่วยให้ท่านเลือกใช้เส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุดได้
PE7	GPS ช่วยให้ท่านทราบตำแหน่งรถ และพฤติกรรมการขับขี่ ได้
EE1	ระบบ GPS ใช้งานได้ง่าย-ยากเพียงใด
EE2	โปรแกรมประยุกต์ต่างๆของ GPS ใช้งานง่าย-ยากเพียงใด
EE3	การเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ GPS ได้ง่าย-ยากเพียงใด
EE4	ระบบ GPS ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย-ยากเพียงใด
SI1	ความต้องการของลูกค้า (หรือผู้ว่าจ้าง) มีผลให้ท่านตัดสินใจใช้ GPS เพียงใด
SI2	ความต้องการของพันธมิตรทางธุรกิจของท่าน มีผลให้ท่านตัดสินใจใช้ GPS เพียงใด
SI3	การที่สมาชิก (หรือรถร่วม อื่นๆได้นำ (GPS มาใช้มีผลให้ท่านตัดสินใจใช้ GPS เพียงใด
SI4	การที่คู่แข่ง นำระบบ GPS มาใช้มีผลให้ท่านตัดสินใจใช้ GPS
SI5	การสนับสนุนจากภาครัฐ มีผลให้ท่านตัดสินใจใช้ GPS
VO1	ท่านเต็มใจนำระบบ GPS มาใช้ แม้จะไม่มีใครเรียกร้อง,บังคับ
VO2	ท่านเต็มใจนำระบบ GPS มาใช้ แม้จะรู้ว่าถึงไม่ใช้ก็ไม่ได้ทำให้การบริการบกพร่อง
VO3	การตัดสินใจใช้ GPS ไม่ได้เกิดจากกฎหมาย ระเบียบข้อบังคับ
BI1	ท่านมีความตั้งใจจะนำ GPS มาใช้ ในไม่ช้านี้
BI2	ท่านคาดว่าจะนำ GPS มาใช้ในอนาคต
BI3	ท่านได้มีแผนจะนำระบบ GPS มาใช้
BI4	ท่านมีการศึกษาและเตรียมตัวจะนำระบบ GPS มาใช้แล้ว
FC1	ท่านมีทรัพยากรเพียงพอสำหรับการนำ GPS มาใช้
FC2	ท่านมีความรู้เพียงพอสำหรับการนำ GPS มาใช้
FC3	ระบบ GPS ทำงานร่วมกับอุปกรณ์หรือระบบที่มีอยู่เดิมได้

ตารางที่ 1: ปัจจัยวัดค่าได้ซึ่งใช้วัดปัจจัยแฝงในตัวแบบการยอมรับ (ต่อ)

Items	ปัจจัยวัดค่าได้
FC4	พนักงานสามารถใช้งานระบบ GPS ได้
FC5	สามารถค้นหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบ GPSได้
Exp1	ท่านมีความรู้ หรือรู้จักระบบ GPS เป็นอย่างดี
Exp2	ท่านเข้าใจวิธีการใช้งานระบบ GPS เป็นอย่างดี
Exp3	ท่านเคยใช้ระบบ GPS มาแล้ว (เคยใช้ 5 ..>>..ไม่เคย 1)

ในการทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยพบว่ามีความเชื่อมั่นสูงเพียงพอ โดยมีค่า Cronbach's Alpha ของข้อคำถามในประเด็นต่างๆของปัจจัยหลักแต่ละตัวผ่านเกณฑ์ (0.70) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ค่า Cronbach's Alpha ของชุดตัวแปรแฝงต่างๆ

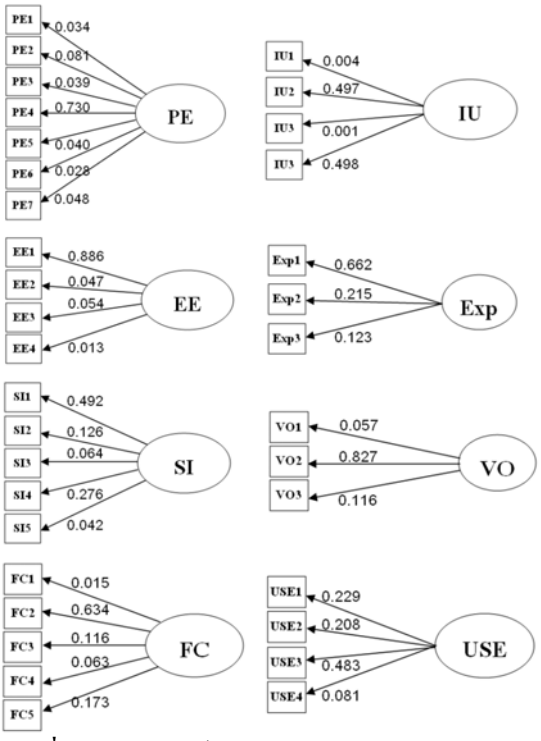
UTAUT Construct	Cronbach's Alpha
Performance Expectancy	0.86
Effort Expectancy	0.77
Social Influency	0.75
Facilitating Condition	0.73
Behavioral Intention to use	0.81
Voluntariness of use	0.84
Knowledge and Experience	0.80

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Lisrel ทำให้ทราบน้ำหนักคะแนนของปัจจัยวัดค่าได้จากข้อคำถามต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แสดงค่า Factor Score และน้ำหนัก (Weight) ของตัวแปรวัดค่าได้แต่ละตัว

	Item#	1	2	3	4	5	6	7	Sum score
PE	Factor Score	0.184	0.445	0.214	4.000	0.221	0.154	0.261	5.479
	Weight Score	0.034	0.081	0.039	0.730	0.040	0.028	0.048	1.000
EE	Factor Score	0.916	0.049	0.056	0.013				1.034
	Weight Score	0.886	0.047	0.054	0.013				1.000
SI	Factor Score	0.583	0.150	0.076	0.327	0.050			1.186
	Weight Score	0.492	0.126	0.064	0.276	0.042			1.000
FC	Factor Score	0.016	0.657	0.120	0.065	0.179			1.037
	Weight Score	0.015	0.634	0.116	0.063	0.173			1.000
VO	Factor Score	0.065	0.936	0.131					1.132
	Weight Score	0.057	0.827	0.116					1.000
IU	Factor Score	0.005	0.600	0.001	0.601				1.207
	Weight Score	0.004	0.497	0.001	0.498				1.000
Exp	Factor Score	0.848	0.276	0.157					1.281
	Weight Score	0.662	0.215	0.123					1.000
USE	Factor Score	0.527	0.479	1.112	0.186				2.304
	Weight Score	0.229	0.208	0.483	0.081				1.000

ค่าน้ำหนักที่คำนวณจากปัจจัยวัดค่าได้ในตารางที่ 3 จะถูกใช้ในการคำนวณค่าของปัจจัยแฝงแต่ละตัวในโครงสร้างการยอมรับฯ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : การปรับค่าน้ำหนักปัจจัยวัดค่าได้สำหรับปัจจัยแฝงแต่ละตัว

กล่าวคือปัจจัยแฝงในโครงสร้าง UTAUT คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$PE = 0.034PE_1 + 0.081\ PE_2 + 0.039\ PE_3 + 0.730\ PE_4 + 0.040\ PE_5 + 0.028\ PE_6 + 0.048\ PE_7$$

$$EE = 0.886\ EE_1 + 0.047\ EE_2 + 0.054\ EE_3 + 0.013\ EE_4$$

$$SI = 0.492SI_1 + 0.126\ SI_2 + 0.064\ SI_3 + 0.276\ SI_4 + 0.042\ SI_5$$

$$FC = 0.015FC_1 + 0.634FC_2 + 0.116FC_3 + 0.063FC_4 + 0.173FC_5$$

$$VO = 0.057\ VO_1 + 0.827\ VO_2 + 0.116\ VO_3$$

$$IU = 0.004\ IU_1 + 0.497\ IU_2 + 0.001\ IU_3 + 0.498\ IU_4$$

$$Exp = 0.662\ Exp_1 + 0.215\ Exp_2 + 0.123\ Exp_3$$

$$USE = 0.229USE_1 + 0.208USE_2 + 0.483USE_3 + 0.081USE_4$$

5. สรุป

ปัจจัยการยอมรับฯ ของ UTAUT ล้วนเป็นปัจจัยแฝงซึ่งวัดค่าโดยตรงไม่ได้ แต่จะวัดค่าได้เมื่อมีปัจจัยวัดค่าได้มารองรับ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงตัวแบบก่อนนำไปใช้งานจริงเสมอ กลุ่มของปัจจัยวัดค่าได้และน้ำหนักของปัจจัยเหล่านั้นจะปรับเปลี่ยนไปตามคุณลักษณะของเทคโนโลยี และกลุ่มประชากรที่ต้องการศึกษา ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยวัดค่าได้นั้นจึงมีสองส่วน คือ กลุ่มตัวแปรฯ ที่รวบรวมไว้อย่างครบถ้วนและครอบคลุม (ซึ่งจะได้รับการพัฒนาไปเป็นข้อคำถามในแบบสอบถามต่อไป) และน้ำหนักตัวแปรวัดค่าได้ซึ่งจะถูกใช้ในการคำนวณค่าของปัจจัยแฝงแต่ละตัวเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างเพื่อทราบปัจจัยการยอมรับฯ GPS ต่อไป

ในเบื้องต้น ประโยชน์ที่ผู้ประกอบ การคาดหวังจาก GPS มากที่สุด คือ การช่วยให้รถวิ่งได้ตรงต่อเวลามากขึ้น ประเด็นความสะดวกในการใช้ GPS จะเน้นไปที่อุปกรณ์ GPS บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้ GPS มาก คือ ลูกค้าและคู่แข่ง การให้ข้อมูลความรู้เรื่อง GPS จะเอื้อต่อการตัดสินใจได้ดี และการได้รู้เรื่อง GPS มาก่อนก็เป็นประสบการณ์สำคัญที่จะเสริมให้เกิดการใช้มากขึ้น ผู้ประกอบการที่คิดว่าจะใช้ GPS จะต้องการการวางแผนก่อนนำมาใช้จริงด้วย และขณะนี้ผู้ใช้ฯมักใช้ GPS เพื่อนำทาง ติดตามรถ และควบคุมการขับรถเป็นสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Mintsis , S. Basbas , P. Papaioannou , C. Taxiltaris , I.N. Tziavos., Applications of GPS technology in the land transportation system. *"European Journal of Operational Research"*, vol.152(2004), p.399-409.

[2] Ger J. Devlin , Kevin Mcdonnell and Shane Ward. Timber haulage routing in Ireland: an analysis using GIS and GPS. *"Elsevier"*, 2007

[3] Erik Hellstrom , Maria Ivarsson , Jan Aslund , Lars Nielsen. Look-ahead control for heavy trucks to Minimize trip time and fuel consumption. *"Control Engineering Practice"*, 17 (2009), 245-254

[4] Alan Slater. Specification for a dynamic vehicle routing and scheduling system. *"International Journal of transport management"*, 1(2002), 29-40.

[5] Philip Bullock , Qingjian Jiang and Peter R. Stopher, Using GPS Technology to Measure On-Time Running of Scheduled Bus Services, *"Journal of Public Transportation"*, vol.8 , No.1 , 2005.

[6] Maria Castro , Luis Iglesias , Roberto Rodriguez-Solano , Jose A. Sanchez. Geomatric modelling of highways using global positioning system (GPS) data and spline approximation, *"Transportation Research Part C"*, 14(2006).233-243.

[7] Yang Xiaoping , Fu Jing. Review of IT/IS Adoption and Dicision-Making Behavior in Small Business, *"Tshinghua Science and Technology"*, vol.13 (2008).323 - 328.

[8] Rahul Khanna, Jan Kavookjian, Virginia (Ginger) Scott, Khalid M. Kamal, Lesley-Ann N. Miller, William A. Neal. Using the theory of reasoned action to determine physicians' intention to measure body mass index in children and adolescents, *"Research in social administrative pharmacy"*, 5(2009),170-181.

[9] Damian R. Poulter, Peter Chapman, Peter A.Bobby, David D. Clarke, David Crundall. An application of the theory of planned behaviour to truck driving behaviour and compliance with regulations. *"Accident analysis and prevention"*, 40(2008), 2058-2064.

[10] Qian Guo, C.Anderson Johnson, Jennifer B. Unger, Limimg Lee, Bin Xie, Chih-Ping Chou, Paula H. Palmer, Ping Sun, Peggy Gallaher, Mary Ann Pentz. Utility of the theory of reasoned action and theory of planned behavior for predicting Chinese adolescent smoking. *"Addictive Behaviors"*, 32(2007), 1066-1081.

[11] Sonja E. Forward. The theory of planned behavior: The role of descriptive norms and past behavior in the prediction of drivers' intentions to violate. *"Transportation research part F"*, 12(2009). 198-207

[12] Manolis Tsiknakis , Angelina Kouroubali. Organizational Factors Affecting Successful Adoption of Innovative eHealth Services: A Case Study Employing the FITT Framework. *"International Journal of Medical Informatics"*, 52-39, (2009) 78.

[13] Robert W. Stone, David J. Good, and Lori Baker-Eveleth. The impact of information technology on individual and firm marketing performance. *"Behavior and Information Technology"*, 2006. 1-18.

[14] Patterson , K.A., Grimm, C.M., & Corsi, T.M. , Adopting new technologies for supply chain management. *"Transportation Research Part E"*, 39(2003), 95-121.

[15] Scupola, A. The adoption of Internet commerce by SMEs in the south of Italy. An environmental, technological and organizational perspective. *"Journal of Global Information Technology Management"*, 6(2003),52-71.

[16] Chieh-Yu Lin , Yi-Hui Ho . Technological Innovation for China's Logistics Industry. *"Journal of Technology Management & Innovation"*, 12-19, (2007).

[17] Venkatesh V G, Morris MB, Davis G et al. User Acceptance of information technology: Toward a unified view. *"MIS Quarterly"*, 2003. 27(3): 425-478

[18] Philipp Agyeman, Danial Desgrandchamps, Bernard Vaudaux, Christoph Berger, Alessandro Diana, Ulrich Heininger, Claire-Anne Siegrist, Christoph Aebi. Interpretation of primary care physicians' attitude regarding rotavirus immunisation using diffusion of innovation theory. *"Vaccine"*, 27(2009). 4771-4775.

[19] Jeffrey S. Hornsby, Michael G. Goldsby. Corporate Entrepreneurial Performance at Koch Industries: A Social Cognitive Framework. *"Business Horizons"*, 52(2009), 413-419.

[20] Angela A. Robertson, Ph.d., Judith A. Stein, Ph.D., and Connie Baird-Thomas, Ph.D. Gender differences in the prediction of condom use among incarcerated juvenile offenders: testing the information-motivation-behavior skills (IMB) model. *"Journal of adolescent health"*, 38(2006). 18-25.

[21] Cooper, M.L., Russell, M., Skinner, J.B., Windle, M., Development and validation of a three dimensional measure of drinking motives. *"Psychological Assessmant"*, 4(1992), 123-132.

[22] Heung-Pyo Lee, Paul Kyuman Chae, Hong-Seock Lee, Yong-Ku Kim. The five-factor gambling motivation model. *"Psychiatry Research"*, 150 (2007), 21-32.

[23] WU Chunming, ZHAO Jing, XIA Liang, ZHU Zhen. Impact of Internal Factors on Information Technology Adoption: An Empirical Investigation of Chinese Firms. *"Tsinghua Science and Technology"*, 2008.13(3),318-322

[24] Boonchai Kijsanayotin, Supasit Pannarunothau, Stuart M. Speedie. Factors influencing health information technology adoption in Thailand's community health centers: Applying the UTAUT model. *"International journal of medical informatics"*, 78(2009), 404-416.

[25] MIN Qingfei , Ji Shabo , Qu Gang. Mobile Commerce User Acceptance Study in China : A Revised UTAUT Model. *"Tsinghua Science and Technology"*, 3(2008), 257-264.

[26] Sabah Abdullah Al-Somali, Roya Gholami, Ben Clegg. An investigation into the acceptance of online banking in Saudi Arabia. *"Technovation"*, 29(2009), 130-141.

[27] Yi-Shun Wang , Ying-Wei Shih . Why do people use information kiosks? A validation of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *"Government Information Quarterly"*, 26(2009),158-165.

[28] Viswanath Venkatesh, Michael G. Morris, Gordon B. Davis, Fred D. Davis, User acceptance of information technology: toward a unified view. *"MIS Quarterly"*, (27)3, pp.425-478, 2003.

AUTHOR INDEX

	Pages
Ammaruekarat, Paranya	295
Angskun, Thara	322
Apibalkiat, Rattanawalee	933
Arayapoonpong, Sasithorn	601
Arj-ong Vallipakorn, Sakda	27
Arkama, Nitchakul	835
Arreerard, Tharach	734, 778, 979
Arreerard, Worapapha	734, 778, 979
Arunrudchadarom, Kanokwan	102
Asavachaiporn Kamolchai	211
Aumgri, Charinthorn	773
Banditwattanawong, Thepparit	254,578
Benjatanarat, Anusorn	154
Boonchukusol, Pimlak	665
Boonkhlai, Pennapha	596
Boonkrong, Sirapat	437, 468, 474, 480, 512, 584, 590
Boonpeng, Akkapop	154
Boonprasom, Chanidapa	753
Boonrawd, Pudsadee	228, 873
Boonyapalanant, Tatapon	553
Buaphai, Therdchai	778
Buasuwarn, Worachet	614
Butdee, Apirak	398
Chaikumpha, Sittichai	559
Chaisan, Adithep	260
Chaisawat, Duangrutai	90
Chamnanmaroeng, Pichitchai	590
Chanamarn, Nipaporn	62
Chang-Ngean, Paijit	228
Chanshine, Prathana	740
Chansiri, Nawara	108
Chanta, Supa	1
Chanthong, Tewika	248
Charasrisakul, Krida	437
Chavipat, Silnarong	572
Chiewchanwattana, Sirapat	7, 14, 65, 28, 281, 785
Chiewkiwutthikul, Angkhan	1009
Chintakovid, Thippaya	235

	Pages
Chiwakulmongkhon, Wanwisa	691
Chongburee, Wachira	462
Chongstitvatana, Prabhas	1009
Chormua, Somkiat	773
Chumkeaw, Sudthicha	46
Covavisaruch, Nongluck	627
Dejhan, Kobchai	487, 711
Duangkasem, Phognsakorn	455
Emaruchi, Bunlur	33
Fugthong, Patompon	621
Hiranvanichakorn, Pipat	431
Hongwarittorrn, Nuttanont	46, 361, 767, 892, 933
Horata, Punyaphol	281
Hutthasin, Yutthadee	940
Intara, Benjawan	342, 392
Itthisan, Praramad	946
Jairak, Kallaya	578
Jairak, Rath	254
Jampathong, Supas	608
Jansod, Wasit	697
Jantarang, Jittakorn	559
Janthanasub, Veerawan	633
Jantharatphaibul, Thanawan	959
Jantivas, Pana	492
Jareanpon, Chatklaw	161
Jaroensirisuttigul, Supakit	424
Jaroonphan, Pawinee	627
Jaruvitayakovit, Thanan	455, 518
Jirarongkorn, Wutthakarn	905
Junyapattananukul, Sutthiwan	348
Kaewbamroong, Treechada	810
Kaewduangta, Pigulthong	480
Kaewking, Korkiat	52
Kaewpracha, Ploypailin	747
Kaewsuwan, Kittipat	173
Kajohn, Wijittra	267
Kangcharoensampan, Rujirote	77
Kanvijit, Ridtichai	673
Kasao, Nanthaporn	959
Katekowit, Onchira	418
Keanjan, Sutthiphon	354

	Pages
Keawlaiod, Aj-chara	873
Khemapatapan, Chaiyaporn	455, 518
Khongamnuaisak, Lertchai	115
Khotcha, Niphon	474
Khruahong, Sanya	596
Khruasawat, Rattanawalee	841
Khumma, Kriangkamon	315
Khummanee, Suchart	404, 411
Khumseela, Atipong	404
Kotawee, Montree	816
Kowsuwan, Phattharawadee	973
Krerkpunchai, Pacharada	728
Krootjohn, Soradech	715, 761
Kunathamrong, Viznu	1002
Laophulsuk, Tiwakorn	578
Leelathakul, Nutthanon	601, 614
Leelawilailak, Kanasak	487
Lertsomporn, Waree	540
Lohakan, Meechai	684
Lordkeaw, Rapeepron	651
Mahaweerawat, Atchara	121
Maleekaew, Piyanard	899
Maturawach, Pirunya	711
Meelap, Suttikeat	361
Meesad, Phayung	20, 96, 140, 621, 633, 705
Meethong, Tanaphong	596
Mongkhonna, Pornchai	354
Moramut, Jutarut	203
Muangkaew, Nattakorn	27
Na Takuathung, Autthaphon	940
Nakavirote, Suriya	952
Nakprasobsuk, Pongtip	584
Naraprasertwong, Waraporn	191
Neanna, Thanakorn	1014
Nensiri, Watcharee	46
Netisopakul, Ponrudee	215
Nilmanee, Tanavoot	761
Nualnim, Attawoot	215
Numak, Sutida	367
Numpradit, Jeerasak	728, 991
Nuntawong, Chayan	855

	Pages
Onsutthi, Tananat	505
Onuean, Kittisak	96
Paemanee, Pongthorn	892
Pakulo, Sarojn	373
Panawong, Naruepon	83
Panma, Pakthida	927
Paothong, Naruphon	449
Pearprasit, Peerasak	154
Phienthrakul, Tanasanee	691, 1002
Phimbaotham, Torsang	65
Phompul, Nakorntrip	903, 913
Phonchareon, Watchariya	645
Phoomsirivilai, Ittichai	534
Phuboon-ob, Jiratta	161, 167
Phusuwan, Pattarapon	197
Pimpaporn, Werayut	140
Piriyasurawong, Pallop	996
Pitimon, Itarun	512
Ployong, Nat	127
Polpinij, Jantima	559, 651
Pomthong, Somyot	596
Ponpurmpoon, Poonsuk	431
Porrawatpreyakorn, Nalinpat	1, 77, 127, 191, 234,867, 899
Pothipassa, Pattanaphong	658
Poungpum, Atthapon	529
Praneetpolgrang, Prasong	254, 578
Prasertsang, Wuttichai	547
Pratharn, Patawee	14
Preeyanont, Somjaree	747
Promphichai, Pongsathorn	301
Prompoon, Nakornthip	115, 211
Promthong, Nongluk	705
Puangpronpitag, Somnuk	398, 404, 547
Puapolthep, Assawin	921
Puengtam, Somsak	468
Ramonudom, Pornpimol	767
Ratanataiand, Sarayut	697
Rattanawicha, Pimmanee	740
Rodhetbhai, Wasara	946
Rojanavasu, Pornthep	694
Rojarath, Artittayaporn	147

	Pages
Ruangsri, Supachok	39
Ruengrangskul, Borvorn	133
Rujipatthanapong, Sirichai	678
Rujjanapan, Burin	861
Rungwarawut, Wararat	248
Ruttanateerawichien, Kanjana	386
Saelee, Somkid	715
Saisim, Pattamaporn	885
Saiysing, Anirut	167
Sakchai Thipchaksurat	492
Sangkaphet, Ponglert	108
Sangmunemao, Ronnachai	523
Sangsongfa, Adisak	20
Sapsomboon, Assadaporn	927
Sararum, Nirun	7
Satienpong, Sasipha	354
Sawangphol, Papavarin	322
Senapan, Chumpol	639
Senivongse, Twittie	133, 841, 885, 921
Shueprasurt, Vorapoj	565
Siddoo, Veeraporn	952
Siksen, Sumalee	798
Silpabanlaeng, Peerapatara	379
Simalaotao, Paisan	722, 967
Singsri, Pongpat	240
Sinthawalai, Hatsatorn	58
Sinthupinyo, Sukree	379
Sirigool, Metha	633, 705
Sirirattanachaiyakul, Somdej	335
Sirisukpoca, Ubonrat	722, 967
Sitthisarn, Siraya	828
Sittidech, Punnee	102, 179
Sittisomboon, Kittipat	173, 1014
Snae Namahoot, Chakkrit	83, 315, 855
Sodanil, Maleerat	71, 197, 209 329, 348, 367, 373, 633, 645, 705
Sodsee, Sunantha	565
Soiraya, Banatus	449
Sombattheera, Chattrakul	342, 392
Somboon, Nuttaphon	234
Sombut, Nutthaphong	411
Somjit, Kitsada	678

	Pages
Sompetch, Manassawee	499
Sornvichai, Anuchit	289
Sriboran, Krisana	651
Srimakorn, Sakchai	386
Srinonchat, Jakkree	673
Sriudom, Kamthorn	274
Sriurai, Wongkot	289
Srivilas, Kittiwat	462
Sriwiset, Surasak	547
Sudkhot, Panich	342, 392
Suesajlausakul, Pochpon	804
Sukchovna, Photjanee	879
Sukhahuta, Rattasit	206
Suksawatchon, Jakkarin	185, 240, 307
Suksawatchon, Ureerat	185, 240, 307
Sukying, Wichitron	867
Sunat, Khamron	7, 14, 281, 639, 658, 785
Surpare, Kitti	684
SuwanThada, Naruetep	715
Tangkuptanon, Watcharawalee	849
Tantipatum, Maikam	281
Tayraukham, Sombat	734, 778
Teawchae, Nattawut	991
Techakamolsuk, Pimpa	27
Teerarojsakul, Phichai	518
Teng-amnuay, Yunyong	529, 534, 985
Thamlikhit, Surangkana	154
Thipchaksurat, Sakchai	424, 443, 492, 499, 523
Thipparat, Thoedtida	58
Thirapanmethee, Piya	996
Thodthong, Witsanukorn	658
Thongbai, Ruanthip	822
Tiantong, Monchai	792, 798, 879
Tiarawibul, Worawat	913
Toathom, Thanan	386
Tongchin, Pramote	792
Tooltham, Apirak	398
Toonpirom, Phothipong	121
Trajai, Thawatchai	940
Usoh, Abdulpatus	849
Ussawinkowit, Chatchai	785

	Pages
Vanichayobon, Sirirut	301
Viriyapant, Kanchana	27, 52, 90, 203, 822
Vongsanit, Chayanin	295
Waathanaph, Banthit	354
Walairacht, Aranya	804
Wanatada, Munin	179
Wandee, Chatchada	161
Wangprasertkul, Junlawijit	985
Wangsa-ard, Pramote	734
Wansiri, Jeerawat	411
Watthanasathian, Suphalak	254
Weranantawat, Siripong	33
Wichientong, Premwadee	209
Wirojyingyong, Jeeranun	71
Wisitpongphan, Nawaporn	96, 418, 512, 553, 608 810
Wita, Ratsameetip	529
Wongseree, Waranyu	173
Wongwas, Sopitsuda	443
Woraratpanya, Kuntpong	665
Wuttidittachotti, Pongpisit	505, 540
Yoosooka, Burasakorn	973

The 10th National Conference on Computing and Information Technology

---

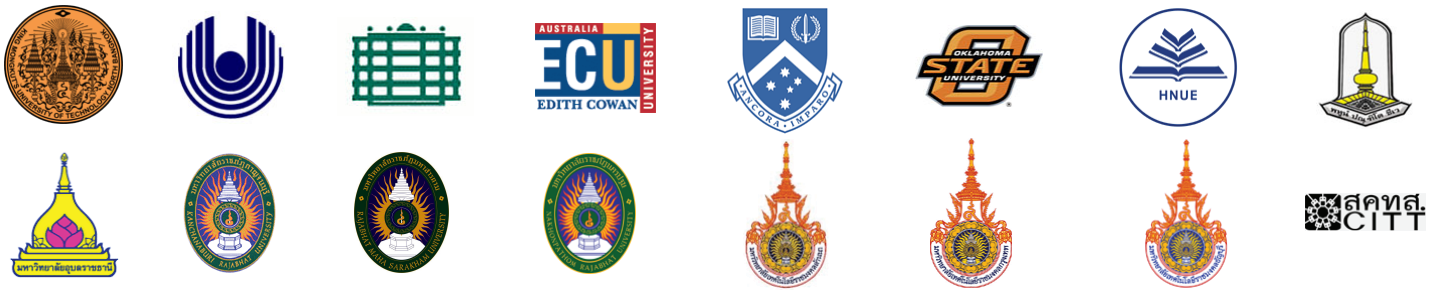
8th-9th May 2014

Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

---

www.nccit.net

Conference Organizers



- King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
- Fern University in Hagen, German
- Chemnitz University of Technology, Germany
- Edith Cowan University, Australia
- Monash University, Australia
- Oklahoma State University, USA
- Hanoi National University of Education, Vietnam
- Mahasarakham University, Thailand
- Ubon Ratchathani University, Thailand
- Kanchanaburi Rajabhat University, Thailand
- Mahasarakham Rajabhat University
- Nakhon Pathom Rajabhat University, Thailand
- Rajamangala University of Technology Lanna
- Rajamangala University of Technology Thanyaburi
- Rajamangala University of Technology Krungthep
- Council of IT Deans of Thailand

ISBN 978-616-7701-29-5