The 11th National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2015
The 11th National Conference on Computing and Information Technology
2nd-3rd July 2015
At Arnoma Hotel Bangkok, Thailand
www.nccit.net

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

บทความวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11

2-3 กรกฎาคม 2558

โรงแรมอโนมา กรุงเทพมหานคร

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

www.it.kmutnb.ac.th

TABLE OF CONTENTS

Message from KMUTNB President ……..…..... ii
Message from General Chair ……..... iv
Conference Organizers ……...…….... viii
Conference Organization Committee…… x
Steering Committee…..…….... xi
Technical Program Committee…..……..... xii
Technical Program Contents..... xiii
Keynote Speakers …….... xxxiv
Regular Papers…….... 1
Author Index ……..... 703

สารจากอธิการบดี

คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ โดยเฉพาะยุคปัจจุบันเป็นยุคเศรษฐกิจดิจิทัลซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานจากระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในการสนับสนุน การจัดการทางด้านการศึกษาทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศต้องให้จัดให้ดี มีความทันสมัยตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนและประเทศชาติ และมีคุณภาพไปสู่ความเป็นสากล ทางด้านการจัดการเรียน ทุก ๆ ประเทศทั่วโลกต่างมีการลงทุนทรัพยากรเพื่อการวางโครงสร้างและปัจจัยพื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้การศึกษาของประชาชนในชาติพร้อมพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในการจัดการศึกษาทุกระดับ สำหรับด้านอุตสาหกรรมและธุรกิจเอกชน เทคโนโลยีสารสนเทศจะช่วยให้การบริหารงานและการตัดสินใจต่างๆ เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มผลผลิตและผล ได้กำไรทางการค้าที่สูง

การจัดงานประชุมวิชาการด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี เป็นเรื่องที่น่ายินดี โดยผู้จัดมุ่งหวังที่จะให้อาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษา ที่มีผลงานวิจัยที่ค้นพบใหม่ ๆ ได้มานำเสนอและเผยแพร่สู่สาธารณะ เป็นเวลาที่ทุกท่านจะได้มาพบปะแลกเปลี่ยนความรู้กัน แสวงหาความร่วมมือกัน ทั้งภาครัฐต่อรัฐ และภาครัฐกับเอกชน ทั้งนี้เป็นการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพ ยกระดับคุณภาพการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่จะนำพาประเทศไปสู่การแข่งขันในภูมิภาคและสากลต่อไป

ขอขอบคุณคณะกรรมการเครือข่ายหน่วยงานวิชาการ คณะกรรมการจัดงานทุกส่วน และคณะบุคคลที่มีส่วนสนับสนุนในการจัดการประชุมทางวิชาการครั้งนี้ ขออวยพรให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้ประสบความสำเร็จ บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ



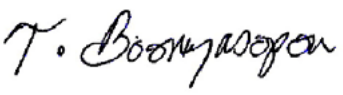
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุญยโสภณ)
อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

MESSAGE FROM KMUTNB PRESIDENT

Computer and Information Technology is a key mechanism in the economy, especially in this era of Digital Economy, which relies on the basis of computer systems and information technology support. Computer and Information Technology fields of study are important and must be well prepared to provide better respond to modern needs of the people and the nation with quality to be universal. Every country around the world has invested resources to structure and fundamentals of Computer and Information Technology to provide public education in national development and innovative teaching. The focus on Computer and Information Technology is a tangible benefit of education at all levels. As for industries and private businesses, Computer and Information Technology allows management and decision tasks to be a fast and effective way increasing productivity and profitability of trade.

The Conference on Computer and Information Technology has been continued for many years with good responses from the research communities. The organizers aim to provides a stage for the exchange of knowledge from university lecturers, researchers, and students with new research findings presented and published in the conference proceedings. It also provide a platform to seek for academic cooperation among the researchers joining the conference from both the state government and the private sector. This would improve and the quality of research in Computer and Information Technology, taking the country to be able to compete both in regional and international.

I would like to thank everyone including the NCCIT network universities, all co-organizers, especially the staff members of the Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok to organize and manage this conference. I wish the conference achieve its expected.



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

สารจากประธานจัดงาน

หนังสือเล่มนี้เป็นเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัย จากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11 (NCCIT 2015) ซึ่งจัดขึ้นที่โรงแรมอโนมา กรุงเทพ ในวันที่ 2 - 3 กรกฎาคม 2558 ซึ่งจัดร่วมกับประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11 (The 11th International Conference on Computing and Information Technology: IC^{2}IT 2015) เป็นการจัดร่วมกันของมหาวิทยาลัยเครือข่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

สำหรับปีนี้ NCCIT 2015 ได้รับบทความวิจัยจำนวน 183 ฉบับ จากสถาบันทั่วประเทศ โดยถูกส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาจำนวน 3 ท่าน และบทความที่ได้รับการตอบรับจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ใน 3 ท่าน ผลงานวิจัยที่ได้รับการตอบรับมีจำนวน 118 ผลงานคิดเป็นร้อยละ 64 ที่นำเสนอปากเปล่าและบรรจุในเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัยงานประชุมวิชาการ NCCIT2015 โดยผลงานวิจัยที่มีคุณภาพดีเยี่ยมจำนวนหนึ่งจะถูกคัดเลือกเพื่อพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ (ISSN 1685-8573) ซึ่งเป็นวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูล Thailand Journal Citation Index (TCI) กลุ่มที่ 1

คณะกรรมการจัดงานประชุม NCCIT2015 ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ส่งบทความวิจัยเพื่อพิจารณา ทั้งผู้ที่ได้รับการตอบรับและผู้ที่ไม่ได้รับการตอบรับในการนำเสนอบทความวิจัย ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาบทความที่เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อพิจารณาบทความอย่างเข้มข้นได้มาตรฐาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพในการลงพิมพ์ในเอกสารรวมเล่มรายงานผลวิจัย และการนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ NCCIT 2015

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุณยโสภณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการสนับสนุนการประชุมวิชาการ NCCIT มาอย่างต่อเนื่องโดยตลอด

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเครือข่ายในประเทศไทยทั้งสิบเอ็ดแห่งที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีทั้งด้านการเงิน และบุคลากรในการร่วมเป็นกรรมการเครือข่าย กรรมการดำเนินงาน และกรรมการพิจารณาบทความ ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตภูเก็ต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรปัฐช์ บุญครอง นางสาววัชรีวรรณ จิตต์สกุล และทีมงานวิจัย ที่ได้ประสานงานกันนักวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดรวบรวม ทำเล่มรายงานผลงานวิจัยสำหรับงานประชุมให้สำเร็จในเวลาที่เหมาะสม และขอบคุณอาจารย์จีระศักดิ์ นำประดิษฐ์ และนายอมรศักดิ์ อมรธนานันท์ ซึ่งเป็นผู้พัฒนาและดูแลเว็บของงานประชุมเป็นอย่างดีขอขอบคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเครือข่ายที่ให้การสนับสนุนด้านบุคคลากรและเงินสนับสนุน

หวังว่า NCCIT จะได้ให้โอกาสที่ดีสำหรับคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนักศึกษา ได้นำเสนอผลงานเป็นการพัฒนาตนเองสู่ความเป็นนักวิจัยที่เข็มแข็งยิ่ง ๆ ขึ้นไป NCCIT จะเป็นแพลตฟอร์มสำหรับการแลกเปลี่ยนความรู้ ในด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และจะสร้างแรงบันดาลใจให้นักวิจัยเพื่อสร้างความคิดใหม่และการค้นพบเทคโนโลยีใหม่ ๆ และพบพันธมิตร เพื่อสร้างเครือข่ายการวิจัยสำหรับการทำงานร่วมกันในอนาคตต่อไป



รองศาสตราจารย์ ดร. พยุง มีสัจ
คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ.
ประธานจัดงานประชุมวิชาการ NCCIT2015

MESSAGE FROM GENERAL CHAIR

This volume contains the papers of the 11th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2015) held at Arnoma Hotel Bangkok, Thailand, on July 2nd - 3rd, 2015. Traditionally, it is organized in conjunction with the International Conference on Computing and Information Technology (IC^2IT), which is supported by many universities both in Thailand and overseas.

This year, the program committee of NCCIT2015 received 183 submissions from Thai 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 118 papers (64% accepted rate) for oral presentation and inclusion in the conference proceedings of NCCIT2015. The papers from NCCIT2015 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) Group 1.

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.

I would like to also thank the 11 co-operative universities for supporting both in finance and personnel, which are Mahasarakham University, Ubon Ratchathani University, Kanchanaburi Rajabhat University, Nakhon Pathom Rajabhat University, Rajabhat Mahasarakham University, Rajamangala University of Technology Lanna, Rajamangala University of Technology Krungthep, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Prince of Songkla University Phuket Campus, National Institute of Development Administration, and Phetchaburi Rajabhat University.

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

Hopefully, NCCIT will provide good opportunities for faculty, researchers, scholars and students to present their work to develop themselves to become qualified researchers. NCCIT will be continuously a platform for the exchange of knowledge in Computer and Information Technology and to inspire researchers to generate new ideas and to discover new technologies as well as to find new research partners to establish a research network for collaboration in the future.



Associate Professor Dr. Phayung Meesad
Dean, Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
NCCIT2015 General Chair

CONFERENCE ORGANIZERS

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

FernUniversität in Hagen, Germany

Chemnitz University, Germany

Oklahoma State University, USA

Edith Cowan University, Australia

Hanoi National University of Education, Vietnam

Gesellschaft für Informatik (GI) , Germany

Mahasarakham University, Thailand
Faculty of Information Technology

Ubon Ratchathani University, Thailand
Faculty of Science

Kanchanaburi Rajabhat University, Thailand

Nakhon Pathom Rajabhat University, Thailand
Faculty of Science and Technology

Rajabhat Mahasarakham University, Thailand
Faculty of Information Technology.

Phetchaburi Rajabhat University
Faculty of Information Technology

CONFERENCE ORGANIZERS

Rajamangala University of Technology Lanna, Thailand
Faculty of Engineering

Rajamangala University of Technology Krungthep , Thailand
Center of Academic Resources and Information Technology

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Office of Academic Resources and Information Technology

Prince Of Songkla University, Phuket Campus, Thailand
Faculty of Technology and Environment

National Institute of Development Administration, Thailand
Department of Information Technology and Systems Management, School of Applied Statistics

Council of IT Deans of Thailand (CITT) , Thailand

CONFERENCE ORGANIZATION COMMITTEE

General Chair : Assoc. Prof. Dr. Phayung Meesad, KMUTNB

Technical Program and Secretary : Asst. Prof. Dr. Sirapat Boonkrong, KMUTNB

Conference Treasurer : Asst. Prof. Dr. Nattavee Utakrit, KMUTNB

STEERING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Arunee Intrapairot, RMUTT

Assoc. Prof. Dr. Piya Kovintavewat, NPRU

Assoc. Prof. Dr. Utit Inprasit, UBU

Asst. Prof. Dr. Jugkarin Sukmok, NIDA

Asst. Prof. Dr. Pannee Khonchoho, PBRU

Asst. Prof. Dr. Rattana Wetprasit, PSU

Asst. Prof. Dr. Sirapat Boonkrong, KMUTNB

Asst. Prof. Dr. Sujin Butdisuwan, MSU

Asst. Prof. Dr. Tharat Arreerard, MRU

Asst. Prof. Dr. Uraiwan Inyaem, RMUTT

Asst. Prof. Dr. Uthen Kamnarn, RMUTL

Asst. Prof. Dr. Veerachai Khonchoho, PBRU

Asst. Prof. Dr. Worapapha Arreerard, MRU

Asst. Prof. Photjanee Sukchovna, KRU

Asst. Prof. Surasak Yousawat , RMUTL

Dr. Kairung Hengpraprohm, NPRU

Dr. Panjit Longpradit, PBRU

Dr. Thawatchai Sarawong, RMUTK

Dr. Siwiga Dusadenoad, NIDA

Dr. Sompong Valuvanathorn, UBU

Dr. Supoj Hengpraprohm, NPRU

Mr. Pongpith Tuenpusa, RMUTT

Mr. Tawatchai Lawan, MSU

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE

Alisa Kongthon, NECTEC
Anirach Mingkhuan, KMUTNB
Apida Roonwat, MSU
Arunee Intrapairoth, RMUTT
Burasakorn Yoosuk, RMUTT
Burin Rujjanapan, NATION
Chatchawin Namman, UBU
Choochart Haruechaiyasa, NECTEC
Dech Thammasiri, NPRU
Gamkarn Somprasertsri, MSU
Herwig Unger, CRU
Chesada Chartree, SSKRU
Jamornkul Laokietkul, CHANDRA
Jiratta Phuboon-ob, MSU
Kittiwan Intaraha, RMUTT
Kriengsak Treeprapin,UBU
Kuntpong Woraratpanya, KMITL
Mahasak Ketcham, KMUTNB
Maleerat Sodanil, KMUNB
Manasawee Kaenampornpan, MSU
Mario Kubek, KMUTNB
Montean Rattanasiriwongwut, KMUNB
Nadh Ditcharoen, UBU
Nalinpat Porrawatpreyakorn, KMUNB
Narong Photi, MOE
Nattavee Utakrit, KMUTNB
Nawaporn Wisitpongphan, KMUNB
Nidapan Sureerattanan, TNI
Noppasak Tantisattayanon, RMUTR
Panana Tangwannawit, PCRU
Panjit Longpradit, PBRU
Paranya Palawisut, NPRU
Parinya Sanguansat, PIM
Passakon Prathombutr, NECTEC
Patharawut Saengsiri, TISTR
Patrawadee Tanawongsuwan, NIDA
Phayung Meesad, KMUTNB
Pilapan Phonarin, MUTK
Pipat Hiranvanichakorn, NIDA
Pongpisit Wuttidittachotti, KMUTNB
Pramote Kucharoen, NIDA
Prasong Praneetpolgrang, SPU
Pudsadee Boonrawd, KMUTNB
Sakchai Tangwannawit, KMUTNB
Saowalak Arampongsanuwat, SU
Sirapat Boonkrong, KMUTNB
Sompong Valuvanathorn, UBU
Sucha Smanchat, KMUTNB
Sukanya Suranauwarat, NIDA
Suksaeng Kukanok, IBA Co.,Ltd.
Sumitra Nuanmesri, SSRU
Sunantha Sodsee, KMUTNB
Supoj Hengpraprohm, NPRU
Surapong Auwatanamongkol, NIDA
Sutep Tongngam, NIDA
Tanasai Sucontphunt, NIDA
Tharach Arreerard, RMU
Thawatchai Sahapong, MRU
Thippaya Chintakovid, KMUTNB
Thitirat Siriborvornratanakul, NIDA
Tong Srikacha, TOT
Tossaporn Joochim, UBU
Uraiwan Inyaem, RMUTT
Vatinee Nuipian, KMUTNB
Veerachai Khonchoho, PBRU
Wongot Sriurai, UBU
Worapapha Arreerard, RMU

TECHNICAL PROGRAM CONTENTS

Thursday 2nd July 2015	
08:00 – 09:00	Registration
09:00 – 09:10	Report (in Thai) by **Assoc.Prof.Dr. Phayung Meesad**, *Dean of Faculty of Information Technology,* *King Mongkut's University of Technology North Bangkok* Report by **Prof.Dr.Herwig Unger**, *IC²IT2015 Technical Program Chair,* *Fern University in Hagen, Germany*
09:10 – 09:40	Opening Ceremony by **Prof. Dr. Teravuti Boonyasopon**, *President of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*
09:40 – 10:40	Invited Keynote Speech by: **Prof. Dr. Nicolai Petkov** • Professor of Computer Science at the University of Gronigen, the Netherlands
	Topic: Brain-inspired pattern recognition
10:40 – 11:00	*Coffee Break*
11:00 – 12:00	Invited Keynote Speech by: **Assoc. Prof. Dr. Andrew Woodward** • Head of the School of Computer and Security Science, Edith Cowan University, Australia
	Topic: An uncomfortable change: shifting perceptions to establish pragmatic cyber security
12:00 – 13:00	*Lunch*
13:00 – 17:30	Paper Presentation
17:30 – 22:00	**Welcome Dinner**

Thursday 2nd July 2015		
Room 1: Data Mining and Machine Learning		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-9	**Automatic Feeling Analysis from Opinion Text** *Chetarin Wongsin, Nattakit Srikarnjanaperd and Jantima Polpinij*	1
13:20 – 13:40 NCCIT2015-27	**Eliminating the Noise Feature with Significant Matrix II Algorithm** *Ekapong Chuasuwan*	7
13:40 – 14:00 NCCIT2015-28	**An Improved Differential Evolution Algorithm with Crossover Strategy for Continuous Optimization Problems** *Duangjai Jitkongchuen*	13
14:00 – 14:20 NCCIT2015-41	**Applied Fuzzy Logic for Memory Allocation of Virtual Machines in Cloud Computing** *Tipparat Sinlapaphongwarakorn and Chaiyaporn Khemapatapan*	18
14:20 – 14:40 NCCIT2015-48	**A Self Adaptive Migration for Distributed Genetic Algorithm** *Chaiwiwat Jantasarn and Pornthep Rojanavasu*	24
14:40 – 15:00	***Coffee Break***	
15:00 – 15:20 NCCIT2015-51	**Enhancement of predictive models for rice production in Lower Northern Thailand** *Sujittra Sarakon, Jaratsri Rungrattanaubol and Anamai Na-Udom*	31
15:20 – 15:40 NCCIT2015-52	**Web Page Classification using Generalization Performance of Support Vector Machines** *Mulliga Khwankue, Thimaporn Phetkaew and Pornpon Thamrongrat*	37
15:40 – 16:00 NCCIT2015-55	**Performance Improvement of Extreme Learning Machine based on Flower Pollination Algorithm for Real World Regression Problem** *Sarunyoo Boriratrit, Sirapat Chiewchanwattana, Khamron Sunat and Punyaphol Horata*	43
16:00 – 16:20 NCCIT2015-59	**Semantic-Based Indoor Navigation for Library Book Finding** *Nonthachai Dubtuk, Thimaporn Phetkeaw and Siripinyo Chantamunee*	49
16:20 – 16:40 NCCIT2015-60	**Dynamic System Identification of DC/DC Converter using Fuzzy Model Identification** *Atip Jandee and Somyot Kaitwanidvilai*	55
16:40 – 17:00 NCCIT2015-65	**Online English Crime News Classification using Text Mining** *Tichakorn Netsuwon and Kraisak Kesorn*	61
17:00 – 17:20	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday 2nd July 2015		
Room 2: Data Network and Communication		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-40	**Blows2Safe: a Wireless Sensor Network for Detection of Breath Alcohol to Prevent Alcohol-Impaired Driving** *Apirak Tooltham and Phumin Hongma*	68
13:20 – 13:40 NCCIT2015-42	**Fairness Bandwidth Allocation for Control of Multiple Internet Connections with Max-Min Usage Threshold Policy** *Kassuda Kamluewong, Atikhom Siri, Thanawut Thanavanich and Kamol Boonlom*	74
13:40 – 14:00 NCCIT2015-81	**The Analysis of Internet Infrastructure Network by Graph Theory: The Case Study of Internet Infrastructure in Phetchaburi Rajabhat University** *Worawut Yimyam, Veerachai Khonchoho and Aongart Aun-A-Nan*	80
14:00 – 14:20 NCCIT2015-89	**Rogue DHCP Protection using Elliptic Curve Digital Signature Algorithm** *Theerasak Thongyan and Somnuk Puangpronpitag*	86
14:20 – 14:40 NCCIT2015-99	**Development of Anti-Collision for Radio Frequency Identification (RFID)** *Sataya Boonchaleaw and Chaiporn Jaikaeo*	92
14:40 – 15:00	***Coffee Break***	
15:00 – 15:20 NCCIT2015-103	**An Analysis of Safety and Security for Internet Banking in Thailand** *Pattanarat Putla and Somnuk Puangpronpitag*	99
15:20 – 15:40 NCCIT2015-117	**Social network analysis case study Kanchanaburi Rajabhat University** *Sureewan Jangjit*	106
Room 2: Data Mining and Machine Learning		
15:40 – 16:00 NCCIT2015-72	**IP Network Logging Management System with Automatically** *Ponghathai Kanjanapart and Montean Rattanasiriwongwut*	112
16:00 – 16:20 NCCIT2015-82	**Classification of Open Source Earthquake Disaster Information in Thai Language** *Yuttana Lungkatoong and Maleerat Sodanil*	118
16:20 – 16:40 NCCIT2015-83	**Classification of Open Source Flood Disaster Information in Thai Language** *Phatcharaporn Sitikomfu and Maleerat Sodanil*	124
16:40 – 17:00 NCCIT2015-86	**The Developing Model for Predicting the Thai Population Migration Using an Artificial Neural Network** *Pichanita Seensat and Maleerat Sodanil*	131
17:00 – 17:20	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday 2nd July 2015		
Room 3: Human Computer Interaction and Image Processing		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-100	**Thai Hand Shapes Recognition Using ACO – SVM** *Anusorn Untao and Sompong Valuvanathon*	137
13:20 – 13:40 NCCIT2015-15	**Development of Navigation app using AR Technology. A Case Study: Prince of Songkla University, Phuket Campus** *Watcharavut Deklee, Jerasak Tubtong, Apiwut Wattanachai and Jirawat Thaenthong*	143
13:40 – 14:00 NCCIT2015-17	**Question-Based Audio Captcha with Type of Answer Code for Blind Users** *Rueangchai Saiprasopsuk, Amornchai Manopiya-Anan and Nuttanont Hongwarittorrn*	149
14:00 – 14:20 NCCIT2015-39	**Image processing and Fuzzy C-Means Clustering on Magnetic Head Circuit** *Rawinun Praserttaweelap and Somyot Kaitwanidvilai*	156
14:20 – 14:40 NCCIT2015-95	**A Comparative Study in Feature Extraction Methods of Peg-less Hand Geometry** *Jakkree Srinonchat and Apiwat Sawatdirat*	162
14:40 – 15:00	***Coffee Break***	
15:00 – 15:20 NCCIT2015-102	**Enhancement Neural Network-based LED Detection Method using Integral Image** *Annop Sakachant and Jakkree Srinonchat*	168
15:20 – 15:40 NCCIT2015-107	**Usability Evaluation Framework for Android Applications on Mobile Devices** *Kritpapon Thitichaimongkhol and Twittie Senivongse*	174
15:40 – 16:00 NCCIT2015-110	**Detection of Eye Movement for controlling Smart Device on Android OS for Impaired Arm** *Warissara Suranun and Mahasak Ketcham*	181
16:00 – 16:20 NCCIT2015-113	**Real Time Monitoring System with Wireless Sensors Network for Sinus Arrhythmia Condition** *Salisa Hongsi and Mahasak Ketcham*	187
16:20 – 16:40 NCCIT2015-114	**Design Guidelines for Instructional Media Creation System for Middle-aged Teachers on Tablets** *Ketsraporn Sengprathom and Thippaya Chintakovid*	193
16:40 – 17:00 NCCIT2015-118	**Lottery Digit Recognition for The Visually Impaired** *Wanida Saetang and Sakchai Tangwannawit*	199
17:00 – 17:20	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday 2nd July 2015		
Room 4: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-1	**A Study The Acceptance of Mobile Application** *Passana Ekudompong and Sirirak Khanthanurak*	205
13:20 – 13:40 NCCIT2015-7	**Development of the System for Electronic Media Classification by Using the Dewey Decimal Classification System** *Worapapha Arreerard,Laongthip Maturos, Monchai Tiantong and Dusanee Supawantanakul*	211
13:40 – 14:00 NCCIT2015-12	**Application Development on iOS for Cycling to Travel A case study: Phuket Tourism** *Amonrat Prasitsupparote, Phuriphong Phumirawi, Apichaya Khwankaew and Kantida Nanon*	217
14:00 – 14:20 NCCIT2015-13	**A Prototype of Geographic Information System based on Appropriate Irrigation Decisions in Maiseab Weir, Nakhon Si Thammarat Province** *Sarintorn Wongyoksuriya, Onjira Sitthisak and Anisara Pensuk Tibkaew*	223
14:20 – 14:40 NCCIT2015-14	**A Development of Information System Integration by TUNA Model Using : A Case Study of Nation University** *Burin Rujjanapan*	229
14:40 – 15:00	***Coffee Break***	
15:00 – 15:20 NCCIT2015-20	**Development of the Training Packages the Robot Control Programming with C for Students of Technical Teacher Training Program** *Kitti Surpare and Patpong Armornwong*	235
15:20 – 15:40 NCCIT2015-21	**Test Cases Generation from Business Process Model Based on Event Driven** *Sarawut Waleetorncheepsawasd and Taratip Suwannasart*	241
15:40 – 16:00 NCCIT2015-22	**JSON Cache with NoSQL** *Aiyapan Eagobon and Nuengwong Tuaycharoen*	247
16:00 – 16:20 NCCIT2015-23	**A Web-based Information System for Reporting Traffic Police Bribe via iOS Smartphones with Tor** *Sitichai Chumjai and Nuengwong Tuaycharoen*	253
16:20 – 16:40 NCCIT2015-25	**Speech-based Thai Text Retrieval** *Paphonput Sopon, Jantima Polpinij and Thongparn Suksamer*	259
16:40 – 17:00	-	
17:00 – 17:20	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Thursday 2nd July 2015		
Room 5: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-30	**Web-based Call Center System using Voice over Internet Technology** *Thanawat Chalermpong and Tanun Jaruvitayakovit*	265
13:20 – 13:40 NCCIT2015-31	**Applying the Multiple Linear Regression for Forecasting the Inventory on Web Applications** *Kangkit Warayanon, Jongkol Janruang and Wasin Treesinthuros*	271
13:40 – 14:00 NCCIT2015-32	**The Effectiveness Evaluation of Banner Advertising's Positions on Mobile Application** *Banyapon Poolsawas*	277
14:00 – 14:20 NCCIT2015-33	**A Decision Support System Applying with Ant System Algorithm for Finding Optimal Path Case Study : Roads in Pattani Province** *Taweep Janjaroen, Onjira Sitthisak and Anisara Pensuk Tibkaew*	283
14:20 – 14:40 NCCIT2015-36	**Using Semantic Approach for Developing Learning Object Knowledge Base** *Konjanat Jantawong and Noppamas Pukkhem*	289
14:40 – 15:00	***Coffee Break***	
15:00 – 15:20 NCCIT2015-44	**Guideline for the Application of Database Performance Tuning Method: A Case Study of Banking Customer Information System** *Tulanun Jiangpradit and Nakornthip Prompoon*	295
15:20 – 15:40 NCCIT2015-46	**A Development of Technical Cooperation Learning Team Games Tournament Activities (TGT) in the Course of the Information Systems Analysis and Design. For a Third Year Student of Computer and Information Technology. Nakorn Pathom Rajaphat Universit** *Charinthorn Aumgri*	301
15:40 – 16:00 NCCIT2015-49	**Automatic Semantic Annotation for the Official Minute** *Bukhoree Sahoh and Siraya Sitthisarn*	307
16:00 – 16:20 NCCIT2015-50	**A Study of Usage Behavior of Knowledge Retrieval Function of a Large Scale Knowledge Management System on WWW : A Case Study of pantip.com** *Nittaya Kamban and Worasit Choochaiwattana*	314
16:20 – 16:40 NCCIT2015-57	**An Application of cuckoo search algorithm for Decision Support System of Selection the items Quality** *Mana Sopa, Kanisorn Jeekratok and Nipon Sungsuthi*	320
16:40 – 17:00	-	
17:00 – 17:20	***Welcome Dinner and Best Paper Award Presentation***	

Friday 3rd July 2015	
08:00 – 09:00	Registration
09:00 – 12:00	Paper Presentation
12:00 – 13:00	*Lunch*
13:00 – 17:00	Paper Presentation

Friday 3rd July 2015		
Room 1: Data Mining and Machine Learning		
Time	**Title/Author**	**Page**
09:00 – 09:20 NCCIT2015-87	**Development of Computer Program based on Graphical User Interface (GUI) of SCILAB in Discrete Fourier Transform for Under Graduate Student** *Kitti Surpare and Meechai Lohakan*	326
09:20 – 09:40 NCCIT2015-88	**A Recommendation System for Choosing Cultivars of the Para Rubber Tree for Eastern Region of Thailand using Decision Table** *Suteera Puengsawad, Pongsakon Bamrungthai and Naruemon Mi-Iam*	332
09:40 – 10:00 NCCIT2015-124	**Sentiment Analysis for Hotel Services from Reviews in Both Thai and English Language** *Ujchara Pooraya and Maleerat Sodanil*	339
10:00 – 10:20 NCCIT2015-129	**Clinical Support System of Aortic Aneurysm using Data Mining: Case Study of Endovascular surgery** *Nopparat Pojjiraporn, Jeerasak Nampradit and Sakchai Tangwannawit*	346
10:20 – 10:40	***Coffee Break***	
10:40 – 11:00 NCCIT2015-135	**Associations Rule Mining By Using Top Weight of Complete Symmetric Digraphs** *Pramool Suksakaophong and Phayung Meesad*	352
11:00 – 11:20 NCCIT2015-138	**Loan Rejection Clustering using Text Mining Technique** *Somsak Wichaikit and Maleerat Sodanil*	359
11:20 – 11:40 NCCIT2015-146	**The Recommender System for Adaptive Learning Based on Students' Competency Profile by Using FP-Growth Techniques** *Uraiwan Inyaem*	364
11:40 – 12:00 NCCIT2015-148	**Online Message Ownership Identification using Naïve Bayes Learning** *Nitipat Petmongkonjaras and Tanasanee Phienthrakul*	371
12:00 – 13:00	***Lunch***	

Friday 3rd July 2015		
Room 1: Data Mining and Machine Learning		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-158	**A Modification of Multi-Objective Optimization Genetic Algorithm with Initial Population Partition** *Prudtipomg Pengsiri, Sunantha Sodsee and Phayung Meesad*	377
13:20 – 13:40 NCCIT2015-167	**A Comparative Study on Tolerance of Thai / Laos Characters** *Sasakorn Pichetjamroen and Pakorn Watanachaturaporn*	384
13:40 – 14:00 NCCIT2015-173	**Imputation-Boosted Collaborative Filtering Algorithm based on User Preference Information and Matrix Factorization** *Jakkarin Suksawatchon and Ureerat Suksawatchon*	390
14:00 – 14:20 NCCIT2015-182	**Electronic Document Analysis System for Educational Quality Assurance** *Ponparn Posrikaew and Thippaya Chintakovid*	398
14:20 – 14:40	***Coffee Break***	

Friday 3rd July 2015		
Room 2: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
09:00 – 09:20 NCCIT2015-58	**Necessary Skills for Scrum's Development Team Members** *Penprapa Bootla, Olarn Rojanapornpun and Pornchai Mongkolnam*	404
09:20 – 09:40 NCCIT2015-61	**The Development of E-Learning by a new TGT Cooperative Learning Techniques, based on Bloom's Taxonomy** *Somkuan Faisanoi, Jongkol Janruang and Sanun Karnka*	412
09:40 – 10:00 NCCIT2015-63	**Thai Optical Character Recognition (OCR) Enhancement using TF-IDF and Text position differences** *Phornsiri Phawapoothayanchai and Kraisak Kesorn*	418
10:00 – 10:20 NCCIT2015-67	**Decision Support System for Economic Crops using Hybrid Approaches** *Pansakorn Worawimolwanich and Kraisak Kesorn*	425
10:20 – 10:40	***Coffee Break***	
10:40 – 11:00 NCCIT2015-68	**Development of E-learning for The Internet and Applications based on Adaptive Learning Techniques** *Sirinthorn Watcharaphuetphol, Jongkol Janruang and Sanun Karnka*	432
11:00 – 11:20 NCCIT2015-69	**Information System for Teachers Using Service Blueprint** *Sithipong Chimthai*	438
11:20 – 11:40 NCCIT2015-71	**Monitoring Application System for Child Development** *Salintip Sudsanguan and Jeerasak Numpradit*	444
11:40 – 12:00 NCCIT2015-75	**Development of a Monitoring and Tracking System for Handheld Devices in the Work Place Using RFID Technology** *Waranya Prachanban and Montean Rattanasiriwongwut*	450
12:00 – 13:00	***Lunch***	

Friday 3rd July 2015		
Room 2: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-76	**Knowledge Management System of Internal Organization Information System Using Case-Based Reasoning** *Linda Sobin and Maleerat Sodanil*	456
13:20 – 13:40 NCCIT2015-77	**Conceptual Framework Adaptive Learning Using Web-based Instruction for Working Memory with Learning Disabilities** *Siwaporn Klabpadung and Watcharawalee Tangkuptanon*	462
13:40 – 14:00 NCCIT2015-78	**Apply Online-Based Learning Media to Enhance Learning Achievement in English for Computer Science Aubject of Kanchanaburi Rajabhat University Students** *Nilubon Tongchai*	469
14:00 – 14:20 NCCIT2015-79	**Development of the Management System and Support the Students' Project in General Education Courses** *Patcharida Wisaiket and Maleerat Sodanil*	475
14:20 – 14:40	***Coffee Break***	

Friday 3rd July 2015		
Room 3: Human Computer Interaction and Image Processing		
Time	**Title/Author**	**Page**
09:00 – 09:20 NCCIT2015-123	**Design Guidelines for Creating Content on Web Sites for Elderly Users** *Nathakarn Boonrod and Thippaya Chintakovid*	481
09:20 – 09:40 NCCIT2015-151	**CCTV Image Enhancement using Sub-Image Homomorphic Filtering** *Chalermpong Intarat and Maleerat Sodanil*	487
09:40 – 10:00 NCCIT2015-164	**An Algorithm for Hymocytometer Cell Counting based on Image Processing Technique with DBSCAN** *Dechawut Wanichsan, Nitat Ninchawee, Taweesak Rattanakom and Phannika Kongjuk*	493
10:00 – 10:20 NCCIT2015-175	**Interactive Media Design for Encourage Garbage Management** *Julaluk Watthananon*	499
10:20 – 10:40	***Coffee Break***	
10:40 – 11:00 NCCIT2015-166	**A Framework for Classification of Severity Levels and Prioritization of Software Defects** *Noppasorn Wiriyadilok and Twittie Senivongse*	505
11:00 – 11:20 NCCIT2015-169	**The Behavior and Attitude of Internship Student on Collaborative Learning Management via Social Network: Facebook** *Phongthanat Sae-Joo*	511
11:20 – 11:40 NCCIT2015-176	**A Comparative Study of Power Usage of Smart Phone** *Boonsiri Masan, Pongpisit Wuttidittachotti and Therdpong Daengsi*	517
11:40 – 12:00 NCCIT2015-178	**A Prosody Verification and Klon Sakkana Using of Karp Word Positions and Rule-Based Tednique** *Pudsadee Boonrawd*	523
12:00 – 13:00	***Lunch***	

Friday 3rd July 2015		
Room 3: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-181	**Odor Detection System and Tracking Application on Smartphone** *Mongkol Seemawong and Nawaporn Wisitpongphan*	529
13:20 – 13:40 NCCIT2015-183	**An Analysis of Knowledge Management Situation Pursue Learning Institutes Based on Quality Assurance Concept for Universities in Thailand** *Jeerawan Nokeangthong, Prasong Praneetpolgrang and Nivet Chirawichitchai*	535
13:40 – 14:00 NCCIT2015-184	**An Empirical Investigation and Analysis on the ICT HR Competency in the Government Sector to support Digital Economy** *Kriengkrai Bhuvanij, Prasong Praneetpolgrang and Kulthon Kasemsan*	541
14:00 – 14:20 NCCIT2015-186	**Application of CAN Bus in Locker Control System** *Thatwatchai Sarawong, Rud Wangrungarun and Siriporn Imporn*	547
14:20 – 14:40	***Coffee Break***	

Friday 3rd July 2015		
Room 4: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
09:00 – 09:20 NCCIT2015-29	**Development of a Sound System and Detection Safety Tests in the Obstacle-Warning Glasses for the Visually Impaired** *Upady Hatthasin, Nattawat Payarach and Chanarong Tamasena*	553
09:20 – 09:40 NCCIT2015-80	**Following up on Application of eDLTV media used in learning/ teaching in the Small Network Schools of Rajabhat Maha Sarakham University** *Apichat Lagdee, Somjet Poosri and Worapapha Arreerard*	559
09:40 – 10:00 NCCIT2015-84	**Quality Information Technology for Community Services** *Sukuma Uamcharoen*	564
10:00 – 10:20 NCCIT2015-85	**Mobile Application Development of Oral Health Care for Preschoolers** *Pornpimol Chaisanguan and Maleerat Sodanil*	571
10:20 – 10:40	***Coffee Break***	
10:40 – 11:00 NCCIT2015-90	**An Application of ITIL to Cloud Service Provision** *Theerasak Nitlarp and Twittie Senivongse*	577
11:00 – 11:20 NCCIT2015-91	**The Prototype System of Automatic Database Construction based on Rules for the Thai Official Documents** *Usanad Ua-Apisitwong*	583
11:20 – 11:40 NCCIT2015-98	**The Preliminary Study of Applying Specification by Example to Scrum** *Nuttaluck Boonluecha and Olarn Rojanapornpun*	589
11:40 – 12:00 NCCIT2015-104	**E-Learning Development Model to Increase Student Achievement in High School by using Problem based on Local Knowledge with a Variety of Online Media** *Paisan Simalaotao and Ubonrat Sirisukpoca*	596
12:00 – 13:00	***Lunch***	

Friday 3rd July 2015		
Room 4: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-106	**Cloud Service Selection Framework Based on Service Measurement Index Model** *Songkran Totiya and Twittie Senivongse*	602
13:20 – 13:40 NCCIT2015-112	**Application of Case-Based Reasoning an Online Helpdesk System for Website of Suan Sunandha Rajabhat University** *Sutasinee Yokradubshan and Mahasak Ketcham*	608
13:40 – 14:00 NCCIT2015-121	**The Hybrid Information Systems for Monitoring the Vehicle Quality Repair by Multi-Dimensional Analysis and Toyota Way** *Patcharapol Norasarn and Nattavee Utakrit*	614
14:00 – 14:20 NCCIT2015-131	**Process Definition and Support Tool Development for Project Planning Process based on ISO/IEC12207 and ISO/IEC15504** *Premyupha Armonsak and Nakornthip Prompoon*	621
14:20 – 14:40	***Coffee Break***	

Friday 3rd July 2015		
Room 5: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
09:00 – 09:20 NCCIT2015-133	**Sea Floor Model Visualization for Barge Selection, Krabi Power plant** *Nuttanan Pipitpattanaprap and Sakchai Tangwannawit*	630
09:20 – 09:40 NCCIT2015-136	**The guidelines for Test Cases and Scenarios by Analysis Matrix** *Taksaporn Phanjhan and Sakchai Tangwannawit*	636
09:40 – 10:00 NCCIT2015-139	**An Algorithm for Handwriting Exercise in Thai Alphabet on the Use of Tablet PC** *Dechawut Wanichsan, Taweesak Rattanakom, Nitat Ninchawee and Phannika Kongjuk*	642
10:00 – 10:20 NCCIT2015-143	**Analysis of Fiber to the Home Network Based on ITU Standards with Outside Plant** *Tanaporn Jesadamethakajorn and Pudsadee Boonrawd*	649
10:20 – 10:40	***Coffee Break***	
10:40 – 11:00 NCCIT2015-145	**Transformation Algorithm from BPMN Diagram to Sequence Diagram by Metadata Model and Rule-Based** *Shavan Tansap and Pudsadee Boonrawd*	656
11:00 – 11:20 NCCIT2015-147	**Time Train Tracking System Automatic and Real-Time of GPS Based on Mobile Case Study for State Railway of Thailand** *Phongphodsawat Sangthong and Pongpisit Wuttidittachotti*	662
11:20 – 11:40 NCCIT2015-154	**Adopting a TurnKey Solution Model to Manage Survey System Online** *Surakiat Rattanarod and Nattavee Utakrit*	668
11:40 – 12:00 NCCIT2015-155	**Durable Articles Management System on Android Phone by Using QR code Technology** *Jutarat Thochai and Nattavee Utakrit*	674
12:00 – 13:00	***Lunch***	

Friday 3rd July 2015		
Room 5: Information Technology and Computer Education		
Time	**Title/Author**	**Page**
13:00 – 13:20 NCCIT2015-156	**Building Prevention Maintenance System** *Korapat Siriwan and Nattavee Utakrit*	680
13:20 – 13:40 NCCIT2015-157	**Development a Rice Knowledge Management System In Thailand** *Thiptep Manpholsri and Montean Rattanasiriwongwut*	685
13:40 – 14:00 NCCIT2015-159	**Management Information System for Monitoring the Accrued Income by Customer Relationship Management Technique** *Ratchada Khantong, Montean Rattanasiriwongwut and Maleerat Sodanil*	691
14:00 – 14:20 NCCIT2015-163	**The Development of the Model of Cooperative Learning Activities of Flipped Classroom by using eDLTV Media** *Sommai Kaewkanha, Worapapha Arreerard and Tharach Arreerard*	697
14:20 – 14:40	***Coffee Break***	

KEYNOTE SPEAKERS



Prof. Dr. Nicolai Petkov
University of Groningen, The Netherlands

About the Speaker:

Nicolai Petkov is professor of computer science at the University of Groningen since 1991. In the period 1998-2009 he was scientific director of the Institute for Mathematics and Computer Science. He works in the field of brain-inspired visual pattern recognition.

Topic: Brain-inspired pattern recognition

Abstract

Insights into the function of the brain can provide clues for designing effective computer algorithms for pattern recognition. This thesis is illustrated by the design of feature detectors that are inspired by the properties of shape-selective neurons in area V4 of visual cortex. Such a filter is trainable as it is configured by the automatic analysis of a feature specified by a user. Subsequently, it can detect features that are similar to the training feature. By means of training multiple such filters for different features of an object, we design effective feature vector representation of that object that is analogous to population coding in the brain. This approach shares two important aspects with pattern recognition by the brain: the ability to learn and deal with variability. It is illustrated by the detection of vascular bifurcations in medical images, traffic sign recognition in complex scenes, optical character recognition, word spotting, object recognition in a domestic environment and the automatic motif and repetition detection in music.



Assoc. Prof. Andrew Woodward

Head of the School of Computer and Security Science
Edith Cowan University, Australia

About the Speaker:

Assoc. Prof. Andrew Woodward is the Head of the School of Computer and Security Science at Edith Cowan University in Perth, Western Australia. Andrew has been an active researcher in cyber security for over a decade, and has published over 50 papers in cyber security, as well as receiving many grants. Andrew has been asked to contribute to the Australian Governments cyber security strategy, and is regularly invited to speak to industry on cyber security. Andrew consults to industry on cyber security, and has conducted cyber security vulnerability assessments on many organisations, mostly involving critical infrastructure providers.

Topic: An uncomfortable change: shifting perceptions to establish pragmatic cyber security

Abstract

We are approaching a rapidly uncontrollable cyber space environment, one in which traditional boundaries no longer apply. The challenges that a lack of conventionally conceptualised borders create are increasing in scale and form. This position paper evaluates the myriad of reasons for this situation. Such factors include the absence of cyber security standards, a piecemeal industry approach to education with certification substituted for education, assigning organisational protection to a workforce with minimal skills in cyber security, and a solutions space that has an excessive focus on technological control. Subsequent discussion identifies the drivers for necessary change to meet the increasing intelligent and diverse threats. With cyber security a specialist field, and not a mere extension of network and information security, it requires a collective proactive approach for practical cyber security incorporating technology, government support, policy and education. This will inevitably require a paradigm shift. The drivers for such paradigm change will be the recognition of an unbounded environment together with the advance of intelligent threats. The result is a possible reversal

of currently accepted perceptions, where organisations will be the lesser influential party. This will also demand acceptance of a shift in power and influence as nation states, crime and hacktivist groups with high levels of motivation, attempt to control and exploit cyber space. The impact of this discourse will be in opening up new conversations and perspectives on the conflict space of the future, and how there is a need to shift conceptual understanding if pragmatic cyber security is to be achieved.

การวิเคราะห์ความรู้สึกแบบอัตโนมัติจากข้อความแสดงความคิดเห็น
Automatic Feeling Analysis from Opinion Text

เจตรินทร์ วงศ์ศิลป์(Chetarin Wongsin)[1] ณัฐกิตติ์ ศรีกาญจนเพริศ(Nattakit Srikarnjanaperd)[2]
และจันทิมา พลพินิจ(Jantima Polpinij)[3]
ห้องปฏิบัติการวิจัยเชิงปัญญา (Intellect Laboratory) คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]chetarin.1995@gmail.com, [2]armong.ton@icloud.com, [3]jantima.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการของการวิเคราะห์ความรู้สึก เพื่อวิเคราะห์ความรู้สึกของนักท่องเที่ยว ภายหลังจากที่ได้เยี่ยมชมสถานที่ท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อวิเคราะห์ความรู้สึกของนักท่องเที่ยวที่มีการเขียนในรูปแบบของข้อความบนโซเชียลมีเดียเป็น 2 กลุ่มความรู้สึก คือความรู้สึกที่ดี และความรู้สึกที่ไม่ดี ต่อสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้ไปเยี่ยมชม โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้พัฒนาโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึกด้วยตัวจัดกลุ่มเอกสารแบบนาอีฟเบย์ หลังจากที่ทดสอบด้วยการวัดค่าเอฟ ผลลัพธ์ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ความรู้สึกที่อยู่ในเนื้อหาข้อความ เนื่องจากให้ความถูกต้องของการวิเคราะห์ความรู้สึกที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ความรู้สึก การจัดกลุ่มข้อความ นาอีฟเบย์

Abstract

This paper presents a method of sentiment analysis to analyse the visitors' feeling after visiting the Tourist attraction in the Northeastern, Thailand. The objective of this work is to analyse the visitors' feeling that are represented by text on a social media into two classes: positive and negative feeling. This work implements the model of sentiment analysis based on the Naïve Bayes text classification. After testing by F-measure, it could be demonstrated that the proposed method can provide more effectiveness for sentiment analysis based on text content. This is because the proposed method returns the satisfactory accuracy.

Keyword: Sentiment Analysis, Text Classification, Naïve Bayes.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้คน (Sentiment Analysis) [1-5] ที่มีต่อสินค้าและบริการ ซึ่งเป็นงานวิจัยสาขาหนึ่งด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) ที่มีกระบวนการมุ่งเน้นการวิเคราะห์และตรวจสอบความรู้สึก (Opinion) ของผู้คน จากข้อความ (Text) ที่คนเหล่านั้นเขียนหรือโพสต์เอาไว้ เพื่อบ่งบอกความรู้ของตนเองที่มีต่อบางสิ่งบางอย่าง เช่น ความรู้สึกดี (Positive หรือ Good) หรือความรู้สึกที่ไม่ดีหรือไม่ชอบ (Negative หรือ Bad) [1-5]

ปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้คน กำลังได้รับความสนใจและมีการประยุกต์อย่างแพร่หลาย รวมถึงการประยุกต์ไปสู่ระบบ e-Tourism เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกที่แท้จริงของนักท่องเที่ยว เนื่องจากข้อความนักท่องเที่ยวเขียนไว้นั้น จะบ่งบอกความรู้สึกที่แท้จริงของคนเหล่านั้นว่า "*ชอบ*" หรือ "*ไม่ชอบ*" ต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว หรือสถานที่ท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวเหล่านั้นได้ไปเยี่ยมชม ถ้าผู้ให้บริการด้านการท่องเที่ยวให้ความสนใจกับข้อความเหล่านี้ สามารถนำคำติชมเหล่านี้ไปเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการปรับปรุงการให้บริการด้านการท่องเที่ยวของตน หรือสร้างฐานการท่องเที่ยวของตน รวมถึงการขยายฐานการท่องเที่ยวไปยังนักท่องเที่ยวคนอื่นๆ ให้กว้างขึ้น เพราะข้อความ

ต่างๆ ที่นักท่องเที่ยวเขียนไว้ มักจะส่งผลต่อความต้องการในการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวคนอื่นๆ ด้วย

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความรู้สึกของนักท่องเที่ยวต่อสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทย ที่มีการบันทึกข้อความเอาไว้บน Social Media โดยงานวิจัยนี้ที่นำเสนอจะวิเคราะห์ข้อความภาษาไทยว่า นักท่องเที่ยว "*ชอบ*" หรือ "*ไม่ชอบ*" สถานที่ท่องเที่ยวที่ได้ไปเยี่ยมชม

2. การวิเคราะห์ความรู้สึก (Sentiment Analysis)

การวิเคราะห์ความรู้สึก (Sentiment Analysis) [1-5] คือเป็นงานวิจัยที่อยู่ในกลุ่มของการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) ที่มีกระบวนการมุ่งเน้นการวิเคราะห์และตรวจสอบความรู้สึก (Opinion) ของผู้คน จากข้อความ (Text) ที่คนเหล่านั้นเขียนหรือโพสต์เอาไว้ เพื่อบ่งบอกความรู้ของตนเองที่มีต่อบางสิ่งบางอย่าง เช่น ความรู้สึกดี (Positive หรือ Good) หรือความรู้สึกที่ไม่ดีหรือไม่ชอบ (Negative หรือ Bad)

ส่วนใหญ่งานวิจัยด้านการวิเคราะห์ความรู้สึกนั้น มีการประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่เป็นการแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสินค้าและบริการ (Product Review) [1-5] จุดประสงค์ก็เพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึกของลูกค้าที่มีต่อสินค้าและบริการของบริษัทหรือองค์กรต่างๆ เนื่องจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากข้อมูล Rating บางครั้งจะไม่สามารถระบุถึงปัญหาหรือความรู้สึกของลูกค้าที่มีต่อสินค้าและบริการที่แท้จริงได้ เช่น การที่ลูกค้าซื้อกล้องดิจิตอลไป 1 ตัว ลูกค้าอาจจะให้คะแนนเฉลี่ยเกี่ยวกับกล้องดิจิตอลยี่ห้อนั้นๆ ไว้ที่ 4 จากคะแนนเต็ม 5 แต่หัวข้อที่ต่างๆ ที่สอบถามไปยังลูกค้าอาจจะไม่ครอบคลุมในทุกๆ กรณี ที่เป็นความต้องการหรือความคาดหวังต่อสินค้าและบริการของลูกค้า ดังนั้นลูกค้าก็อาจจะไปเขียนแสดงความรู้สึกเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ยี่ห้อนั้นๆ ไว้ในส่วนอื่นๆ เช่น ใน Blog, Twitter หรือ Facebook ของตน [6, 7] โดยความรู้สึกเหล่านั้นอาจจะเป็นมุมมองที่เจ้าของสินค้าและบริการมองข้ามหรือคาดไม่ถึง ซึ่งหากนำความรู้สึกเหล่านั้นมาพิจารณา ก็อาจจะสามารถส่งผลต่อการปรับปรุงสินค้าและบริการของตนเองได้ [5]

ปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านการวิเคราะห์ความรู้สึก เริ่มเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในหลายๆ องค์กร [1-5] ทั้งธุรกิจที่เกี่ยวข้องการสินค้าและบริการ การศึกษา และการให้บริการด้านการแพทย์ โดยเทคโนโลยีด้านการวิเคราะห์ความรู้สึกได้ถูกรวมเข้าไว้ในระบบ commercial website หรือ Customer Relationship Management (CRM) ของแต่ละบริษัทหรือองค์กร เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ความรู้สึกของลูกค้าหรือผู้ใช้บริการ จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างรวดเร็ว [5]

3. กระบวนการวิจัย (Research Methodology)

ในส่วนนี้ จะแสดงภาพรวมของการดำเนินการวิจัย (ดังแสดงในภาพที่ 1) รวมถึงการแสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของงานวิจัยที่นำเสนอ

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่า ระบบการวิเคราะห์ความรู้สึกนักท่องเที่ยวแบบอัตโนมัตินั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ (1) ส่วนของการสร้างโมเดล และ (2) ส่วนของการนำโมเดลไปใช้

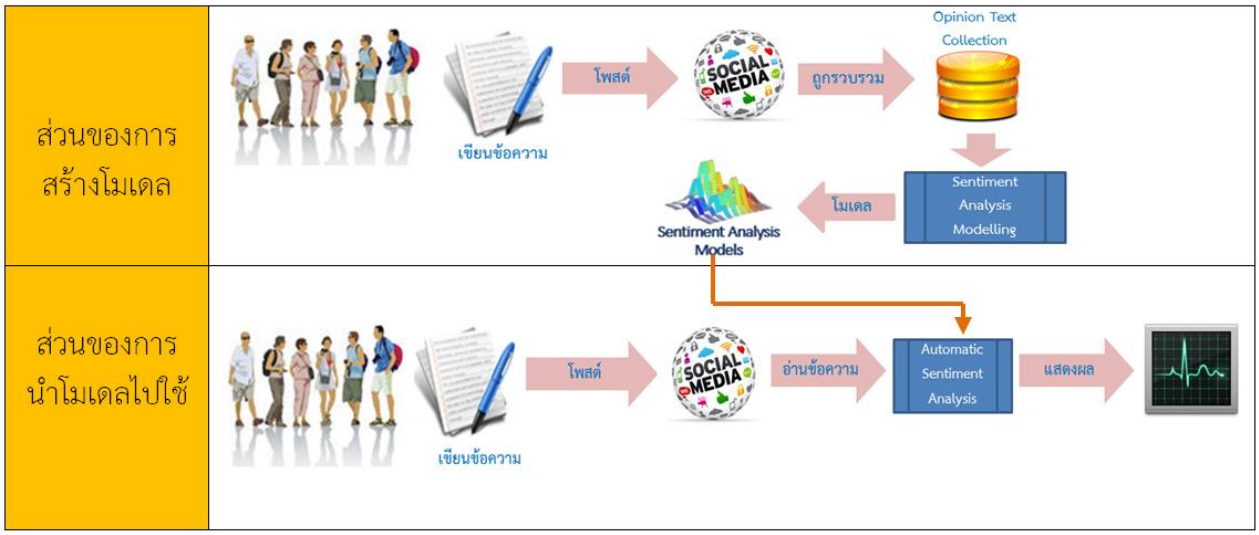
3.1 การสร้างโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึก (Sentiment Classifier Modelling)

ในการสร้างโมเดลเพื่อวิเคราะห์ความรู้สึกนั้น จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: การเตรียมเอกสาร (Document Pre-processing)

ในการเตรียมเอกสารจะเริ่มจาก *การตัดคำ* (*Tokenization*) [8, 9] คือ กระบวนการแยกข้อความออกเป็น "คำ" เนื่องจาก คำจัดว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในภาษา ที่สื่อความหมายได้

สำหรับภาษาไทย โดยทั่วไป จะใช้การตัดคำแบบพจนานุกรม (Dictionary approach) [8] ที่อยู่บนพื้นฐานของอัลกอริทึมแบบ เทียบความยาวของคำที่มากที่สุด (Longest matching Algorithm) [10] เช่น ประโยค "ฉันกินข้าว" สามารถตัดคำได้เป็น ฉัน/กิน/ข้าว



ภาพที่ 1: ภาพรวมของกระบวนการที่นำเสนอ

ต่อมาคือ*การตัดคำหยุด* (*หรือ Stop words*) [8, 9] คือ กระบวนการตัดคำหรือสัญลักษณ์ที่พบบ่อยมากในเอกสาร แต่คำหรือสัญลักษณ์เหล่านั้นไม่ได้ส่งผลต่อการจัดกลุ่มเอกสาร ดังนั้นเมื่อทำการตัดออกแล้วไม่ทำให้ใจความในเอกสารนั้นๆ เปลี่ยนไป

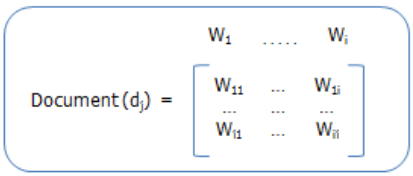
การตัดคำหยุด มีความจำเป็นอย่างมากในงานด้านการจัดกลุ่มเอกสารแบบอัตโนมัติ เพราะจะช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลลงได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากระบบฯ จะไม่เสียเวลาในการประมวลผลคำเหล่านี้ หากเป็นภาษาไทยคำหยุดอาจจะหมายถึง กลุ่มคำสันธาน คำเชื่อมประโยค คำนำหน้าชื่อบุคคล เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2: การนำเสนอเอกสาร (Document Representation)

ในการนำเสนอเอกสาร (Document Representation) [9] คือการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “คำ” และ “เอกสาร” ที่มีอยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ ส่วนการให้น้ำหนักคำ [9] เป็นการกำหนดค่าน้ำหนัก “คำ” หรือ “วลี” เพื่อการเรียนรู้และทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม โดยเป็นหลักการให้ความสำคัญกับคำหรือวลีในด้านของค่าสถิติศาสตร์ เช่น การให้ค่าสถิติความถี่ (frequency) การเกิดขึ้นของคำ จากหลักไวยากรณ์ภาษาในการใช้คำหรือวลีเดิมซ้ำๆ เพื่อเป็นการเน้นย้ำถึงความสำคัญของคำหรือวลีนั้นในเอกสาร ส่วนการนำเสนอเอกสาร เป็นการจัดรูปแบบเอกสารที่แสดงความสันพันธ์ระหว่างเอกสารและคำที่พบในเอกสารนั้น ในรูปแบบของเมตริกซ์แบบ 2 มิติที่เรียกว่า Vector Space Model (VSM) หรือ Bag of Words (BOW) [9]

การแทนเอกสารด้วยรูปแบบ BOW เป็นการกำหนด “คำ” ในเอกสารด้วย W_{ij} ดังนั้นเอกสารลำดับที่ j ใดๆ สามารถเขียนแทนได้ด้วย $d_j = (w_{11}, w_{12}, w_{13}, \ldots, w_{ij})$ โดยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2

จากนั้นจะทำการให้น้ำหนัก “คำ” ที่เป็นตัวแทนเอกสารเพื่อแสดงความสอดคล้องระหว่าง “คำ” นั้นๆ และเอกสาร ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีการให้นำหนักที่เรียกว่า *tf-idf* (Term Frequency – Inverted Document Frequency) [9, 11]



ภาพที่ 2: แสดง BOW

tf-idf เป็นวิธีการสร้างตัวแทนเอกสารในรูปแบบของเวกเตอร์เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มของเอกสารให้ตรงกับหมวดหมู่ที่ถูกกำหนดไว้ โดย *tf* เป็นการหาความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสาร และ *idf* เป็นการหาส่วนกลับของเอกสารหรือที่เรียกว่าระบบน้ำหนักความถี่เอกสารผกผัน โดยสามารถหาได้จากสมการ

$$idf = 1 + log(N/df) \quad (1)$$

โดยที่ N คือจำนวนเอกสารทั้งหมดในกลุ่ม ขณะที่ df คือจำนวนเอกสารที่มีคำๆ นั้นปรากฏอยู่ ดังนั้น

$$tf\text{-}idf = tf \times idf \quad (2)$$

สมการ *tf-idf* เป็นวิธีการหาตัวแทนเวกเตอร์เพื่อนำไปค้นคืนสารสนเทศที่เป็นกลุ่มของเอกสาร ซึ่งวิธีนี้เป็นการให้น้ำหนักอย่างง่ายแต่ก็ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพที่น่าพอใจกับการจัดกลุ่มเอกสาร [11]

ตัวอย่างเอกสารที่ผ่านการให้น้ำหนักคำในแต่ละเอกสารสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างเอกสารที่ผ่านการให้น้ำหนักคำ

คำ	D1	D2	D3	D4
บรรยากาศ	0.602	0	0	0
หนองบัวแดง	0.602	0	0	0
ผาแต้ม	0	0.301	0	0
สวยมาก	0.301	0.301	0	0.301
สามพันโบก	0	0	0.602	0
ขยะ	0	0	0.602	0
เยอะมาก	0	0	0.602	0
สกปรก	0	0	0.301	0.301

ขั้นตอนที่ 3: การสร้างโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึกด้วย Naïve Bayes

นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) [12] เป็นอัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานจำแนก เอกสาร และให้ผลที่ดี สร้างตัวจำแนกแบบอัตโนมัติด้วยนาอีฟเบย์

เริ่มจากแต่ละ อินสแตนซ์ (Instance) x ซึ่งจัดอยู่ ในรูปเวกเตอร์ โดยเวกเตอร์นั้นจะแสดงคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกเช่น $<a1, a2 \dots an>$ โดยที่ค่าเป้าหมายที่ต้องการของแต่ละอินสแตนซ์ จะเป็นค่าใดๆ ภายใน เซต V เมื่อ V มีสมาชิกเป็นค่าเป้าหมายที่ต้องการ ในที่นี้หมายถึงจำนวนกลุ่มของข้อมูลนั่นเอง

นาอีฟเบย์ประยุกต์ใช้งานในการจำแนกประเภทของข้อความ (Text Classification) และพบว่าสามารถใช้งานได้ดีไม่ต่างจากวิธีการจำแนกวิธีอื่นๆ เป็นเหตุให้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีนี้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดี และวิธีการทำงานไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีการอื่นๆ

การกำหนดความน่าจะเป็นของข้อมูลที่จะเป็นกลุ่ม V_j สำหรับข้อมูลที่มีคุณสมบัติ n ตัว $X = \{a_1, a_2, \dots a_n\}$ หรือใช้สัญลักษณ์ว่า $P(a_1, a_2, \dots a_n)$ คือ

$$P(a_1, a_2, \dots, a_n \mid v_j) = \prod_{i=1}^{n} P(a_i \mid v_j) \qquad (3)$$

โดยที่ $\prod$ หมายถึงผลคูณของค่า $P(a_i \mid v_j)$ เมื่อ i และ j มีค่าเท่ากับ *1, 2, 3, …, n*

วิธีการเรียนรู้เบย์ อย่างง่ายไปใช้มีวิธีดังต่อไปนี้คือ

(1) หาค่าความน่าจะเป็นของคำที่พบในแต่ละกลุ่มโดยนำค่า $P(a_1, a_2, \dots, a_n \mid v_j)$ จากสมการมาคูณกับค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มนั้นๆ คือ $P(v_j)$ ได้เท่ากับ V_{NB}

(2) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันกลุ่มที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดคือกลุ่มที่ข้อมูลนั้นอยู่ และจะถูกจัดเข้าไป เขียนเป็นสมการได้คือ

$$V_{NB} = \arg\max P(v_j) \times \prod_{i=1}^{n} P(a_i \mid v_j) \qquad (4)$$

บางส่วนของตัวอย่างโมเดลที่ใช้ในการการวิเคราะห์ความรู้สึกจากข้อความแบบ 2 กลุ่ม คือความรู้สึกที่ดี (Positive) และความรู้สึกที่ไม่ดี (Negative) สมมติว่าสามารถแสดงได้ดังตารางที่ *2*

ตารางที่ 2: ตัวอย่างโมเดลที่ได้จาก Naïve Bayes

Class = “Positive”	
P(Class = Positive)	0.5
P(บรรยากาศ) x tf-idf $_{\text{บรรยากาศ}}$	0.602
P(หนองบัวแดง) x tf-idf $_{\text{หนองบัวแดง}}$	0.602
P(ผาแต้ม) x tf-idf $_{\text{ผาแต้ม}}$	0.1505
P(สวยมาก) x tf-idf $_{\text{สวยมาก}}$	0.602
Class = “Negative”	
P(Class = Negative)	0.5
P(ผาแต้ม) x tf-idf $_{\text{ผาแต้ม}}$	0.1505
P(สามพันโบก) x tf-idf $_{\text{สามพันโบก}}$	0.1505
P(ขยะ) x tf-idf $_{\text{ขยะ}}$	0.1505
P(เยอะมาก) x tf-idf $_{\text{เยอะมาก}}$	0.602
P(สกปรก) x tf-idf $_{\text{สกปรก}}$	0.602

3.2 การนำโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึกไปใช้งาน (Sentiment Model Usage)

เป็นขั้นตอนของการนำเอาโมเดลเพื่อการวิเคราะห์ความรู้สึกจากข้อความมาใช้งาน โดยเมื่อมีการอ่าน “ข้อความ” เข้ามา โมเดลดังกล่าวจะวิเคราะห์ให้ว่า ความรู้สึกของ

นักท่องเที่ยวต่อสถานที่ท่องเที่ยวนั้นๆ เป็น Positive หรือ Negative

สมมุติให้มีชุดข้อความที่นักท่องเที่ยวแสดงความคิดเห็นมีข้อความดังนี้

D_{NEW} : *ผมคิดว่าผาแต้มสวยมากนะ*

ขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อความเริ่มจาก การตัดคำและตัดคำหยุดในข้อความ เมื่อผ่านการตัดคำและตัดคำหยุดในข้อความแล้ว จะได้คำสำคัญดังนี้

ตารางที่ 3: แสดงการหาคำสำคัญจากข้อความ

Document	ข้อความภายหลังจากตัดคำ	ภายหลังจากตัดคำหยุด
ข้อมูลใหม่	ผม/ คิดว่า/ ผาแต้ม/ สวยมาก/ นะ	ผาแต้ม / สวยมาก

เมื่อได้ 'คำสำคัญ' จากข้อความมาแล้ว จากนั้นจะใช้ข้อมูลจากตารางที่ 1 และ 2 ในการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาการจัดกลุ่มเอกสารภายใต้สมการที่ (4)

จากสมการที่ (4) สามารถคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นเพื่อประเมิน Class ทีละ Class ตามลำดับ ในที่นี้ P(Class) = 0.5 ทั้ง Class ที่เป็น Positive และ Negative จะได้ว่า

ตรวจสอบใน *Class* = "*Positive*"

$$V_{NEW} = P(+) \times P(\text{สวยมาก}|+) \times P(\text{ผาแต้ม}|+)$$
$$= (0.5) \times (0.602) \times (0.1505) = 0.0453005$$

ตรวจสอบใน *Class* = "*Negative*"

$$V_{NEW} = P(-) \times P(\text{สวยมาก}|+) \times P(\text{ผาแต้ม}|+)$$
$$= (0.5) \times (0) \times (0.1505) = 0$$

จากผลลัพธ์ข้างต้นเห็นได้ชัดเจนว่า เอกสาร D_{NEW} นั้นมีค่าความน่าจะเป็นอยู่ที่ *Class* = "*Positive*" มากกว่า *Class* = "*Negative*" ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า D_{NEW} จัดอยู่ในกลุ่มของ *Positive* หรือความรู้สึกที่ดีนั่นเอง

4. ผลการทดสอบโมเดล (Model Evaluation)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการนำตัวจัดกลุ่มเอกสารที่ได้จากขั้นตอนการดำเนินงาน มาทำการทดลองจัดกลุ่มข้อความแสดงความรู้สึกของนักท่องเที่ยว โดยนักวิจัยได้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา

4.1 ชุดข้อมูล (Dataset)

ข้อมูลเอกสารที่ใช้ในงานวิจัย ฉบับนี้ รวบรวมมาจาก Social Media เช่น Facebook จำนวน 480 เอกสาร โดยจัดเก็บในรูปแบบ text file

4.2 ผลการทดสอบ (Experimental Results)

การประเมินประสิทธิผลของการค้นคืนสารสนเทศ ได้ทำการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิผล ด้วยค่าความแม่นยำ (Recall: R) [9] ค่าการค้นคืน (Precision: P) [9] และค่าการวัดประสิทธิภาพพื้นฐานในการจัดกลุ่มเอกสาร *F*-measure [9] เพื่อประเมินค่าความแม่นยำในการค้นคืนข้อมูล

เมื่อทำการทดสอบโมเดลการจัดกลุ่มเอกสาร เพื่อประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึก ด้วยเอกสารทดสอบที่แตกต่างเอกสารที่ใช้ในการสร้างโมเดล จำนวน 120 เอกสาร ด้วยค่าความระลึก ค่าความแม่นยำ และค่าทดสอบเอฟ โดยพิจารณาจากจำนวนเอกสาร ทีละกลุ่มด้วยจำนวนที่แตกต่างกัน คือ 60, 80, และ 100 ตามลำดับ สามารถแสดงผลของการทดสอบได้ในตารางที่ 3

จากการทดสอบโมเดลการจัดกลุ่มเอกสารที่ประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกที่แสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ให้ผลการทดสอบอย่างน่าพึงพอใจ เพราะมีเมื่อทดสอบด้วยค่าทดสอบเอฟ มีค่าเฉลี่ยที่ 0.883

ตารางที่ 4: ผลการทดสอบโมเดลการวิเคราะห์ความรู้สึก

โมเดล	*R*	*P*	*F-measure*
โมเดลที่สร้างจาก 30 เอกสาร/กลุ่ม	0.86	0.88	0.869
โมเดลที่สร้างจาก 40 เอกสาร/กลุ่ม	0.87	0.89	0.879
โมเดลที่สร้างจาก 50 เอกสาร/กลุ่ม	0.89	0.91	0.899
ค่าเฉลี่ย	0.873	0.89	0.883

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าโมเดลการจัดกลุ่มเอกสารที่ประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกจะให้ผลลัพธ์ที่ดี แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาด เนื่องจากในการสร้างโมเดลการจัดกลุ่มเอกสารจะอาศัย "คำ" เป็นคุณลักษณะสำคัญ โดยการดำเนินการเพื่อให้ได้ "คำ" มานั้น จะอาศัยพจนานุกรมเป็นหลัก

เนื่องจากการรวบรวมเอกสารจาก Social Media อาจจะพบการใช้ภาษาที่ผิดเพี้ยนไปจากปรกติ ดังนั้น "คำ" บางคำที่พบในเอกสาร แต่ไม่มีในพจนานุกรม แม้อาจจะมีความสำคัญ แต่ก็

อาจจะไม่ถูกคัดเลือกมาเป็น “คำ” ที่ใช้คุณลักษณะสำคัญในการสร้างโมเดล และเมื่อนำโมเดลดังกล่าวไปใช้ในการทดสอบหากเอกสารที่ใช้ทดสอบมี “คำ” ดังกล่าว ก็ไม่อาจจะวิเคราะห์ความรู้สึกได้

5. สรุปงานวิจัย (Conclusion)

งานวิจัยฉบับนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อความที่แสดงความรู้สึกแบบอัตโนมัติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทย ที่มีการแสดงออกไว้ในข้อความแสดงความรู้สึกผ่าน Social Media ต่างๆ โดยในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ความรู้สึกแบบ 2 กลุ่ม คือ ความรู้สึกที่ดีต่อสถานที่ท่องเที่ยว (Positive) และความรู้สึกที่ไม่ดีต่อสถานที่ท่องเที่ยว (Negative) ซึ่งอัลกอริทึม Naïve Bayes ถูกใช้เป็นอัลกอริทึมหลักในการสร้างโมเดลสำหรับวิเคราะห์ความรู้สึก

สำหรับขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มข้อความความรู้สึกของนักท่องเที่ยว ในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่า *F*-measure เมื่อทำการทดสอบวัดประสิทธิภาพของการสร้างโมเดลในการค้นคืนสารสนเทศเชิงความหมาย พบว่าค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่า *F*-measure ได้เท่ากับ 0.883 แม้จากผลการทดสอบจะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ แต่ก็ยังพบความผิดพลาด อันเนื่องมาจากการรวบรวมเอกสารจาก Social Media นั้น มีเอกสารหลายฉบับที่ใช้ภาษาที่ผิดเพี้ยนไปจากปรกติ เช่น คำแสลง คำอุทานแปลกๆ

เมื่องานวิจัยนี้ใช้การตัดคำแบบพจนานุกรมเพื่อกำหนด “คำ” ที่จะใช้เป็นคุณลักษณะสำหรับการสร้างโมเดล ดังนั้น **“คำ”** บางคำที่พบในเอกสาร แต่ไม่มีในพจนานุกรม แม้อาจจะมีความสำคัญ แต่ก็อาจจะไม่ถูกคัดเลือกมาเป็น **“คำ”** ที่ใช้คุณลักษณะสำคัญในการสร้างโมเดลส่งผลให้โมเดลที่สร้างมาเพื่อวิเคราะห์ความรู้สึกมีความผิดพลาด ส่งผลทำให้ความแม่นยำของการวิเคราะห์ลดต่ำลงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] B. Pang and L. Lee, “Opinion Mining and Sentiment Analysis”, Foundations and Trends in Information Retrieval Vol. 2, Nos. 1–2 (2008) PP: 1–135.

[2] J.S. Modha, H. G. S. Pandi, S.J. Modha, “Automatic Sentiment Analysis for Unstructured Data”, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Vol. 3, Issue 12, 2013.

[3] S. Modak, A.C. Mondal, “A Study on Sentiment Analysis”, International Journal of Advanced Research in Computer Science &Technology, Vol. 2, Issue 2, 2014.

[4] H. Gomes, M. de Castro Neto, R. Henriques, R., “Text Mining: Sentiment analysis on news classification”, The 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2013.

[5] J. Polpinij and A.K. Ghose, “An Ontology-Based Sentiment Classification Methodology for Online Consumer Reviews”, Proceedings of the 2008 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, pp. 518 - 524, 2008.

[6] K. A.C.E.S Lima and L.N. de Castro, “Automatic sentiment analysis of Twitter messages”, Fourth International Conference on Computational Aspects of Social Networks, 2012.

[7] P L. Jiang, M. Yu, M. Zhou, X. Liu, T. Zhao, “Target-dependent Twitter sentiment classification”, Proceeding HLT '11 Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 2011.

[8] R. Dale, H. Moisl, H. Somers (Editor), Handbook of Natural Language Processing, Marcel Dekker, Inc. NY., 2000.

[9] R. Baeza-Yates & B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval, Addison Wesley, 1997.

[10] S. Meknavin, P. Charoenpornsawat, and B. Kijsirikul, “Feature-Based Thai Word Segmentation” Proc. of NLPRS 97, pp. 289–296, 1997.

[11] N. Pascal Soucy, Guy W. Mineau, “Beyond TFIDF Weighting for Text Categorization in the Vector Space Model”, IJCAI'05 Proceedings of the 19th international joint conference on Artificial intelligence, Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA 2005.

[12] E. Frank and R.R. Bouckaert, “Naive bayes for text classification with unbalanced classes”, Proceedings of the 10th European conference on Principle and Practice of Knowledge Discovery in Databases, 2006.

การขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนด้วยอัลกอริทึม Significant Matrix II
Eliminating the Noise Feature with Significant Matrix II Algorithm

เอกพงษ์ เชื้อสุวรรณ์ (Ekapong Chuasuwan)
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย
comcung@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับงานเหมืองข้อมูลด้วยอัลกอริทึม Significant Matrix II โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอัลกอริทึมที่สามารถช่วยลดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนที่ส่งผลให้การทำงานเหมืองข้อมูลเกิดการผิดพลาดหรือเกิดการคลาดเคลื่อนไปจากคลาสของชุดข้อมูล จุดเด่นของอัลกอริทึม Significant Matrix II คือมีความเร็วในการทำงานและมีความซับซ้อนน้อยในการทำงาน จากผลการทดลองที่ได้นำเสนอในงานนี้ได้แสดงให้เห็นถึงการขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลทดสอบ ซึ่งชุดข้อมูลใหม่ที่ได้จากวิธีที่นำเสนอมีจำนวนคุณลักษณะข้อมูลที่น้อยลง โดยลดลงจากจำนวนของคุณลักษณะข้อมูลทั้งหมดของชุดข้อมูลทดสอบได้ถึงร้อยละ 43.45 และชุดข้อมูลใหม่ที่ได้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียม โดยได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องของชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมดร้อยละ 94.76 อีกทั้งวิธีการที่นำเสนอช่วยลดปริมาณข้อมูลของชุดข้อมูลทดสอบซึ่งสามารช่วยลดเวลาเฉลี่ยในการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมลงได้ถึงร้อยละ 17 จากเวลาปกติที่ใช้กับชุดข้อมูลต้นฉบับทั้งหมด

คำสำคัญ: การขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวน ข้อมูลรบกวน Significant Matrix II การลดปริมาณข้อมูล

Abstract

This paper presents as an Elimination Noise Feature in Data Pre-Processing for Data Mining with Significant Matrix II Algorithm. The main purpose is to create an algorithm, which can eliminate the noise feature. The noise feature is a cause of a class error of the dataset in data mining work. After eliminate noise features, the dataset will be processed by Significant Matrix II Algorithm for Data Mining work. The highlights of the significant matrix II are the speed and less complexity in working. The experimental results of proposed method can eliminate noise feature from experiment dataset. The new dataset obtained from proposed method is less number of features than the original dataset at 43.45%. And the new dataset is also enhancing the average accuracy of classification of neural network at 94.76%. The proposed method can reduce a number of experimental datasets, which can reduce the average used time in neural networks at 17%.

Keywords: Eliminate Noise Feature, Noise in Data, Significant Matrix II, Data Reduction.

1. บทนำ

กระบวนการเตรียมข้อมูล (Data Pre-Processing) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำเหมืองข้อมูล โดยลักษณะของการเตรียมข้อมูลจะเป็นการทำงานที่ขจัดข้อมูลที่ส่งผลเสียต่อการเรียนรู้ของเครื่องหรือส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานออกไปจากข้อมูล[1] หรืออีกลักษณะหนึ่งอาจจะกล่าวได้ว่ากระบวนการเตรียมข้อมูลคือการเตรียมพร้อมให้ข้อมูลมีรูปแบบที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในการทำเหมืองข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลที่นำมาทำการวิเคราะห์ในกระบวนการของเหมืองข้อมูลจะมีรูปแบบที่หลากหลาย และมีรูปแบบของการกระจายตัวของข้อมูลออกไปในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเมื่อทำการวาดกราฟการกระจายตัวของข้อมูล จะพบข้อมูลที่มีลักษณะของการกระจายตัวที่แตกกลุ่มออกจากกลุ่มอย่าง

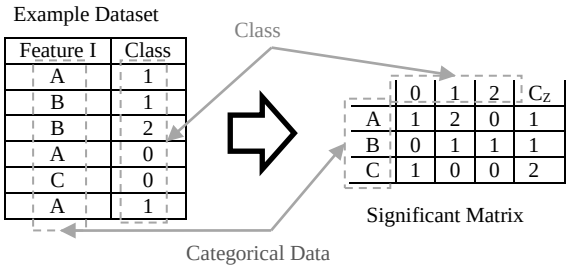
ชัดเจนออกไป ซึ่งในบทความเรียกข้อมูลประเภทนี้ว่า ข้อมูลรบกวน (Noise Data)[2]

ในบทความนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญไปที่การขจัดคุณลักษณะข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะข้อมูลรบกวน (Noise Feature) หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเมื่อตัดคุณลักษณะของข้อมูลนั้นออกไปจากชุดข้อมูลแล้ว ชุดข้อมูลนั้นยังมีประสิทธิภาพเพียงพอหรือสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมืองข้อมูลได้ โดยสร้างสมมุติฐานขึ้นมาว่า "หากคุณลักษณะข้อมูลใดของชุดข้อมูลมีการกระจายตัวที่สัมพันธ์กับคลาสของชุดข้อมูลที่ดีแล้ว คุณลักษณะข้อมูลนั้นย่อมมีความสำคัญต่อชุดข้อมูล"

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Significant Matrix II [3-4]

Significant matrix II เป็นกระบวนการในการคัดเลือกคุณลักษณะข้อมูลโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับคลาสของข้อมูลในชุดข้อมูล โดยได้มีการปรับปรุงอัลกอริทึมให้มีการทำงานที่เร็วขึ้นและมีความซับซ้อนที่น้อยลง โดยการตัดขั้นตอนในส่วนของจีเนติกอัลกอริทึมออกจาก Significant Matrix [3] ซึ่งแนวคิดของ Significant Matrix คือ การคัดเลือกคุณลักษณะข้อมูลที่มีการกระจายตัวของข้อมูลภายในสัมพันธ์กับคลาสของข้อมูลอย่างชัดเจน



ภาพที่ 1: ตัวอย่างการทำงานการสร้างตารางของSignificant Matrix

จากภาพที่ 1 การทำงานของ Significant Matrix จะทำการสร้างตาราง Significant Matrix Table จากข้อมูลของคุณลักษณะที่สนใจ โดยจะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของตารางสะสมความถี่สัมพันธ์

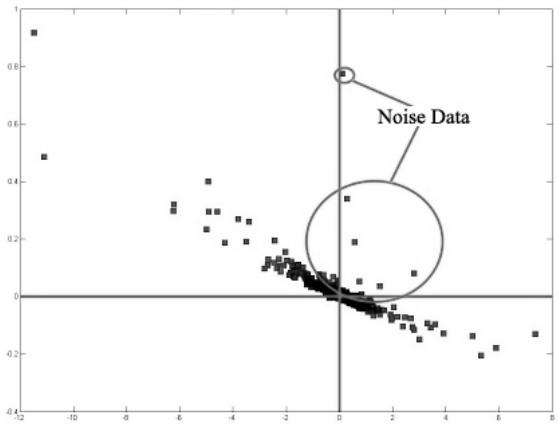
SignificantMatrix2 (Dataset *DataTmp*)
1. For *i=0* to Feature amount of dataset
2. If total record of dataset equal 0 then return Fea_{List}
3. Else if *i* = Feature amount then return Fea_{List}
4. Else
5. Foreach feature of *DataTmp*
6. Create variable *CountZero* and *MaxCountZero*. Set value 0 in both variables
7. Count the number of data types that match each class.
8. If the data type does not match the class, set the *CountZero + 1*
9. Select the maximum from *CountZero* of each data type, set maximum value to *MaxCountZero* of each attribute
10. If *MaxCountZero* not equal *Nc* – 1 then calculate Information Gain for that feature.
11. End for
12. Select feature with the maximum of *MaxCountZero* (or maximum Information Gain value in *MaxCountZero* not equal *Nc* - 1), set to Fea_{List}
13. If *MaxCountZero* equal *Nc* – 1 then
14. Delete row of data that match the data type of *CountZero* in that attribute and drop this feature
15. Else
16. Delete row of data that match the data type of *CountZero* in that attribute
17. End for

ภาพที่ 2: Significant Matrix II Algorithm

การทำงานของอัลกอริทึมของ Significant Matrix II ดังแสดงในภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงาน โดยอัลกอริทึมจะทำการสร้างตัวแปร *Count Zero* (C_Z) ขึ้นมาเพื่อเก็บจำนวนที่ข้อมูลในคุณลักษณะนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับคลาสใดๆ เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกในการคัดสรรคุณลักษณะที่ต้องการในแต่ละรอบของการทำงาน

2.2 ข้อมูลรบกวน (Noise Data)

ข้อมูลรบกวน หมายถึงข้อมูลที่ไม่มีความหมายหรือข้อมูลใดๆ ที่ไม่สามารถทำความเข้าใจ หรือไม่สามารถตีความหมายหรือข้อมูลที่ทำให้การเรียนรู้ของเครื่องเกิดการผิดพลาดจากการฝึกสอน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าหากทำการนำข้อมูลที่เป็นข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลที่นำมาทำเหมืองข้อมูลแล้ว ประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูลจะต้องมีค่าความถูกต้องของโมเดลเท่าเดิมหรือมากขึ้นกว่าเดิม[5-6] ซึ่งผลที่ได้จากการนำข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลที่นำมาฝึกสอนนั้น นอกจากจะทำให้ประสิทธิภาพของโมเดลมีความถูกต้องที่สูงขึ้นแล้วยังช่วยลดเวลาการทำงานของอัลกอริทึมให้ลดลง



ภาพที่ 3: ตัวอย่างลักษณะของ Noise Data

จากภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างของลักษณะข้อมูลรบกวนที่ปะปนอยู่กับชุดข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลรบกวนจะมีลักษณะที่กระจายตัวออกไปจากกลุ่มของข้อมูลส่วนใหญ่ หรือไม่อยู่ในทิศทางของกลุ่มข้อมูลส่วนใหญ่ ซึ่งข้อมูลรบกวนที่มีลักษณะเช่นนี้เมื่อนำไปทำการฝึกสอนให้กับโมเดลจะเกิดการกระโดดหรือเกิดการเหวี่ยงของคำตอบที่ผิดออกไปคลาสของข้อมูลที่แท้จริง

2.3 เหมืองข้อมูล (Data Mining) [7]

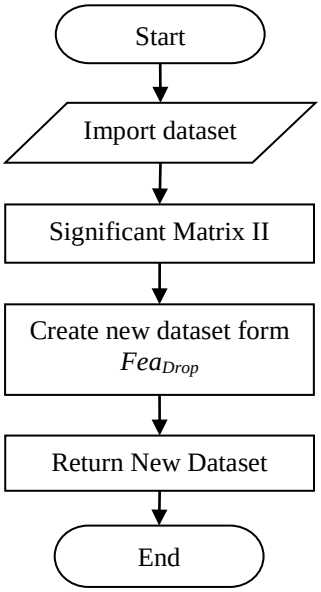
การทำเหมืองข้อมูลเป็นกระบวนการเพื่อค้นหารูปแบบจากข้อมูลที่มีปริมาณมากอย่างอัตโนมัติ โดยใช้วิธีการคิดหรือเทคนิคจากองค์ความรู้ทางสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง (Learning Machine) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ซึ่งอาจจะสามารถเรียกการทำเหมืองข้อมูลได้อีกแบบคือ การค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Database : KDD) ในอีกความหมายหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูลคือกระบวนการทำงานที่ทำกับข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลที่สนใจ โดยอาศัยหลักสถิติ การจำ การเรียนรู้ของเครื่อง และหลักคณิตศาสตร์ โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลมีรูปแบบส่วนใหญ่ 3 รูปแบบได้แก่

- กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) คือการค้นหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือวัตถุที่เกิดขึ้นพร้อมกัน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลการขายสินค้า เป็นต้น
- การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) คือการค้นหากฎเพื่อระบุประเภทของเหตุการณ์หรือวัตถุจากคุณสมบัติของเหตุการณ์หรือวัตถุที่สนใจ เช่น การหากฎความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจร่างกายต่างๆ กับการโรคต่างๆ เป็นต้น
- การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) คือการแบ่งข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายๆกันออกเป็นกลุ่มๆ เช่น การแบ่งกลุ่มผู้ป่วยที่โรคเดียวกันตามลักษณะอาการ เป็นต้น

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กระบวนการทำงาน

กระบวนการทำงานในการขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนที่นำเสนอในบทความนี้มีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในภาพที่ 4 เริ่มจากการนำเข้าชุดข้อมูลที่ต้องการทำการขจัดคุณลักษณะที่มีข้อมูลรบกวน โดยส่งผ่านชุดข้อมูลไปยังอัลกอริทึมของ Significant Matrix II เพื่อทำการวิเคราะห์ ในระหว่างการทำงานของ Significant Matrix II จะทำการสร้างตัวแปร Fea_{Drop} เพื่อทำการบันทึกข้อมูลคุณลักษณะที่เป็นข้อมูลรบกวนและต้องการลบออกจากชุดข้อมูล จากนั้นทำการสร้างชุดข้อมูลใหม่ขึ้นมาจากการลบคุณลักษณะข้อมูลออกจากชุดข้อมูลเดิมตามค่าในตัวแปร Fea_{Drop} เมื่อทำการสร้างชุดข้อมูลใหม่เสร็จจะทำการส่งชุดข้อมูลใหม่กลับออกมาให้ผู้ใช้



ภาพที่ 4: Work Proposed Flowchart

3.2 Proposed Algorithm

ในงานที่นำเสนอนี้ได้ทำการประยุกต์ปรับแต่งอัลกอริทึมของ Significant Matrix II เพื่อให้สะดวกต่อการทำงานในการสร้างชุดข้อมูลใหม่ที่ผ่านการลบคุณลักษณะข้อมูลรบกวนออกไป โดยการสร้างตัวแปร Fea_{Drop} เพิ่มเข้าไปในอัลกอริทึมเพื่อให้เกิดการทำงานที่คล่องตัว ดังแสดงในภาพที่ 5

CreateNewDataset(Dataset *Dataset*)
1. Copy *Dataset* to *DataTmp*.
2. Fea_{Drop} = GetListNoiseFeatureBySMII(*DataTmp*)
3. Foreach feature list of Fea_{Drop}
4. Drop feature of *DataTmp* as feature list of Fea_{Drop}
5. End for
6. Return *DataTmp*

GetListNoiseFeatureBySMII (Dataset *DataTmp*)
1. **Fea_{Drop} = All feature list name of *DataTmp***
2. For *i=0* to Feature amount of dataset
3. **If total record of dataset equal 0 then return Fea_{Drop}**
4. **Else if *i* = Feature amount then return Fea_{Drop}**
5. Else
6. Foreach feature of *DataTmp*
7. Create variable *CountZero* and *MaxCountZero*. Set value 0 in both variables
8. Count the number of data types that match each class.
9. If the data type does not match the class, set the *CountZero + 1*
10. Select the maximum from *CountZero* of each data type, set maximum value to *MaxCountZero* of each attribute
11. If *MaxCountZero* not equal *Nc* – 1 then calculate Information Gain for that feature.
12. End for
13. Select feature with the maximum of *MaxCountZero* (or maximum Information Gain value in *MaxCountZero* not equal *Nc* - 1**), Eliminate selected feature in Fea_{Drop}.**
14. If *MaxCountZero* equal *Nc* – 1 then
15. Delete row of data that match the data type of *CountZero* in that attribute and drop this feature
16. Else
17. Delete row of data that match the data type of *CountZero* in that attribute
18. End for

ภาพที่ 5: Proposed Algorithm

วิธีที่นำเสนอในบทความนี้ได้แบ่งการทำงานของอัลกอริทึมออกเป็นสองฟังก์ชันการทำงาน ได้แก่ ฟังค์ชันที่หนึ่งคือส่วนของการสร้างชุดข้อมูลใหม่ที่ได้ทำการลบคุณลักษณะข้อมูลที่เป็นข้อมูลรบกวนออกจากจากชุดข้อมูล (Function CreateNewDataset()) โดยจะทำการรับค่าของชุดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์เข้ามาและทำการสร้างชุดข้อมูลสำรอง (DataTmp) ขึ้นมา เพื่อไม่ให้กระทบกับชุดข้อมูลจริง จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลของชุดข้อมูลสำรองให้กับฟังก์ชั่นที่สองซึ่งเป็นการทำงานในส่วนของการคัดเลือกคุณลักษณะข้อมูลรบกวน (Function GetListNoiseFeatureBySMII()) โดยการปรับแต่งการทำงานของอัลกอริทึมของ Significant Matric II เมื่อทำการคัดเลือกคุณลักษณะข้อมูลรบกวนเรียบร้อยจะทำการส่งข้อมูลรายชื่อคุณลักษณะข้อมูลรบกวนกลับมาให้ยังในส่วนของฟังก์ชันการทำงานที่หนึ่งเพื่อทำการลบคุณลักษณะข้อมูลที่เป็นข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลสำรอง เมื่อทำการลบเสร็จสิ้นจะทำการส่งชุดข้อมูลสำรองกลับออกมาให้ผู้ใช้

3.3 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบ

ในงานที่ได้นำเสนอนี้ได้เลือกใช้ชุดข้อมูลจากฐานข้อมูล UCI Machine Learning Repository [8] ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่ได้รับยอมรับโดยแพร่หลายในการทำเหมืองข้อมูลจากนักวิจัยทั่วโลก จำนวน 11 ชุดข้อมูล ซึ่งมีความแตกต่างและมีความหลากหลายของรูปแบบข้อมูลและจำนวนคลาสของข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: รายละเอียดชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

Dataset	Site	Feature	Feature Type	Class
Pittsburgh Bridges (Bridge)	108	13	Categorical, Integer	6
Credit Approval (CRX)	690	15	Categorical, Integer, Real	2
Molecular Biology (DNA)	106	58	Categorical	2
Heart Disease (Heart)	270	13	Integer, Real	2
Hepatitis	155	19	Categorical, Integer, Real	2
Ionosphere	351	34	Integer, Real	2
Liver Disorders (Liver)	345	6	Categorical, Integer, Real	2
Connectionist Bench (Sonar)	208	60	Real	2
Congressional Voting Records (Vote)	435	16	Categorical	2
Wine	178	13	Integer, Real	3
Zoo	101	16	Categorical, Integer	7

ในกระบวนการเตรียมข้อมูลก่อนการทดสอบนั้นได้ทำการหาค่าที่หายไปของชุดข้อมูล (Missing Value) โดยวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยสำหรับชุดข้อมูลประเภทตัวเลข (Integer) และจำนวนต่อเนื่อง (Real) และใช้วิธีการสุ่มค่าสำหรับชุดข้อมูลแบบจัดกลุ่ม (Categorical) จากนั้นจะทำการปรับรูปแบบ (Normalization) ของข้อมูลแบบตัวเลขและจำนวนต่อเนื่องให้

อยู่ในรูปแบบของข้อมูลแบบจัดกลุ่ม โดยใช้วิธีการแบ่งช่วงออกเป็นทั้งหมด 5 ช่วง ตามเทคนิคของลิเคิร์ท (Likert Technique) ที่ใช้ทัศนคติมองรูปแบบของข้อมูลทุกๆ อย่างออกเป็น 5 ช่วงได้ เช่น ทัศนคติต่อการมองเชิงปริมาณจะได้คือ มาก, ค่อนข้างมาก, ปานกลาง, ค่อนข้างน้อย และน้อย [9]

4. ผลการทดลอง

ในงานที่นำเสนอนี้ได้ทดสอบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 ประเภท 64 Bit หน่วยความจำ (RAM) 16GB และหน่วยประมวลผลหลัก (CPU) 2.10 GHz i7

4.1 การทดลองเพื่อหาจำนวนคุณลักษณะข้อมูล

ผลการทดลองเพื่อหาจำนวนคุณลักษณะข้อมูลของชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบกับวิธีที่นำเสนอในบทความนี้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางแสดงจำนวนคุณลักษณะข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

Dataset	Number feature of original dataset	Number feature of proposed work
Pittsburgh Bridges (Bridge)	13	7
Credit Approval (CRX)	15	9
Molecular Biology (DNA)	58	14
Heart Disease (Heart)	13	8
Hepatitis	19	13
Ionosphere	34	14
Liver Disorders (Liver)	6	6
Connectionist Bench (Sonar)	60	30
Congressional Voting Records (Vote)	16	8
Wine	13	9
Zoo	16	7

วิธีการที่นำเสนอสามารถช่วยขจัดคุณลักษณะที่เป็นข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลทดสอบได้อย่างชัดเจน โดยในกรณีของชุดข้อมูล Molecular Biology (DNA) สามารถขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนออกไปได้ถึง 44 คุณลักษณะ เหลือเพียง 14 คุณลักษณะที่เหมาะกับการนำไปใช้ในการทำเหมืองข้อมูลจาก 58 คุณลักษณะของชุดข้อมูลต้นฉบับ หรือคิดเป็นร้อยละของการลบคุณลักษณะออกไปถึงร้อยละ 75.86 และจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ได้นำเสนอสามารถช่วยขจัดคุณลักษณะข้อมูลรบกวนได้เฉลี่ยแล้วร้อยละ 43.45 จากจำนวนของคุณลักษณะข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ

4.2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูล

จากสมมุติฐานที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในช่วงแรกของการวิจัยเกี่ยวกับการลดจำนวนคุณลักษณะข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูล ชุดข้อมูลใหม่ที่ได้ต้องยังคงประสิทธิภาพหรือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นชุดข้อมูลที่เหมาะกับการใช้ในการฝึกสอนของเครื่อง ในการทดลองส่วนนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับชั้นเดียว ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมและการยอมรับในการทำเหมืองข้อมูลเป็นเครื่องมือในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดข้อมูล โดยผลลัพธ์ของการทดสอบแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตารางเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการฝึกสอนด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ระหว่างชุดข้อมูลต้นฉบับกับชุดข้อมูลได้จากงานที่นำเสนอ

Dataset	Original Dataset	Proposed work
Pittsburgh Bridges (Bridge)	63.0%	**87.1%**
Credit Approval (CRX)	87.7%	**93.0%**
Molecular Biology (DNA)	90.0%	**100.0%**
Heart Disease (Heart)	86.7%	**94.1%**
Hepatitis	84.7%	**100.0%**
Ionosphere	94.3%	**98.3%**
Liver Disorders (Liver)	72.9%	72.9%
Connectionist Bench (Sonar)	83.0%	**100.0%**
Congressional Voting Records (Vote)	96.1%	**99.0%**
Wine	97.1%	**100.0%**
Zoo	96.0%	**98.0%**
Summarize	**86.50%**	**94.76%**

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลที่ผ่านการลบคุณลักษณะข้อมูลรบกวนออกไปนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจำแนกให้กับโครงข่ายประสาทเทียมได้ถึง 10 ชุดข้อมูล โดยมีถึง 4 ชุดข้อมูลที่ได้ผลความถูกต้องของการจำแนกถึงร้อยละ 100 ได้แก่ Molecular Biology (DNA), Hepatitis, Connectionist Bench (Sonar) และ wine

4.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพด้านเวลาในการทำงานการจำแนกข้อมูล

จากการทดลองในหัวข้อ 4.2 ผู้วิจัยได้บันทึกผลเวลาของการทำงานในการจำแนกข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพในเรื่องของเวลาการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ตารางเปรียบเทียบเวลาทำงานในการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกประเภทข้อมูล ระหว่างชุดข้อมูลต้นฉบับกับชุดข้อมูลที่ได้จากงานที่นำเสนอ

Dataset	Time (Milliseconds)	
	Original Dataset	Proposed work
Pittsburgh Bridges (Bridge)	90	90
Credit Approval (CRX)	140	**120**
Molecular Biology (DNA)	140	**90**
Heart Disease (Heart)	250	**230**
Hepatitis	250	**220**
Ionosphere	280	**220**
Liver Disorders (Liver)	290	290
Connectionist Bench (Sonar)	500	**400**
Congressional Voting Records (Vote)	170	**140**
Wine	90	**70**
Zoo	70	**50**
Average	**210**	**170**

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลที่ได้จากงานที่นำเสนอนี้สามารถช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ของเครื่อง โดยในชุดข้อมูล Molecular Biology (DNA) สามารถช่วยลดเวลาลงได้ถึงร้อยละ 36 จากการใช้ชุดข้อมูลต้นฉบับ และจากการทดลองชุดข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากงานที่นำเสนอสามารถช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ของเครื่องได้เฉลี่ยรวมร้อยละ 17

7. สรุปผลการทดลอง

ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการขจัดคุณลักษณะข้อมูลที่เป็นข้อมูลรบกวนออกจากชุดข้อมูลที่ต้องการนำมาฝึกสอนให้กับเครื่องในงานเหมืองข้อมูล โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Significant Matrix II ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่มีการทำงานที่รวดเร็วและมีความซับซ้อนน้อย ในการลดจำนวนของคุณลักษณะข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์หรือคุณลักษณะข้อมูลที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการเรียนรู้ของเครื่อง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นชัดว่าวิธีที่ได้นำเสนอสามารถช่วยลดจำนวนของคุณลักษณะของชุดข้อมูลลงได้ได้ถึงร้อยละ 43.450 จากจำนวนคุณลักษณะข้อมูลของชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมด โดยยังคงประสิทธิภาพของชุดข้อมูลในการเป็นชุดข้อมูลฝึกสอนของเครื่อง ซึ่งจากผลการทดลองจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลที่เพิ่มขึ้น โดยได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องร้อยละ 94.76 จากชุดข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากวิธีที่นำเสนอ และสามารถช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ของเครื่องจากชุดข้อมูลที่ได้จากวิธีที่นำเสนอลดลงได้อีกร้อยละ 17 เมื่อเทียบกับระยะเวลาเรียนรู้ของเครื่องกับชุดข้อมูลต้นฉบับทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

[1] Pyle, Dorian. *Data preparation for data mining*. Vol. 1. Morgan Kaufmann, 1999.

[2] Steeneken, Herman JM, and Frank WM Geurtsen. "Description of the RSG-10 noise database." report IZF 3 (1988): 1988.

[3] Chuasuwan, Ekapong. "The Significant Matrix without Genetic Algorithm for the feature selection (Significant Matrix 2)." Information and Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering (JICTEE), 2014 4th Joint International Conference on. IEEE, 2014.

[4] Chuasuwan, Ekapong, and Narissara Eiamkanitchat. "The feature selection for classification by applying the Significant Matrix with SPEA2." Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 2013 International. IEEE, 2013.

[5] Wu, Zhaohua, and Norden E. Huang. "Ensemble empirical mode decomposition: a noise-assisted data analysis method." Advances in adaptive data analysis 1.01 (2009): 1-41.

[6] Sloan, Robert. "Types of noise in data for concept learning." (1988): 91-96.

[7] Tan, Pang-Ning, Michael Steinbach, and Vipin Kumar. *Introduction to data mining*. Vol. 1. Boston: Pearson Addison Wesley, 2006.

[8] Lichman, M. (2013). UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science.

[9] Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of psychology.

การปรับปรุงอัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชันด้วยกลยุทธ์การครอสโอเวอร์ สำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบต่อเนื่อง

An Improved Differential Evolution Algorithm with Crossover Strategy for Continuous Optimization Problems

ดวงใจ จิตคงชื่น(Duangjai Jitkongchuen)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
duangjai.jit@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการในการปรับปรุงอัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชัน สำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบต่อเนื่อง โดยปรับปรุงพารามิเตอร์ในกระบวนการมิวเทชันให้สามารถปรับปรุงค่าของตัวเองได้ และนำอัลกอริทึมฝูงเคยมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการครอสโอเวอร์ ทำการทดลองเปรียบเทียบผลกับอัลกอริทึม DE ดั้งเดิมและ JDE พบว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถหาค่าคำตอบที่เหมาะสมได้ใน 8 ฟังก์ชันจากทั้งหมด 9 ฟังก์ชัน

คำสำคัญ: ดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชัน ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม พารามิเตอร์ที่ปรับค่าได้เอง

Abstract

This paper proposes a method to improve the differential evolution algorithm for the continuous optimization problems. In the proposed algorithm, the mutation parameter is gradually self-adapted according to the evolutionary search. Also, the krill herd algorithm is applied to the crossover operation. The proposed algorithm is compared with the traditional DE algorithm and JDE. The experimental results showed that the proposed algorithm was able to obtain the optimal solution in eight of nine benchmark problems.

Keyword: Differential Evolution, Optimization Problem, Self-adaptive Parameter.

1. บทนำ

ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบต่อเนื่อง (Continuous optimization problems) เป็นปัญหาในการหาค่าที่เหมาะสมของตัวแปรที่มีค่าเป็นจำนวนจริง หรือมีค่าต่อเนื่อง ปัญหาในกลุ่มนี้ เช่น การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming, LP), การโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear programming, NLP) เป็นต้น ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาและพบว่าอัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชัน (DE) เป็นวิธีที่ดีอีกวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบต่อเนื่อง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการคำตอบ และมีการทำงานที่รวดเร็วกว่าอัลกอริทึมจีเนติก (GA)

อัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชัน (DE) ถูกนำเสนอโดย Storn และ Price [1] เป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบสโตคาสติก ซึ่งการหาคำตอบมีวิธีการพื้นฐานมาจากการสุ่มเลือกประชากรเริ่มต้น มีกระบวนการทำงานหลัก 3 กระบวนการด้วยกันเช่นเดียวกับอัลกอริทึมจีเนติก (GA) คือ กระบวนการมิวเทชัน (Mutation), กระบวนการครอสโอเวอร์ (Crossover) และกระบวนการคัดเลือก (Selection) นอกจากนั้นอัลกอริทึม DE ยังมีพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อการทำงานอีก 3 พารามิเตอร์ด้วยกันคือค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการมิวเทชัน (F), ค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการครอสโอเวอร์ (CR) และค่าจำนวนประชากร (NP) ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการทำงานของอัลกอริทึม DE จะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้งสาม ซึ่งพบว่าในแต่ละปัญหามีความต้องการค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน [2] ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพื่อช่วยให้อัลกอริทึม DE สามารถปรับปรุง

ค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการมิวเทชันให้เหมาะสมกับแต่ละปัญหาได้ และนำเอาหลักการทำงานของอัลกอริทึมฝูงเคย (Krill head algorithm) [3] มาประยุกต์ใช้ในส่วนของกระบวนการครอสโอเวอร์ เพื่อช่วยให้อัลกอริทึม DE หาค่าคำตอบได้รวดเร็วขึ้น

2. อัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชัน

กระบวนการทำงานของอัลกอริทึม DE จะเริ่มต้นจากการกำหนดค่าประชากรเริ่มต้น (Initial population) โดยการสุ่มค่าให้อยู่ในช่วงของคำตอบที่ต้องการ และกำหนดให้โอกาสที่คำตอบจะถูกเลือกมีค่าสม่ำเสมอ (Uniform probability distribution) เรียกชุดประชากรเริ่มต้นนี้ว่าเวกเตอร์เป้าหมาย (Target vectors) $X_i^G = (x_{1,i}, x_{2,i}, ..., x_{j,i}, ..., x_{N,i})$ $i = 1, 2, ..., NP$ โดยที่ NP คือจำนวนประชากร, N คือจำนวนมิติของคำตอบ และ G คือจำนวนรอบในการทำงาน หลังจากนั้นนำชุดเวกเตอร์เป้าหมายที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการมิวเทชันเพื่อสร้างชุดคำตอบใหม่ เรียกชุดคำตอบในขั้นตอนนี้ว่ามิวแทนต์เวกเตอร์ (Mutant vectors) $V_i^G = (v_{1,i}, v_{2,i}, ..., v_{j,i}, ..., v_{N,i})$ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้สมการมิวแทนต์ DE/rand/1 แสดงในสมการที่ (1)

$$V_i^G = X_{r_1}^G + F(X_{r_2}^G - X_{r_3}^G) \quad (1)$$

โดยที่ $X_{r_1}^G, X_{r_2}^G, X_{r_3}^G$ คือชุดคำตอบที่สุ่มเลือกมาจากเวกเตอร์เป้าหมาย และไม่ซ้ำกับตัวเอง, พารามิเตอร์ F คือค่าน้ำหนักในการมิวเทชัน ทำหน้าที่ควบคุมความแตกต่างระหว่างประชากรที่ถูกสุ่มเลือกมา เกิดจากการสุ่มค่าตัวเลขจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง 2 หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการครอสโอเวอร์เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับคำตอบ เรียกชุดคำตอบในขั้นตอนนี้ว่าไทรอัลเวกเตอร์ (Trial vectors) $U_i^G = (u_{1,i}, u_{2,i}, ..., u_{j,i}, ..., u_{N,i})$ โดยไทรอัลเวกเตอร์จะได้มาจากการครอสโอเวอร์กันระหว่างเวกเตอร์เป้าหมาย กับมิวแทนต์เวกเตอร์

$$u_{j,i} = \begin{cases} v_{j,i}; & \text{if } (rand \le CR) \text{ or } (j = rd) \\ x_{j,i}; & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

โดยที่ rand คือการสุ่มค่าตัวเลขจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง 1, พารามิเตอร์ CR คือค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และ rd คือการสุ่มค่าตัวเลขจำนวนเต็มระหว่าง 1 ถึง N ต่อจากนั้นจะทำการคัดเลือกประชากรชุดใหม่สำหรับการทำงานในรอบถัดโดยนำไทรอัลเวกเตอร์มาทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสม (Fitness value) กับเวกเตอร์เป้าหมาย โดยถ้าค่าความเหมาะสมของไทรอัลเวกเตอร์ดีกว่าเวกเตอร์เป้าหมาย ชุดคำตอบของไทรอัลเวกเตอร์จะถูกเลือกเป็นประชากรในรอบการทำงานถัดไป

$$X_i^{G+1} = \begin{cases} U_i^G; & \text{if } f(U_i^G) \le (X_i^G) \\ X_i^G; & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

หลังจากนั้นกระบวนการทำงานจะทำซ้ำตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้ ชุดคำตอบสุดท้ายที่ได้คือค่าคำตอบของปัญหา

3. อัลกอริทึมที่นำเสนอ

จากสมการมิวแทนต์ DE/rand/1 จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ F ที่ทำหน้าที่ควบคุมความแตกต่างระหว่างประชากรที่ถูกสุ่มเลือกมา จะต้องถูกกำหนดขึ้นเองโดยผู้ใช้งาน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในแต่ละปัญหาต้องการค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ F ให้มีลักษณะที่สามารถปรับปรุงค่าของตัวเอง (Self-adaptive) ได้ โดยจะกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ F มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อกระบวนการทำงานเจอปัญหาค่าความเหมาะสมเฉพาะที่ (Local optimum) เพื่อช่วยเพิ่มการกระจายของข้อมูล

$$F^{G+1} = F^G + (F^G \times C) \quad (4)$$

โดยที่ C คือการสุ่มค่าตัวเลขจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง 1

หลังจากผ่านกระบวนมิวเทชันแล้วจะนำมิวแทนต์เวกเตอร์ (V_i) ที่ได้มาทำการหาค่าความเหมาะสม แล้วเลือกมิวแทนต์เวกเตอร์ชุดที่มีค่าความเหมาะสมดีที่สุดตั้งเป็นชุดคำตอบเริ่มต้นสำหรับการทำครอสโอเวอร์ต่อไป เรียกชุดคำตอบนี้ว่า Stud DE ($stud_j$) แล้วนำ Stud DE มาทำการครอสโอเวอร์กับมิวแทนต์เวกเตอร์ เพื่อให้ได้ชุดคำตอบชุดใหม่ (V_i')

$$stud_j = v_{j,i}, \min_{i=1}^{NP}[f(V_i)] \quad (5)$$

$$v'_{j,i} = \begin{cases} v_{j,i} & ; \text{if } (rand \le CR) \text{ or } (j = rd) \\ stud_j & ; \text{else} \end{cases} \quad (6)$$

แล้วเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมระหว่างชุดคำตอบชุดใหม่ (V_i') กับมิวแทนต์เวกเตอร์ (V_i) โดยถ้าค่าความเหมาะสมของชุดคำตอบชุดใหม่ (V_i') มีค่าดีกว่ามิวแทนต์เวกเตอร์ ชุดคำตอบชุดใหม่ (V_i') จะถูกเลือกไปสร้างเป็นไทรอัลเวกเตอร์ (U_i^G)

ในกรณีที่ค่าความเหมาะสมของชุดคำตอบชุดใหม่ (V_i') ไม่ดีกว่ามิวแทนต์เวกเตอร์ จะนำเอาหลักการทำงานของอัลกอริทึมฝูงเคยมาใช้ปรับปรุงค่าคำตอบ ทั้งนี้อัลกอริทึมฝูงเคยทำงานโดยอาศัยหลักการการดำรงชีวิตของเคยภายในฝูง ซึ่งเคยแต่ละตัวจะเคลื่อนที่โดยคำนึงถึงปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยด้วยกัน คือ (1) การเคลื่อนที่โดยพิจารณาจากเคยตัวอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเอง (Motion induced by its neighbors) (2) การเคลื่อนที่เพื่อเข้าหาแหล่งอาหาร (Foraging motion) และ (3) การกระจายแบบสุ่ม (Random diffusion)

ในงานวิจัยนี้จะนำเอาส่วนของการเคลื่อนที่เพื่อเข้าหาแหล่งอาหารของอัลกอริทึมฝูงเคยมาใช้ ซึ่งรูปแบบของการเคลื่อนที่เพื่อเข้าหาแหล่งอาหารจะทำให้เกิดการค้นหาแบบเฉพาะที่ (Local search) ขึ้น ทำให้กระบวนการค้นหาค่าที่เหมาะสมสามารถหาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น โดยไทรอัลเวกเตอร์ (U_i^G) จะถูกสร้างตามสมการที่ (7)

$$u_{j,i} = (\beta_{j,i}^{food} + \beta_{j,i}^{best})\, v_{j,i} \tag{7}$$

โดยที่ $\beta_{j,i}^{food}$ คือค่าความน่าสนใจของแหล่งอาหาร และ $\beta_{j,i}^{best}$ คือค่าผลกระทบจากเคยตัวที่มีค่าความเหมาะดีที่สุด โดยในลำดับแรกต้องทำการสร้างแหล่งอาหารขึ้นมาก่อน การสร้างแหล่งอาหาร (X^{food}) จะใช้หลักการประมาณค่าจากศูนย์กลาง (Center of mass) มาใช้กำหนดค่าของแหล่งอาหารดังสมการ

$$X^{food} = \frac{\sum_{i=1}^{NP}\left(\frac{1}{K_i}V_i\right)}{\sum_{i=1}^{NP}\left(\frac{1}{K_i}\right)} \tag{8}$$

ดังนั้นค่าความน่าสนใจของแหล่งอาหาร ($\beta_{j,i}^{food}$) และค่าผลกระทบจากเคยตัวที่มีค่าความเหมาะดีที่สุด ($\beta_{j,i}^{best}$) จะหาได้จาก

$$\beta_i^{food} = C^{food}\,\hat{K}_{i,food}\,\hat{V}_{i,food} \tag{9}$$

$$\beta_i^{best} = \hat{K}_{i,best}\,\hat{V}_{i,best} \tag{10}$$

โดยที่ C^{food} คือค่าสัมประสิทธิ์ของแหล่งอาหาร ซึ่งค่าความน่าสนใจของแหล่งอาหารนั้นจะลดลงตามจำนวนรอบการทำงาน และค่า $C^{food}, \hat{K}_{i,l}, \hat{V}_{i,l}$ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C^{food} = 2\left(1 - \frac{iter}{iter_{max}}\right) \tag{11}$$

$$\hat{K}_{i,l} = \frac{f(V_i) - f(V_l)}{f^{worst} - f^{best}} \tag{12}$$

$$\hat{V}_{i,l} = \frac{V_l - V_i}{\|V_l - V_i\| + \varepsilon} \tag{13}$$

โดยที่ iter คือจำนวนรอบการทำงานปัจจุบัน, $iter_{max}$ คือจำนวนรอบการทำงานทั้งหมดที่กำหนดไว้, f^{best} คือค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด และ f^{worst} คือค่าความเหมาะสมที่แย่ที่สุดตามลำดับ

หลังจากนั้นจะทำการคัดเลือกประชากรชุดใหม่สำหรับการทำงานในรอบถัดโดยนำไทรอัลเวกเตอร์มาทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสม (Fitness value) กับเวกเตอร์เป้าหมาย โดยถ้าค่าความเหมาะสมของไทรอัลเวกเตอร์ดีกว่าเวกเตอร์เป้าหมาย ชุดคำตอบของไทรอัลเวกเตอร์จะถูกเลือกเป็นประชากรในรอบการทำงานถัดไป เมื่อทำงานครบตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้ ชุดคำตอบสุดท้ายที่ได้คือค่าคำตอบของปัญหา

4. ผลการทดลอง

การวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอทำการวัดผลจากชุดฟังก์ชันมาตรฐาน (Benchmark functions) [4] ทั้งหมด 9 ฟังก์ชันตามตารางที่ 1 โดยที่ฟังก์ชันที่ 1 ถึงฟังก์ชันที่ 5 เป็นฟังก์ชันที่มีฐานนิยมเดียวแบบต่อเนื่อง (Continuous unimodal functions) ฟังก์ชันที่ 6 เป็นฟังก์ชันขั้นบันไดแบบไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous step function) ฟังก์ชันที่ 7 เป็นฟังก์ชันยกกำลังสี่ที่เรียกว่า Noisy quartic function และฟังก์ชันที่ 8 และฟังก์ชันที่ 9 เป็นฟังก์ชันแบบ Multimodal functions โดยทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของการทดลองตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1: ฟังก์ชันมาตรฐาน (Benchmark functions)

Functions	D	S	f_{min}
$f_1(x)=\sum_{i=1}^{D} x_i^2$	30	[-100,100]	0
$f_2(x)=\sum_{i=1}^{D}\lvert x_i\rvert+\prod_{i=1}^{D}\lvert x_i\rvert$	30	[-10,10]	0
$f_3(x)=\sum_{i=1}^{D}\left(\sum_{j=1}^{i} x_j\right)^2$	30	[-100,100]	0
$f_4(x)=\max_i\{\lvert x_i\rvert, 1\le i\le D\}$	30	[-100,100]	0
$f_5(x)=\sum_{i=1}^{D-1}\left[100\left(x_{i+1}-x_i^2\right)^2+\left(x_i-1\right)^2\right]$	30	[-30,30]	0
$f_6(x)=\sum_{i=1}^{D}\left(\lfloor x_i+0.5\rfloor\right)^2$	30	[-100,100]	0
$f_7(x)=\sum_{i=1}^{D} i x_i^4+\text{random}[0,1)$	30	[-1.28,1,28]	0
$f_8(x)=\sum_{i=1}^{D}-x_i\sin\left(\sqrt{\lvert x_i\rvert}\right)$	30	[-500,500]	-12,569.5
$f_9(x)=\sum_{i=1}^{D}\left[x_i^2-10\cos(2\pi x_i)+10\right]$	30	[-5.12,5.12]	0

ตารางที่ 2: ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด
Mutation parameter (F)	0.5
Crossover parameter (CR)	0.9
Population size	100
จำนวนรอบที่ใช้ในการทดลอง	
Function f_1, f_6	1500
Function f_2	2000
Function f_7	3000
Function f_3, f_4, f_9	5000
Function f_8	9000
Function f_5	20000

นำผลการทดลองเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม DE ดั้งเดิม และอัลกอริทึม JDE [5] จากผลการทดลองในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าในฟังก์ชัน f_1, f_2, f_3, f_7 นั้นอัลกอริทึมที่นำเสนอให้ค่าคำตอบที่ดีกว่าอัลกอริทึมที่นำมาเปรียบเทียบ ส่วนในฟังก์ชัน f_4, f_5, f_6 ทุกอัลกอริทึมให้ค่าคำตอบที่เท่ากัน และในฟังก์ชัน f_8, f_9 อัลกอริทึมที่นำเสนอ และอัลกอริทึม JDE ให้ค่าคำตอบที่ดีกว่าอัลกอริทึม DE ดั้งเดิม นอกจากนั้นอัลกอริทึมที่นำเสนอยังสามารถค้นหาคำตอบได้ในภายในจำนวนรอบการทำงานที่น้อยกว่าอัลกอริทึม DE ดั้งเดิม ดังแสดงในตางรางที่ 4 แต่จะใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่า เนื่องจากมีขั้นตอนการค้นหาแบบเฉพาะที่ (Local search) เพิ่มเติมขึ้นมาในกระบวนการครอสโอเวอร์

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการมิวเทชันของอัลกอริทึมดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชันให้มีลักษณะที่สามารถปรับปรุงค่าของตัวเอง (Self-adaptive) ได้ ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัญหา และนำเอาอัลกอริทึมฝูงเคยมาทำงานร่วมในกระบวนการครอสโอเวอร์ เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่เหมาะสมได้รวดเร็วขึ้น โดยทำการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอเปรียบเทียบผลกับอัลกอริทึม DE ดั้งเดิม และอัลกอริทึม JDE จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถหาค่าคำตอบที่เหมาะสมได้ใน 8 ฟังก์ชันจากทั้งหมด 9 ฟังก์ชัน

ตารางที่ 3: ผลการทดลองอัลกอริทึมที่นำเสนอ เปรียบเทียบกับอัลกอริทึม DE และ JDE

Functions	DE	JDE	อัลกอริทึมที่นำเสนอ
f_1	8.2E-14 (5.9E-14)	1.1E-28 (1.0E-28)	0 (0)
f_2	1.5E-9 (9.9E-10)	1.0E-23 (9.7E-27)	0 (0)
f_3	6.8E-11 (7.4E-11)	3.1E-14 (5.9E-14)	0 (0)
f_4	0 (0)	0 (0)	0 (0)
f_5	0 (0)	0 (0)	0 (0)
f_6	0 (0)	0 (0)	0 (0)
f_7	4.63E-3 (1.2E-3)	3.15E-3 (7.5E-4)	9.05E-7 (1.82E-2)
f_8	-11,080.1 (574.7)	-12,569.5 (7.0E-12)	-12,569.5 (415.91)
f_9	69.2 (38.8)	0 (0)	0 (0)

ตารางที่ 4: จำนวนรอบและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของอัลกอริทึมที่นำเสนอ เปรียบเทียบกับอัลกอริทึม DE

Functions	จำนวนรอบสูงสุดที่กำหนด	DE		อัลกอริทึมที่นำเสนอ	
		จำนวนรอบ	เวลา (วินาที)	จำนวนรอบ	เวลา (วินาที)
f_1	1500	1500	3.372	75	00.474
f_2	2000	2000	2.857	133	00.467
f_3	5000	5000	21.321	20	00.260
f_4	5000	5000	6.775	27	00.068
f_5	20000	20000	12.472	8566	115.858
f_6	1500	125	0.238	5	00.020
f_7	3000	3000	11.425	3000	16.109
f_8	9000	3973	13.634	1794	51.716
f_9	5000	5000	14.371	15	00.122

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Storn R and Price K, “Differential evolution - a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces,” *Journal of Global Optimization*, vol. 11, pp. 341-359, 1997.

[2] Zhang J and Sanderson AC, “JADE: Adaptive differential evolution with optional external archive,” *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol. 13, no. 5, pp. 945-958, 2009.

[3] Gandomi AH and Alavi AH, “Krill herd: a new bio-inspired optimization algorithm,” *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 17, pp. 4831-4845, 2012.

[4] Yao X, Liu Y and Lin G, “Evolutionary programming made faster,” *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol. 3, no. 2, pp. 82-102, 1999.

[5] Brest J, Greiner S, Boskovic B, Mernik M and Zumer V, “Self-adapting control parameters in differential evolution: a comparative study on numerical benchmark problems,” *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol.10, no. 6, pp. 646-657, 200

การประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิก เพื่อจัดสรรหน่วยความจำของเวอร์ชวลแมชีนในการประมวลผลคลาวด์
Applied Fuzzy Logic for Memory Allocation of Virtual Machines in Cloud Computing

ทิพรัตน์ ศิลปพงศ์วรากร(Tipparat Sinlapaphongwarakorn)[1] และชัยพร เขมะภาตะพันธ์(Chaiyaporn Khemapatapan)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]tipparat.nid@gmail.com, [2]chaipor@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอวิธีการพยากรณ์และจัดสรรหน่วยความจำในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน โดยนำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการร่วมกับ Fuzzy Logic ซึ่งมี 2 รูปแบบ ที่มีพื้นฐานการประมวลผลแบบฟัซซี ดังนี้ วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วย COG (วิธีที่ 1) และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วย Max Diff (วิธีที่ 2) โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ ค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ ค่าการพยากรณ์หน่วยความจำแบบ EWMA และค่าผลต่างของหน่วยความจำ ซึ่งวิธีดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ให้มีผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ที่ไม่น้อยกว่าค่าข้อมูลจริง เพื่อลดความเสี่ยงที่จะทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง จากการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำแบบพลวัต(Dynamic)

จากผลการทดลอง พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 มีอัตราความเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหากับระบบน้อยกว่าวิธีอื่น ดังนั้น วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 จึงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ในการนำไปใช้สำหรับควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำให้เกิดประประโยชน์ต่อการใช้งาน

คำสำคัญ: การจัดสรร การพยากรณ์ หน่วยความจำ เวอร์ชวลแมชีน ฟัซซีลอจิก

Abstract

This paper presents the forecasting method and the memory allocation for each virtual machine. By combining the EWMA forecasting method with 2 kinds of the Fuzzy Logic method that based on the fuzzy processing. The method 1 is the fuzzy forecasting method by the center of gravity's value (COG) and the Method 2 is the fuzzy forecasting method by the Max Diff, the maximum difference value of memory. And it has the important variables are the actual memory value, the forecasting memory value by the EWMA forecasting method and the differential memory value. From the above method aims to improve the forecasting result, by using the EWMA forecasting method, is not less than the actual memory value. Consequently, using the forecasting result to control the dynamic memory allocation for reducing a risk that the system cannot service continuously.

The results showed that the fuzzy forecasting by the Method 2 has the risk rate of problems less than another method. Therefore, the fuzzy forecasting by using the Method 2 is the appropriate forecasting method that use for controlling the memory allocation and making the advantage to the system.

Keywords: Allocation, Forecast, Memory, Outage, Virtual Machine, Fuzzy Logic.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผลคลาวด์ มีความสำคัญกับธุรกิจและองค์กรต่างๆ สามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อและบำรุงรักษาทรัพยากรให้กับองค์กรได้ เพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน จึงทำให้มีความต้องการในการใช้งานเทคโนโลยีนี้เพิ่มมากขึ้น

การประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว(Private Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น

ซึ่งช่วยให้องค์กรที่นำมาใช้งาน ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก โดยสร้างการทำงานต่างๆ ผ่านเวอร์ชวลแมชีน(Virtual Machine) บนระบบคลาวด์ อย่างไรก็ตาม มักพบว่า เมื่อมีการใช้งานการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัวไปสักระยะ จะพบปัญหาทรัพยากรของแต่ละเวอร์ชวลแมชีนที่ใช้งาน ไม่เพียงพอกับความต้องการที่เปลี่ยนไป ทำให้จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดสรรทรัพยากรเป็นระยะ หรือย้ายการประมวลผล(Migration) ตัวเวอร์ชวลแมชีนไปยังตัวใหม่ที่มีทรัพยากรเพียงพอเสมอ หนึ่งในทรัพยากรที่มีผลต่อการใช้งานในการประมวลผลคลาวด์คือ หน่วยความจำ(Memory) ซึ่งต้องมีการจัดสรรให้กับเวอร์ชวลแมชีนให้เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากหน่วยความจำไม่เพียงพอ จะส่งผลให้เวอร์ชวลแมชีนนั้น มีการตอบสนองต่อการทำงานที่ช้าลง ระบบค้าง ขาดความต่อเนื่องในการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน หรือในกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือ ระบบล่ม ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์กรได้

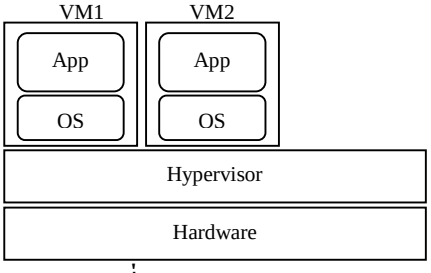
การวิจัยนี้ จึงนำเสนอการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของแต่ละเวอร์ชวลแมชีนในระบบคลาวด์ ด้วยวิธีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) เพื่อให้ได้ปริมาณหน่วยความจำที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่จะใช้ และสามารถนำผลลัพธ์จากการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจได้ นอกจากนี้ จะดำเนินการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี โดยจะใช้ค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ มาเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการพยากรณ์

สำหรับส่วนถัดไปจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 จะได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ในส่วนที่ 4 อธิบายถึงผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 เป็นสรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลคลาวด์(Cloud Computing)

การประมวลผลคลาวด์ [1] เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย มีรูปแบบการให้บริการผ่านทางอินเตอร์เน็ทที่มีผู้ให้บริการจัดสรรทรัพยากรแก่ผู้ใช้บริการให้ใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ มีการปรับเพิ่มและลดทรัพยากร ที่ทำได้อย่างง่ายและรวดเร็ว สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่ ทุกเวลา ผ่านทางอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Computer, Tablet และ Smartphone เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือมีความเชี่ยวชาญทางเทคนิคสำหรับการทำงานนั้นๆ สามารถทำงานได้โดยอาศัยไฮเพอร์ไวเซอร์(Hypervisor) หรือเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) [2] เช่น Microsoft Hyper-V, VMware vSphere, Citrix Xen หรือ Linux KVM เป็นต้น เพื่อเข้าถึงทรัพยากรที่แท้จริงของแต่ละโหนด และกำหนดทรัพยากรที่มีอยู่ให้แต่ละเวอร์ชวลแมชีนดังภาพที่ 1 โดยทรัพยากรที่กำหนดให้ทั้งหมด ต้องไม่เกินกว่าที่โหนดมีอยู่ ซึ่งทรัพยากรที่ต้องจัดสรร ได้แก่ หน่วยประมวลผล(CPU) หน่วยความจำ(Memory) หน่วยจัดเก็บข้อมูล(Disk) และการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Network) โดยทั่วไป ลักษณะการจัดสรรทรัพยากรเหล่านี้ เป็นแบบคงที่(Static)



ภาพที่ 1: การประมวลผลคลาวด์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V Holy Angel Jenitha และคณะ [3] นำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพหน่วยความจำให้กับเวอร์ชวลแมชีนภายในระบบคลาวด์ที่ใช้ Xen Hypervisor โดยมีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง (Exponentially Weighted Moving Average : EWMA) แล้วนำค่าการพยากรณ์มาดำเนินการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับระบบ แต่งานวิจัยนี้ ไม่ได้แสดงผลลัพธ์จากการพยากรณ์ และบทสรุปของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ที่มีความเหมาะสม สัมพันธ์กับงาน หรือหน่วยความจำ

Jimoh, R.G. และคณะ [4] นำเสนอแบบจำลองฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นการวางแผนป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง ซึ่งวิธีนี้ ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนได้ แต่งานวิจัยนี้ ใช้ความเร็วลมและอุณหภูมิเป็นตัวแปรอินพุท

ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้วางแผนการคาดการณ์เพื่อแก้ไขปัญหาบางปัญหา

ชุติมา ปลอดโปร่งและคณะ [5] นำเสนอการใช้ฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้เกิดการประหยัดพลังงาน หรือทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และอุณหภูมิห้องยังอยู่ในช่วงความสบาย ความพึงพอใจของผู้อาศัยเป็นสำคัญ โดยงานวิจัยนี้ มีการกำหนดตัวแปร และเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน รวมถึงคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีระบบควบคุมแบบฟัซซีเทียบกับระบบควบคุมแบบเปิด/ปิด

ยุพา ชิดทองและคณะ [6] นำเสนอการพยากรณ์น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองฟัซซีลอจิก เพื่อพยากรณ์ระดับน้ำท่วมล่วงหน้า บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญและความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต ซึ่งแบบจำลองฟัซซีลอจิกสามารถใช้งานได้ดี มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ จึงทำให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความจำเป็นอย่างมากในการกำหนดกฎของฟัซซี ซึ่งช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำสูง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ดำเนินการออกแบบระบบการประมวลผลคลาวด์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้ง Virtual Box(Host) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างเวอร์ชวลแมชีน(Guest) โดยในการออกแบบ ประกอบด้วยเครื่อง Host 1 เครื่อง มี RAM 5 GB ซึ่งติดตั้ง OpenStack Cloud Software สำหรับสร้างระบบคลาวด์ที่ใช้ Linux KVM และ Apache jMeter ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับจำลองการใช้บริการเครื่องแม่ข่ายในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน ส่วนเวอร์ชวลแมชีนที่ถูกสร้างด้วย OpenStack นั้น มีจำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมี RAM 1.5 GB ทั้ง Host และ Guest มีระบบปฏิบัติการเป็น Ubuntu 12.04 LTS โดยมีลักษณะการทำงาน คือ กำหนดชื่อ Guest เป็น server1, server2 และ server3 ดำเนินการติดตั้งเว็บไซต์และมีสคริปต์ไฟล์สำหรับจัดเก็บค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นกับ Guest ทั้ง 3 ซึ่งระบบเว็บไซต์จะถูกเปิดไว้เพื่อให้ Apache jMeter จาก Host ได้เข้าถึง Guest ซึ่งร้องขอผ่านโปรโตคอล http ที่ใช้สำหรับทดสอบการเข้าใช้บริการเว็บไซต์ โดยจำลองให้ทั้ง 3 เครื่อง มีจำนวนผู้ใช้บริการ 50 คน ส่วนสคริปต์ที่ใช้จัดเก็บค่าหน่วยความจำของ Guest แต่ละเครื่องนั้น จะจัดเก็บลงในเท็กไฟล์ เริ่มตั้งแต่เครื่องมีการเปิดใช้งาน โดยจะจัดเก็บค่าหน่วยความจำทุกๆ 10 วินาที เพื่อที่จะนำค่าหน่วยความจำนั้น ไปใช้ดำเนินการต่อ

3.2 นำเทคนิคการพยากรณ์แบบ EWMA [3] ที่มีสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) \quad (1)$$

โดยที่ E(t) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

E(t - 1) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด

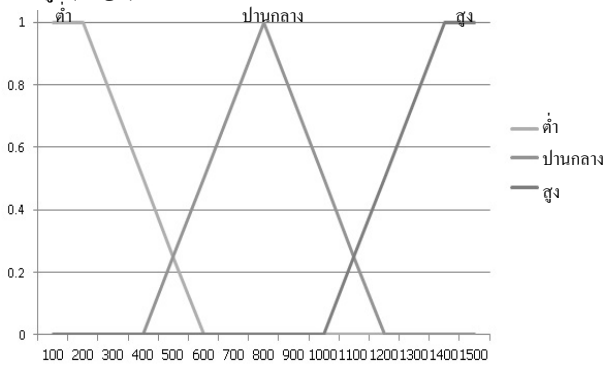
O(t - 1) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ O(t - 1) / E(t - 1)

มาประมวลผล และแสดงให้เห็นในรูปแบบของกราฟ โดยนำข้อมูลระหว่างค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการมาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA พร้อมทั้งข้อสรุป เพื่อให้เห็นว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA สามารถพยากรณ์หน่วยความจำได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่ใช้จริงหรือไม่

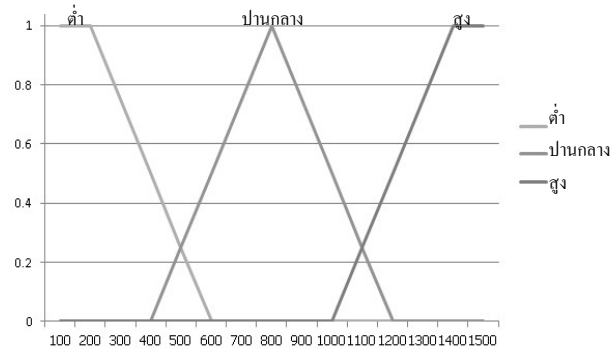
3.3 การประมวลผลด้วยวิธีฟัซซีลอจิก นำผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการปรับสมดุลให้กับค่าพยากรณ์แบบ EWMA ที่มีเงื่อนไขของฟัซซีเป็นตัวกำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะนำเสนอวิธีการทางฟัซซี 2 วิธีการ โดยใช้ข้อมูลดังนี้

- ตัวแปรอินพุทที่ 1 เป็นค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ต่ำ(Low), ปานกลาง(Medium) และสูง(High)



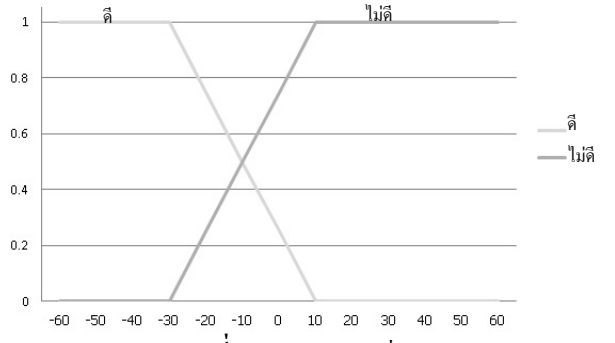
ภาพที่ 2: ตัวแปรอินพุทที่ 1(actual)

- ตัวแปรอินพุทที่ 2 เป็นค่าข้อมูลที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ต่ำ(Low), ปานกลาง(Medium) และสูง(High)



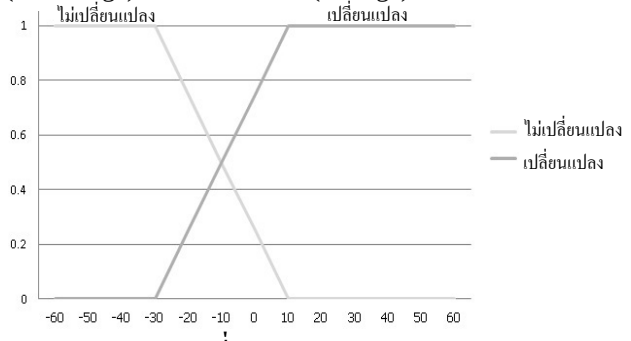
ภาพที่ 3: ตัวแปรอินพุทที่ 2(forecast)

- ตัวแปรอินพุทที่ 3 เป็นผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ดี(Good) และไม่ดี(Poor)



ภาพที่ 4: ตัวแปรอินพุทที่ 3(diff.)

- ตัวแปรเอาท์พุท จำนวน 1 ตัว เป็นการแปลงค่าฟัซซีเป็นค่าทั่วไป โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ไม่เปลี่ยนแปลง (NoChange) และเปลี่ยนแปลง(Change)



ภาพที่ 5: ตัวแปรเอาท์พุท(output)

- เงื่อนไขที่ใช้ในประมวลผลฟัซซีลอจิก กำหนดไว้ 12 เงื่อนไข ตัวอย่าง เช่น if (actual is Low) and (forecast is Low) and (diff is Good) then (output is NoChange)

ตารางที่ 1: ตารางแสดงกฎฟัซซี

กฎฟัซซี	ตัวแปรอินพุทที่ 1 (actual)	ตัวแปรอินพุทที่ 2 (forecast)	ตัวแปรอินพุทที่ 3 (diff)	เอาท์พุท (output)
1	Low	Low	Good	NoChange
2	Low	Low	Poor	Change
3	Low	Medium	Good	NoChange
4	Low	Medium	Poor	Change
5	Medium	Low	Poor	Change
6	Medium	Medium	Good	NoChange
7	Medium	Medium	Poor	Change
8	Medium	High	Good	NoChange
9	Medium	High	Poor	Change
10	High	Medium	Poor	Change
11	High	High	Good	NoChange
12	High	High	Poor	Change

หลังจากที่ออกแบบข้อมูลสำหรับการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซีแล้ว นำข้อมูลดังกล่าว มาดำเนินการกับทั้ง 3 เวอร์ชวลแมชีน ดังนี้

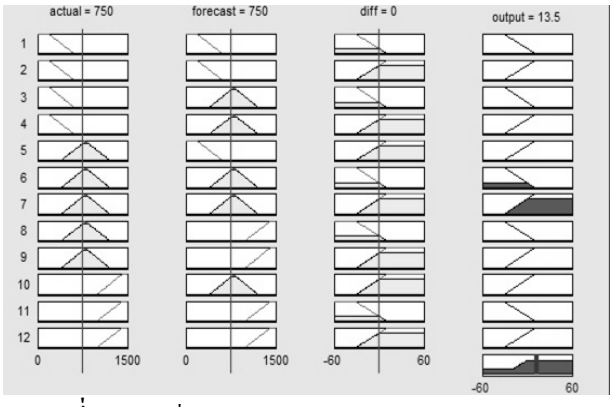
3.3.1 วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยจุดศูนย์ถ่วง(วิธีที่ 1) นำโปรแกรม MATLAB มาช่วยหาค่าจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity : COG) ซึ่งมีสมการของ COG ดังนี้

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^{N} a_i w_i}{\sum_{i=1}^{N} a_i} \qquad (2)$$

โดยที่ N คือ ค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ i

a_i คือ ค่าฟัซซีของเอาท์พุทในฟัซซีตำแหน่งที่ i

w_i คือ พื้นที่ใต้โค้งของเซตฟัซซีตำแหน่งที่ i



ภาพที่ 6: COG ที่ได้จากการประมวลผลฟัซซีลอจิกใน MATLAB

จากนั้น นำ COG(C_g) ไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วดำเนินการต่อโดยไม่สนใจว่าค่า C_g จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) + C_g \qquad (3)$$

โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุทที่ 3 และตัวแปรเอาท์พุท คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้น

จริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบฟัซซีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงและ $C_g = 0$ แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบฟัซซีจะมีการเปลี่ยนแปลงและ $C_g = 13.5$

จากวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว เป็นเพียงแนวทางในการปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ให้มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น แต่ผลที่ได้ยังคงมีค่าพยากรณ์ที่น้อยกว่าค่าข้อมูลจริงในทุกเวอร์ชวลแมชีน จึงปรับปรุงแนวทางใหม่โดยใช้วิธีนำเสนอ 2

3.3.2 วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยผลต่างของหน่วยความจำที่มากที่สุด(วิธีที่ 2)(Max Diff : M_d) เป็นการนำผลต่างที่มากที่สุดระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ในแต่ละเวอร์ชวลแมชีนมาดำเนินการ มีสมการ ดังนี้

$$actual - forecast = diff \quad (4)$$

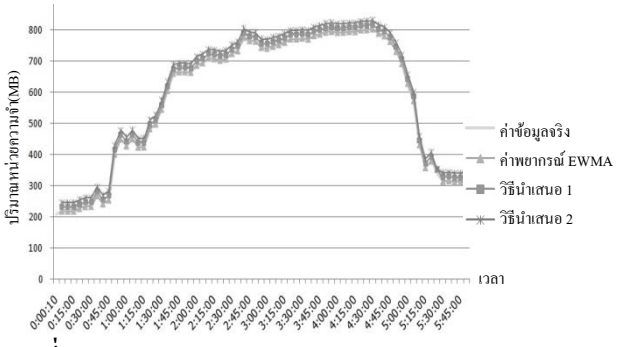
จากที่มีการจัดเก็บหน่วยความจำทุกๆ 10 วินาที ทำให้มี diff ทุก 10 วินาทีเช่นกัน แต่จะใช้ diff ตัวที่มากที่สุด(M_d) ของแต่ละเวอร์ชวลแมชีนไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วดำเนินการต่อโดยไม่สนใจว่าค่า M_d จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) + M_d \quad (5)$$

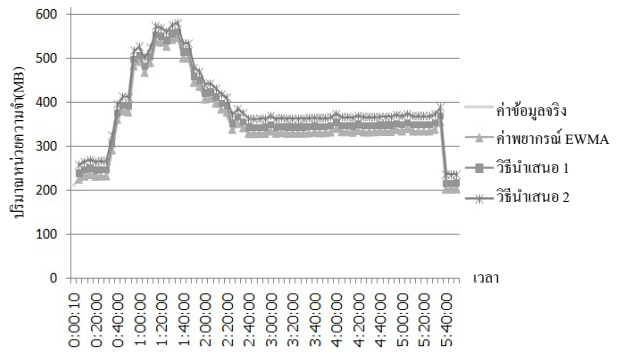
โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุทที่ 3 และตัวแปรเอาท์พุท คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบฟัซซีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ $M_d = 0$ แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบฟัซซีจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในการวิจัยนี้ M_d ที่ได้จากเวอร์ชวลแมชีนทั้ง 3 คือ $M_{d(VM1)}= 28$, $M_{d(VM2)}= 33$ และ $M_{d(VM3)}= 48$

4. ผลการดำเนินงาน

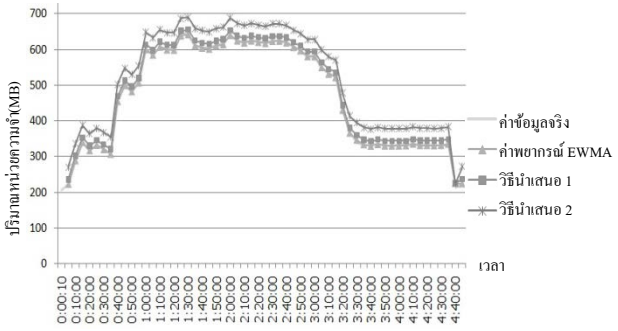
4.1 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชวลแมชีน ในภาพรวมของระบบ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าวิธีนำเสนอ 2 มีค่าหน่วยความจำโดยส่วนใหญ่มากกว่าวิธีการอื่นๆ



ภาพที่ 7: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM1)

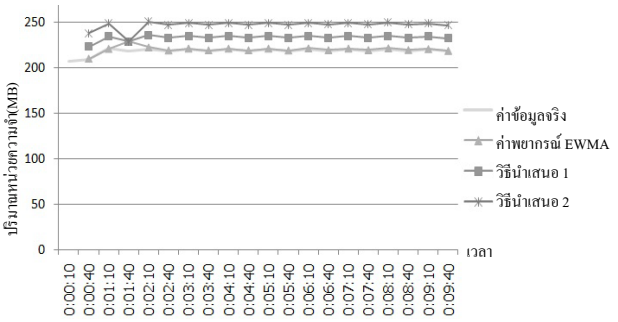


ภาพที่ 8: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM2)

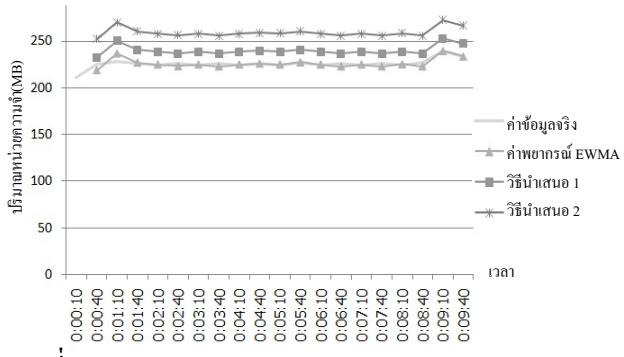


ภาพที่ 9: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM3)

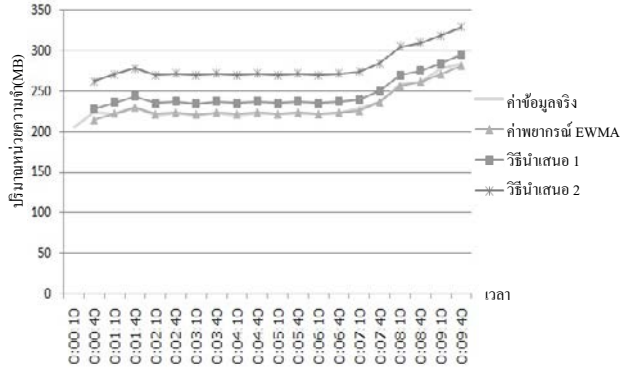
4.2 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชวลแมชีน ที่ 10 นาทีแรก เพื่อให้เห็นค่าหน่วยความจำที่ชัดเจนขึ้น



ภาพที่ 10: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM1) ที่ 10 นาทีแรก



ภาพที่ 11: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM2) ที่ 10 นาทีแรก



ภาพที่ 12: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบฟัซซีทั้ง 2 วิธี (VM3) ที่ 10 นาทีแรก

จากภาพที่ 7-12 จะเห็นได้ว่า มีบางช่วงเวลา ปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีนั้น มีค่าน้อยกว่าหน่วยความจำที่ใช้งานจริง ซึ่งอาจทำให้เกิด Memory Outage ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบ Memory Outage ในแต่ละกรณี

เวอร์ชวลแมชีน	ค่าพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 1	ค่าพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2
VM1	37.64%	0.43%	0.00%
VM2	35.44%	0.38%	0.05%
VM3	39.32%	0.71%	0.00%

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่าพยากรณ์แบบ EWMA มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage สูงที่สุด และเมื่อมีการปรับปรุงค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้ มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ที่ลดลง ซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 ให้ค่าที่น้อยที่สุด

5. สรุป

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 มีอัตราความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อระบบที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 1 และหากต้องมีการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ เพื่อช่วยในการควบคุมและจัดสรรหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 จะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการดำเนินการ

สำหรับงานในอนาคต จะดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำแบบพลวัต(Dynamic) ให้กับแต่ละเวอร์ชวลแมชีนในระบบการประมวลผลคลาวด์ ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี วิธีที่ 2 เพื่อให้รองรับกับการใช้งานจริง และเกิดการใช้งานหน่วยความจำที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] The National Institute of Standards and Technology (NIST). (2013, December 12). *Cloud Computing* [Online]. Available: http://www.csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html.

[2] Bill Kleyman. (2012, August 01). *Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market* [Online]. Available: http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market.

[3] V Holy Angel Jenitha and R.Veeramani, "Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing" *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, Vol. 16, Issue 2, Ver. IV (Mar-Apr. 2014), pp. 19-23.

[4] Jimoh, R.G., Olagunju, M., Folorunso, I.O., Asiribo and M.A., "Modeling Rainfall Prediction using Fuzzy Logic" *IJIRCCE*, Vol. 1, Issue 4, June 2013.

[5] ชุติมา ปลอดโปร่ง,วรรัตน์ ปัตรประกร และพรระพีพัฒน์ ภาสบุตร, "การใช้ฟัซซี่ลอจิกกับเครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์โดยอยู่บนพื้นฐานของการประหยัดพลังงานและความพึงพอใจของมนุษย์สำหรับพื้นที่ในเขตร้อนชื้น" *การประชุมเครือข่ายวิชาการบัณฑิตแห่งชาติ ครั้งที่ 1* มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ธันวาคม 2555.

[6] ยุพา ชิดทอง, วิภาดา แซ่อึ้ง และเมธี สายมงคล, "การพยากรณ์น้ำท่วมโดยแบบจำลองฟัซซี่ลอจิก" *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9* ปี พ.ศ.2547 หน้า WRE 19-23.

การย้ายถิ่นแบบปรับตัวสำหรับจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย
A Self Adaptive Migration for Distributed Genetic Algorithm

ชัยวิวัฒน์ จันต๊ะสาร(Chaiwiwat Jantasarn)[1] และพรเทพ โรจนวสุ(Pornthep Rojanavasu)[2]
[1]สาขาเทคโนโลยีอินเทอร์เนตและสารสนเทศ, [2]สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
[1]angelwing14@hotmail.com, [2]pornthep.ro@up.ac.th

บทคัดย่อ

จีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย(Distributed Genetic Algorithm : DGA) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้การหาคำตอบของจีเนติกอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและใช้เวลาในการประมวลผลลดลง โดยจะแบ่งประชากรออกเป็นหลาย ๆ กลุ่ม เรียกว่า กลุ่มย่อยประชากร(sub-population) และมีกระบวนการย้ายถิ่น(Migration) เพิ่มเข้ามา งานวิจัยนี้เสนออัลกอริทึมการย้ายถิ่นและโครงสร้างแบบปรับตัวของ DGA โดยจะใช้ค่าความแปรปรวนของค่าวัตถุประสงค์เป็นค่าที่พิจารณาในการปรับค่าช่วงระยะการย้ายถิ่น ขนาดในการย้ายถิ่น และโครงสร้างในกลุ่มย่อยประชากร ผลการทดลองกับฟังก์ชั่นเทียบเคียง 4 ฟังก์ชั่นพบว่า DGA ที่นำเสนอมีการลู่เข้าหาคำตอบ(Convergence) ที่ดีกว่า SGA และ DGA ที่ไม่มีการปรับตัว

คำสำคัญ: จีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย ขนาดการย้ายถิ่นแบบปรับตัว ช่วงระยะการย้ายถิ่นแบบปรับตัว โครงสร้างแบบปรับตัว

Abstract

Distributed Genetic Algorithm (DGA) was developed to improve the efficiency of Genetic Algorithms (GA) in term of reduce processing time. The Population of GA is divided into multiple groups called sub-population. The migration process between sub-population is added to evolution process. This paper presents adaptive migration and topology for DGA. The proposed method considers variance of objective value to adjust migration period, migration size and topology among sub-population. The experiments on 4 benchmark functions showed that the proposed DGA convergence faster than SGA and DGA without adaptive.

Keywords: Distributed Genetic Algorithm, Adaptive Migration Size, Adaptive Migration Period, Adaptive Topology.

1. บทนำ

จีเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm : GA) [1][2][3] เป็นหนึ่งในวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยอาศัยหลักวิวัฒนาการและกฎการเอาตัวรอดของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ โดยเริ่มจากสร้างชุดคำตอบขึ้นมาแล้วทำการพัฒนาจากชุดคำตอบนั้นจนได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดออกมา

จีเนติกอัลกอริทึมแบ่งการทำงานเป็น แบบเดี่ยวและแบบกระจายหรือแบบขนาน โดยจีเนติกอัลกอริทึมแบบเดี่ยวจะเก็บกลุ่มของคำตอบไว้เป็นกลุ่มเดียว ส่วนจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายจะแบ่งคำตอบออกเป็นหลายๆกลุ่มแล้วมีกระบวนการย้ายถิ่น (Migration) เพิ่มเข้ามา

งานวิจัยเกี่ยวกับจีเนติกอัลกอริทึม แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การนำจีเนติกอัลกอริทึมไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาต่างๆ เช่น การออกแบบระบบเครือข่าย [4] การจัดตารางสอน [5] การใช้เพื่อตัดสินใจในการซื้อหุ้น [6] เป็นต้น

2. การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อให้มีการมีลู่เข้าหาคำตอบได้เร็วขึ้นและใช้เวลาประมวลผลลดลง โดยอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาช่วย ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จีเนติกอัลกอริทึมนั้นหากใช้แก้ปัญหาที่มีขอบเขตขนาดใหญ่ก็ต้องใช้ตัวแทนของคำตอบที่มากขึ้น ส่งผลทำให้การลู่เข้าหาคำตอบและเวลาการประมวลผลที่ช้าตามไปด้วย ซึ่งงานวิจัย

นี้นำเสนอรูปแบบและการพัฒนาในเรื่องการปรับพารามิเตอร์ในกระบวนการย้ายถิ่นของจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย เพื่อเพิ่มสมรรถนะของอัลกอริทึมในการลู่เข้าหาคำตอบให้ดีขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ได้ทำการพัฒนาในเรื่องจีเนติกอัลกอริทึม ปัจจุบันมีการคิดค้นเสนอวิธีต่างๆมากมายเข้ามาปรับใช้กับแนวคิดของจีเนติกอัลกอริทึม ซึ่งจุดประสงค์ก็เพื่อที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบและใช้เวลาในการประมวลผลลดลง โดย Eric-Cantu Paz [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายโดยแบ่งเป็น 4 แบบ คือ Master-Slave, Coarse-Grained, Find-Grained, Hybrid สิ่งที่เพิ่มเข้ามาจากจีเนติกอัลกอริทึมแบบเดี่ยวคือการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อยและการย้ายถิ่น (Migration) ซึ่งเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนประชากรระหว่างกลุ่ม ซึ่งจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการคำตอบได้ดียิ่งขึ้น ในส่วนของการย้ายถิ่นมีพารามิเตอร์ที่น่าสนใจ คือ

-ช่วงระยะการย้ายถิ่น (Migration period)

เป็นการกำหนดว่าเมื่อไหร่จะมีการย้ายถิ่นของโครโมโซม

-ขนาดการย้ายถิ่น (Migration size)

เป็นการกำหนดถึงจำนวนโครโมโซมที่จะทำการย้ายถิ่นในแต่ละครั้ง

-การเลือกและการแทนที่ (Selection/Replacement)

เป็นการเลือกว่าจะนำโครโมโซมไปแทนกลุ่มไหนและแทนที่โครโมโซมตัวใดในกลุ่ม หลักที่ใช้วิเคราะห์โดยทั่วไป คือ ตัวที่ดีแทนตัวที่ด้อย ตัวที่ดีแทนตัวที่สุ่ม ตัวที่สุ่มแทนตัวที่สุ่ม และตัวที่สุ่มแทนตัวที่ด้อย

-โครงสร้าง (Topology)

การกำหนดโครงสร้างเป็นสิ่งที่จะกำหนดลักษณะของการย้ายถิ่น โดยเป็นการแสดงถึงการทำงานรวมถึงวิธีการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากร



แบบวงแหวน แบบสมบูรณ์

ภาพที่ 1: รูปแบบโครงสร้าง

Eric-Cantu Paz [8] ก็ได้ศึกษาในเรื่องของ ช่วงระยะการย้ายถิ่น ขนาดการย้ายถิ่น การเลือกและการแทนที่ โดยทดลองเปรียบเทียบในรูปแบบต่างๆ ซึ่งพบว่าการใช้คำตอบที่ดีแทนคำตอบที่ด้อยและใช้อัตราการย้ายถิ่นที่ค่อยๆเพิ่มมากขึ้นกับช่วงระยะการย้ายถิ่นที่มีความถี่น้อยจะทำให้อัตราการลู่เข้าหาคำตอบได้ดีที่สุด ซึ่งอัตราการย้ายถิ่นมาก ขนาดการย้ายถิ่นก็จะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในเรื่องโครงสร้าง Gautam Roy [9] ได้เสนอสถาปัตยกรรมแบบ pool เพื่อใช้ในการติดต่อและแลกเปลี่ยนคำตอบกันระหว่างกลุ่มและใช้ Threads เข้ามาช่วยในการทำงานเพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผล Leila Falahiazar [10] ได้ทำการศึกษาในเรื่อง Distributed Genetic Algorithm โดยใช้สถาปัตยกรรมแบบ pool เข้ามาช่วย โดยใช้ pool เป็นตัวเก็บโครโมโซมที่ Objective Value มีค่า Max, Min และ Average ของแต่ละกลุ่มแล้วใช้โครโมโซมภายใน pool เป็นตัวแลกเปลี่ยนโครโมโซมระหว่างกลุ่ม และใช้ Hill-Climbing Algorithm เข้ามาช่วยซึ่งทำให้มีการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีขึ้น Yiyuan Gong [11] ได้ศึกษาการกำหนดพารามิเตอร์ในจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายโดยกำหนดค่าในแต่ละกลุ่มให้ต่างกัน โดยทดสอบกับฟังก์ชั่น Greiwangk, Rastrigin และ Schwefel ซึ่งให้ผลคำตอบที่ดีกว่าการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมือนกันทุกกลุ่มแต่ก็มีการใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างนานไม่เหมาะกับปัญหาขนาดใหญ่ Wei Li [12] ได้เสนอการย้ายถิ่นโดยให้มีการปรับค่าในการย้ายถิ่นตามสถานะในแต่ละรอบโดยใช้ค่า ISIM เป็นตัวบอกถึงความหลากหลายของในกลุ่มนั้นๆ และสร้าง Buffer เฉพาะของแต่ละกลุ่มเปรียบเสมือน pool ของตัวเองเก็บคำตอบจากกลุ่มอื่น แล้วใช้ประชากรใน Buffer เป็นตัวแลกเปลี่ยนในการย้ายถิ่นและใช้ Core ของ CPU เข้ามาช่วยในการประมวลผล ทำให้ผลของการลู่เข้าคำตอบและเวลาการทำงานลดลง และ Li Junqing [13] ได้ทดลองเปรียบเทียบการทำงานของการปรับตัวของค่า Crossover และ Mutation แล้วนำค่า ISIM มาใช้เพื่อช่วยในเรื่องของการย้ายถิ่น ซึ่งก็ทำให้ผลของการลู่เข้าคำตอบที่ดีขึ้น

จากการศึกษางานที่เกี่ยวข้องจะการเสนอการปรับค่าในค่าที่เป็นเฉพาะส่วน ซึ่งงานวิจัยนี้จะเป็นการเสนอแนวทางการปรับพารามิเตอร์ในการย้ายถิ่นโดยรวมทั้งหมดโดยอาศัยค่าความ

แปรปรวน เพื่อที่จะพัฒนาอัลกอริทึมในการย้ายถิ่นและทำให้จีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายสามารถลู่เข้าหาคำตอบได้ดีขึ้น

3. วิธีการที่นำเสนอ

ในการวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาการปรับพารามิเตอร์ในการย้ายถิ่นดังนี้คือ ช่วงระยะการย้ายถิ่น ขนาดในการย้ายถิ่นและโครงสร้างการย้ายถิ่น โดยการเลือกกับการแทนที่จะใช้การเลือกแบบโครโมโซมดีแทนโครโมโซมด้อย [8]

การปรับพารามิเตอร์จะพิจารณาปรับจากค่าความแปรปรวน (Variance) ของค่าวัตถุประสงค์ของแต่ละกลุ่มประชากร โดยค่าความแปรปรวนจะบอกถึงความแตกต่างของคำตอบในแต่ละกลุ่มประชากร ซึ่งถ้าค่าความแปรปรวนมากแสดงว่า คำตอบในกลุ่มนั้นยังมีความหลากหลายของคำตอบอยู่ แต่หากกลุ่มนั้นมีค่าความแปรปรวนที่น้อยแสดงว่าคำตอบในกลุ่มนั้นเริ่มที่จะมีความคล้ายคลึงกันของคำตอบหรือกำลังลู่เข้าสู่คำตอบใดคำตอบหนึ่ง โดยค่าความแปรปรวนหาได้จากสมการดังนี้

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1} \quad (1)$$

โดย $\bar{x}$ หาได้จาก

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (2)$$

โดย x_i คือ ค่าวัตถุประสงค์ของโครโมโซมในแต่ตัวใน subpop

n คือ จำนวนโครโมโซมในแต่ละ subpop

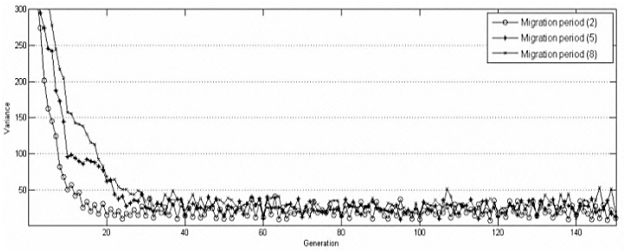
$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยในแต่ละ subpop

แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนทั้งหมดจากสมการ (3)

$$\text{meanV} = \frac{\sum_{i=1}^{subpop} s_i^2}{subpop} \quad (3)$$

โดย subpop คือ จำนวนกลุ่มย่อยของประชากร

จากนั้นหาค่าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มประชากร (subpop)และได้ทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงของค่าความแปรปรวนกับช่วงระยะการย้ายถิ่น จำนวนการย้ายถิ่นและโครงสร้างการย้ายถิ่น



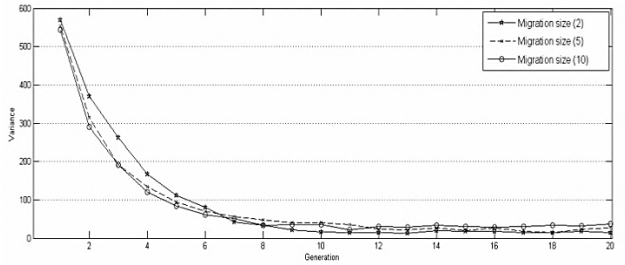
ภาพที่ 2: ค่าความแปรปรวนในแต่ละช่วงระยะการย้ายถิ่น

จากภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของค่าความแปรปรวนภายในเงื่อนไขตามช่วงระยะการย้ายถิ่นในแต่ละแบบ โดยแบ่งเป็นทำการย้ายถิ่นทุก ๆ 2 รอบ 5 รอบ และ 8 รอบ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกการใช้ช่วงระยะการย้ายถิ่นทุก ๆ 2 รอบ ทำให้ค่าความแปรปรวนลดได้เร็วกว่า แต่เมื่อใกล้ช่วงเวลาลู่เข้าคำตอบค่าความแปรปรวนจะลดมาอยู่ในระดับที่ต่ำ สังเกตว่าช่วงระยะการย้ายถิ่นจะไม่ส่งผลกระทบต่อการลู่เข้าหาคำตอบ

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าในช่วงเริ่มต้นค้นหาคำตอบจำเป็นที่จะต้องใช้ช่วงระยะการย้ายถิ่นที่น้อยเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนโครโมโซมที่ดีระหว่างกลุ่มย่อยของประชากร และเมื่อใกล้ลู่เข้าคำตอบก็อาจจะใช้ช่วงระยะการย้ายถิ่นที่เพิ่มขึ้นเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนโครโมโซม ในงานวิจัยนี้ช่วงระยะการย้ายถิ่นหาได้จากสมการ (4) โดยใช้อัตราช่วงระยะ (Period rate) เป็นการกำหนดช่วงระยะการย้ายถิ่น ซึ่งอัตราช่วงระยะจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความแปรปรวนลดลง

Migration period = จำนวนรอบการทำงาน × Period rate (4)

โดย Period rate = 0.01 หรือ 0.02 หรือ 0.03 ขึ้นอยู่กับช่วงที่กำหนด ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป



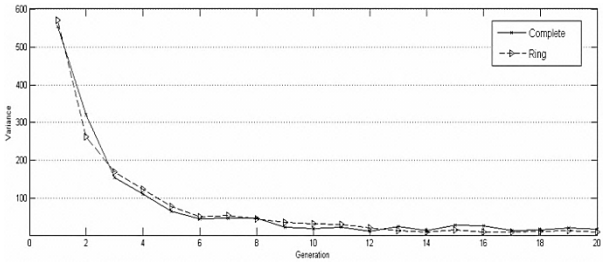
ภาพที่ 3: ค่าความแปรปรวนในแต่ละขนาดการย้ายถิ่น

จากภาพที่ 3 เป็นการทดลองการเปลี่ยนแปลงของค่าความแปรปรวนกับขนาดในการย้ายถิ่น ซึ่งทำการเปรียบเทียบ 3 แบบ คือขนาดการย้ายถิ่น 2 โครโมโซม 5 โครโมโซม และ 10

โครโมโซมตามลำดับ โดยการใช้ขนาดการย้ายถิ่นที่มากช่วงแรกที่ค่าความแปรปรวนสูงจะทำให้ลู่เข้าคำตอบได้ดีกว่าขนาดการย้ายถิ่นที่น้อย จากนั้นเมื่อค่าความแปรปรวนลดต่ำลงใกล้ช่วงเวลาลู่เข้าคำตอบ การใช้ขนาดในการย้ายถิ่นที่น้อยจะทำให้ลดค่าความแปรปรวนได้ดีกว่า ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอสมการการหาขนาดการย้ายถิ่นที่เหมาะสมดังสมการ (5) โดยอัตราการย้ายถิ่น (Migration rate) จะเป็นตัวกำหนดขนาดการย้ายถิ่น โดยอัตราจะลดลงเมื่อค่าความแปรปรวนลดต่ำลง

$$\text{Migration size} = \frac{Population\ size}{Subpop} \times Migration\ rate \quad (5)$$

โดย Migration rate $\in [0,1]$



ภาพที่ 4: ค่าความแปรปรวนในแต่ละโครงสร้าง

จากภาพที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบการลดของค่าความแปรปรวนกับโครงสร้างแบบสมบูรณ์และแบบวงแหวน ซึ่งในระยะแรกค่าความแปรปรวนมีค่ามาก การใช้โครงสร้างแบบวงแหวนจะทำให้ลดค่าความแปรปรวนได้ดีกว่า เมื่อค่าความแปรปรวนลดลง ≈ 80 % ของค่าความแปรปรวนสูงสุด การใช้โครงสร้างแบบสมบูรณ์จะทำให้ลดค่าความแปรปรวนได้ดีกว่า และเมื่อค่าความแปรปรวนลดลง ≈ 95 % ของค่าความแปรปรวนสูงสุด การใช้โครงสร้างแบบวงแหวนจะช่วยลดค่าความแปรปรวนได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในระยะแรกที่ค่าความแปรปรวนยังคงสูง ค่าของคำตอบยังคงมีความแตกต่างกันอยู่มาก การใช้ช่วงการย้ายถิ่นที่บ่อยกับขนาดการย้ายถิ่นที่มากและใช้โครงสร้างแบบวงแหวนให้ติดต่อกันระหว่างกลุ่มใกล้เคียงกันเหมือนกับการสำรวจ (Exploration) และการเจาะจง (Exploitation) ให้กับแต่ละกลุ่มพัฒนาคำตอบขึ้นมา หลังจากนั้นเมื่อค่าความแปรปรวนลดต่ำลงมาแสดงว่าค่าของคำตอบเริ่มที่จะมีความคล้ายกันมากขึ้น โครงสร้างแบบสมบูรณ์จะทำให้มีการติดต่อที่เชื่อมกันทุกกลุ่มทำให้แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนคำตอบกันที่หลากหลายขึ้น และในระยะที่ใกล้ลู่เข้าคำตอบ ค่าความแปรปรวนจะมีค่าที่ต่ำและเปลี่ยนแปลงน้อย การใช้โครงสร้างแบบวงแหวน และการเพิ่มช่วงระยะการย้ายถิ่นให้มากขึ้น กับลดขนาดการย้ายถิ่นลง จะทำให้การพัฒนาคำตอบของแต่กลุ่มสามารถพัฒนาได้ต่อเนื่องขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการลู่เข้าหาคำตอบได้ดีขึ้น

จากการศึกษาจึงกำหนดเงื่อนไข โดยจะใช้พิจารณาจากโครงสร้างเป็นหลัก คือเริ่มจากการใช้โครงสร้างแบบวงแหวนก่อน เมื่อค่าความแปรปรวนลดลง ≈ 80 % ของค่าความแปรปรวนสูงสุดในช่วงระยะการย้ายถิ่นรอบแรก จะใช้โครงสร้างแบบสมบูรณ์ อัตราช่วงระยะเพิ่มขึ้นและอัตราการย้ายถิ่นที่น้อยลง จากนั้นเมื่อค่าความแปรปรวนลดลง ≈ 95 % จากค่าความแปรปรวนสูงสุดในช่วงระยะการย้ายถิ่นรอบแรก จะใช้โครงสร้างแบบวงแหวน อัตราช่วงระยะที่เพิ่มขึ้นและอัตราการย้ายถิ่นที่น้อยลงกว่าเดิม

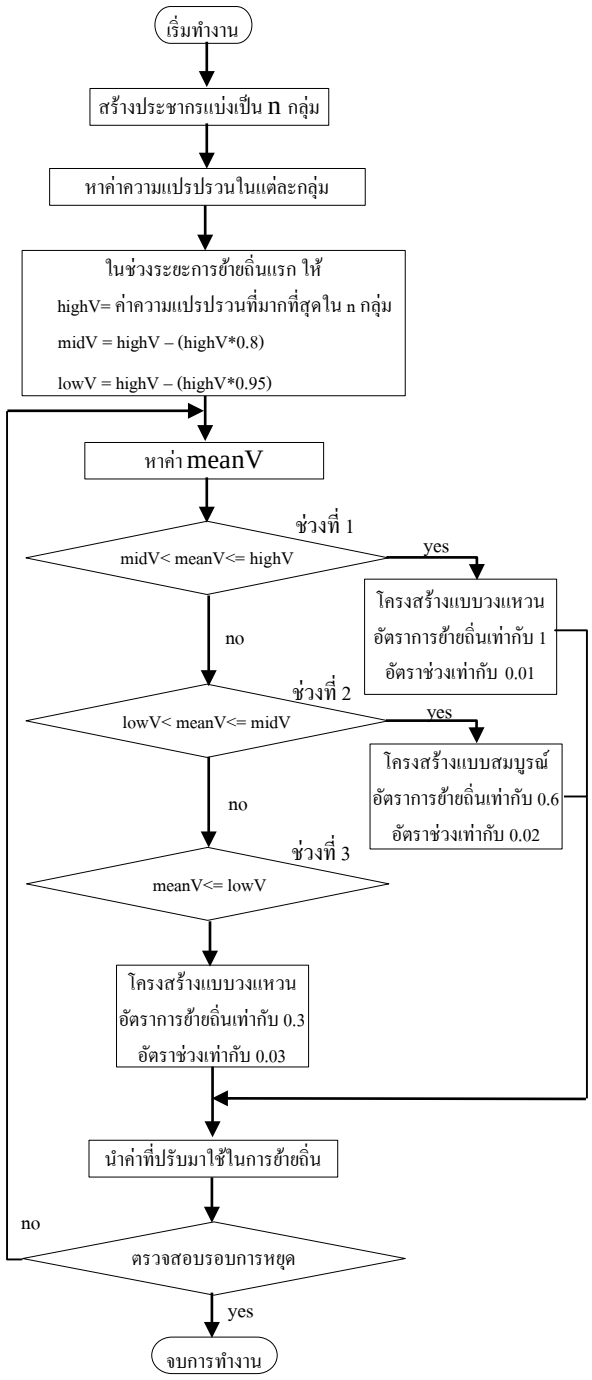
จากการทดลองทำให้แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยกำหนดเงื่อนไขจากค่าความแปรปรวนที่มากที่สุดของทุกกลุ่ม ช่วงระยะการย้ายถิ่นแรกให้ highV = max(s^2) , midV = highV - (highV*0.8) และ lowV = highV - (highV*0.95)
แล้วแบ่งเป็นเงื่อนไข 3 ช่วง

ช่วงที่ 1 ถ้า midV < meanV ≤ highV
ใช้โครงสร้างแบบวงแหวน อัตราการย้ายถิ่นเท่ากับ 1 และอัตราช่วงระยะเท่ากับ 0.01

ช่วงที่ 2 ถ้า lowV < meanV ≤ midV
ใช้โครงสร้างแบบสมบูรณ์ อัตราการย้ายถิ่นเท่ากับ 0.6 และอัตราช่วงระยะเท่ากับ 0.02

ช่วงที่ 3 ถ้า meanV ≤ lowV
ใช้โครงสร้างแบบวงแหวน อัตราการย้ายถิ่นเท่ากับ 0.3 และอัตราช่วงระยะเท่ากับ 0.03

โดยสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของการปรับค่าในการย้ายถิ่นดังนี้



ภาพที่ 5: ผังการปรับค่าในการย้ายถิ่น

หลักการทำงานในการปรับตัวในการย้ายถิ่นเริ่มจาก

ขั้นตอนที่ 1 ทำการหาค่าความแปรปรวนจากสมการ (1) ในแต่ละกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 ให้ highV = max(s^2) ,midV = highV-(highV*0.8) และ lowV = highV-(highV*0.95) ใน period แรก

ขั้นตอนที่ 3 หาค่า meanV จากสมการ (3)

ขั้นตอนที่ 4 นำค่า meanV ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขและปรับการเลือกประชากรจากโครงสร้าง อัตราการย้ายถิ่น อัตราช่วงระยะ ตามแต่ละช่วง

ขั้นตอนที่ 5 ทำการย้ายถิ่นตามค่าที่ปรับในแต่ละช่วงระยะการย้ายถิ่น

ขั้นตอนที่ 6 กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 จนครบรอบการทำงานของอัลกอริทึม

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ปัญหาที่ใช้ในการทดสอบ

งานวิจัยนี้ใช้ Benchmark Functions ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นมาตรฐานสำหรับวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ซึ่งจะใช้ทั้งฟังก์ชั่นยูนิโมเดล และฟังก์ชั่นมัลติโมเดล จำนวน 4 ฟังก์ชั่น ดังนี้

-ฟังก์ชั่น Sphere [9][13]

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \qquad (6)$$

$$x_i \in [-5.12, 5.12] \quad , i = 1, \dots, n$$

$$f(x^*) = 0 \, , \, x^* = (0, \dots, 0)$$

-ฟังก์ชั่น Rastrigins [9][11]

$$f(x) = 10n + \sum_{i=1}^{n} [x_i^2 - 10cos(2\pi x_i)] \qquad (7)$$

$$x_i \in [-5.12, 5.12] \quad , i = 1, \dots, n$$

$$f(x^*) = 0 \, , x^* = (0, \dots, 0)$$

-ฟังก์ชั่น Griewangk [11]

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^{n} cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1 \qquad (8)$$

$$x_i \in [-600, 600], \quad i = 1, \dots, n$$

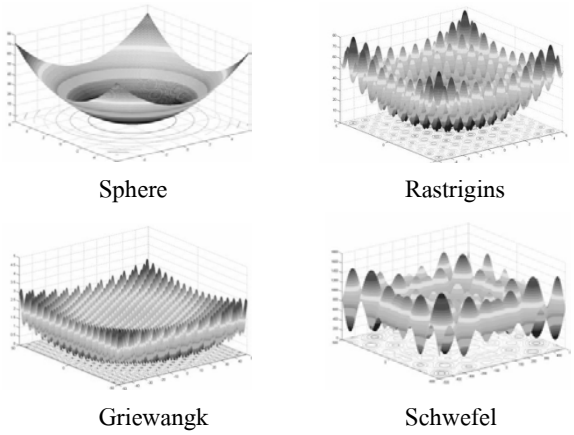
$$f(x^*) = 0 \, , x^* = (0, \dots, 0)$$

-ฟังก์ชั่น Schwefel [9][11]

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} -x_i sin(\sqrt{|x_i|}) \qquad (9)$$

$$x_i \in [-500, 500], \quad i = 1, \dots, n$$

$$f(x^*) = -n * 418.9829 \, , \, x^* = (420.9687)$$



ภาพที่ 6: กราฟของฟังก์ชั่นต่าง ๆ

ที่มา: http://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html

ในการทดสอบกับฟังก์ชั่นทั้งสี่ ได้ทำการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม MATLAB เวอร์ชั่น R2011b รันผลด้วยคอมพิวเตอร์ Processor Intel(R) Core(TM) i5-4200 ,CPU @1.60GHz

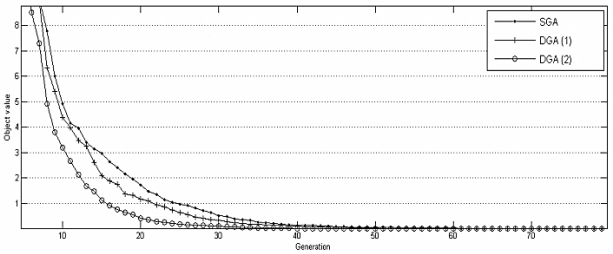
4.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเป็นการเปรียบเทียบกับ จีเนติกอัลกอริทึมแบบเดี่ยว (SGA) จีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย (DGA (1)) และจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่มีการปรับค่าการย้ายถิ่นของงานวิจัยนี้ (DGA (2))

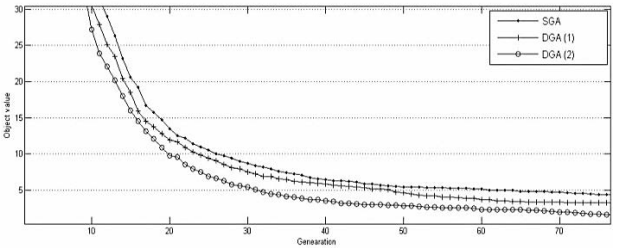
ตารางที่ 1: การกำหนด Parameters ใน GA แบบต่างๆ

	SGA	DGA (1)	DGA (2)
ขนาดประชากร	300	50	50
กลุ่มประชากร	1	6	6
จำนวนรอบ	300	300	300
จำนวนของยีน (L)	10	10	10
วิธีการคัดเลือก	วงล้อรูเล็ต	วงล้อรูเล็ต	วงล้อรูเล็ต
อัตราการสลับสายพันธุ์	0.8	0.8	0.8
อัตราการกลายพันธุ์	1/L	1/L	1/L
ช่วงระยะการย้ายถิ่น	-	3	ตามเงื่อนไข
ขนาดการย้ายถิ่น	-	4	ตามเงื่อนไข
การเลือกและแทนที่ในการย้ายถิ่น	-	ตัวดีแทนตัวด้อย	ตัวดีแทนตัวด้อย
โครงสร้างการย้ายถิ่น	-	วงแหวน	ตามเงื่อนไข

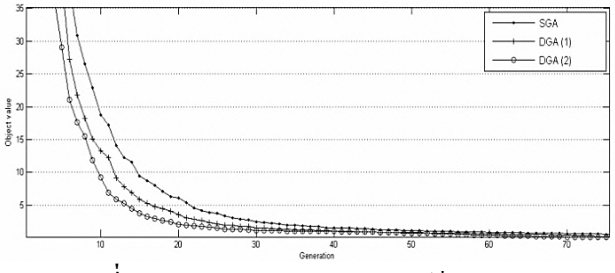
ในการทดลองได้ทำการรันผลอัลกอริทึมในแต่ละแบบจำนวน 10 รอบ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นของโครโมโซมแตกต่างกันแล้วหาเฉลี่ยของผลค่าวัตถุประสงค์ (Object value) และเวลาในการทำงานของแต่ละฟังก์ชั่นออกมา ซึ่งได้ผลดังกราฟและตารางต่อไปนี้



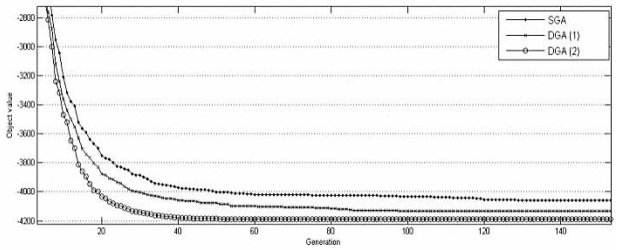
ภาพที่ 7: กราฟการลู่เข้าหาคำตอบของฟังก์ชั่น Sphere



ภาพที่ 8: กราฟการลู่เข้าหาคำตอบของฟังก์ชั่น Rastrigins



ภาพที่ 9: กราฟการลู่เข้าหาคำตอบของฟังก์ชั่น Griewangk



ภาพที่ 10: กราฟการลู่เข้าหาคำตอบของฟังก์ชั่น Schwefel

จากกราฟการลู่เข้าหาคำตอบของฟังก์ชั่นเทียบเคียงทั้ง 4 ฟังก์ชั่นพบว่าการลู่เข้าหาคำตอบของจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่งานวิจัยนี้นำเสนอสามารถลู่เข้าหาคำตอบได้ดีกว่าจีเนติกอัลกอริทึมแบบธรรมดา และจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่ไม่มีการปรับตัว

ตารางที่ 2: เวลาการทำงานในแต่ละฟังก์ชั่น (milliseconds)

อัลกอริทึม / ฟังก์ชั่น	SGA	DGA (1)	DGA (2)
Sphere	1515	1331	1261
Rastrigins	1522	1435	1352
Griewangk	1377	1328	1275
Schwefel	1394	1350	1267

จากตารางที่ 2 พบว่าเวลาในการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่มีการปรับตัวมีเวลาการทำงานที่ดีกว่าจีเนติกอัลกอริทึมแบบธรรมดา และจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่ไม่มีการปรับตัว

5. สรุปและข้อคิดเห็น

บทความนี้ได้เสนอการปรับพารามิเตอร์ต่างๆในการย้ายถิ่นสำหรับจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจาย โดยพิจารณาจากค่าความแปรปรวน โดยความแปรปรวนจะบอกถึงความคล้ายกันของคำตอบในแต่ละกลุ่ม ซึ่งการปรับช่วงระยะการย้ายถิ่น ขนาดการย้ายถิ่น และโครงสร้าง มีผลต่อค่าความแปรปรวนทั้งสิ้น การปรับค่าต่างๆในการย้ายถิ่นเปรียบเสมือนการสำรวจ (Exploration) และการเจาะจง (Exploitation)ให้กับอัลกอริทึม เพื่อที่จะทำให้อัลกอริทึมได้ทำการค้นหาคำตอบให้ตรงพื้นที่และถูกต้องที่สุด ในการทดลองกับฟังก์ชั่นเทียบเคียงทั้งสี่ฟังก์ชั่น พบว่า จีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายที่มีการปรับพารามิเตอร์ในการย้ายถิ่น ทำให้ผลของการลู่เข้าหาคำตอบของทั้งสี่ฟังก์ชั่นนั้นลู่เข้าหาคำตอบโดยใช้จำนวนรอบที่น้อยกว่าจีเนติกอัลกอริทึมแบบธรรมดาและแบบกระจายที่มีค่าคงที่ รวมทั้งช่วยลดเวลาในการทำงานได้

ในการพัฒนาจีเนติกอัลกอริทึมแบบกระจายนั้นจุดประสงค์ก็เพื่อที่จะทำให้อัลกอริทึมสามารถลู่เข้าหาคำตอบได้เร็วขึ้นและใช้เวลาในการทำงานที่น้อยลง ซึ่งแนวทางในอนาคตจะทำการศึกษาค่าความแปรปรวนที่ส่งผลมาจากการปรับตัวของพารามิเตอร์อื่นๆ และนำไปใช้แก้ปัญหาจริง รวมถึงการใช้ GPU เข้ามาช่วยประมวลผลเพื่อลดเวลาในการทำงานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. ปัญญาประดิษฐ์:ปัญญาเชิงกลุ่ม. Artificial Intelligence : Swarm Intelligence. กรุงเทพฯ:ท้อป. 2555.

[2] ชัยวิวัฒน์ จันต๊ะสาร และ พรเทพ โรจนวสุ. “จีเนติกอัลกอริทึม”. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร*, มหาวิทยาลัยพะเยา ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 2557 หน้า 40-55.

[3] Michael Negevitsky. *Artificial Intelligence : A Guild to Intelligent Systems*, Second Edition, 2004.

[4] กชกร มากสุริวงศ์. “การออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[5] เรืองชัย มุททาหัตถากร และ พยุง มีสัจ. “การจัดตารางสอนอัตโนมัติมหาวิทยาลัย โดยใช้จีเนติกอัลกอริทึมแบบหลายจุดประสงค์” *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 ก.ค.-ธ.ค. 2550 หน้า 28-33.

[6] อรรถวุฒิ ภิรมย์. “การสร้างกลยุทธ์การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์โดยใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนศาสตร์, 2553.

[7] Erick Cantu-Paz. “Survey of Parallel Genetic Algorithms” *Calculateurs parallele*, pp. 141-171, 1998.

[8] Erick Cantu-Paz. “Migration Policies, Selection Pressure, and Parallel Evolutionary Algorithms” *Journal of Heuristics*, Vol. 7, pp. 311-334, 2001.

[9] G. Roy, H. Lee, Jennifer L. Welch, Y. Zhao, V. Pandey, and D. Thurston. “A Distributed Pool Architecture for Genetic Algorithms” *IEEE (CEC)*, pp.1177-1184. 2009.

[10] L. Falahiazar, M. Teshnehlab, and A. Falahiazar. “Parallel Genetic Algorithm Based on a New Migration Strategy” *International Conference on Recent Advances in Computing and Software Systems*, pp. 37-41, 2012.

[11] Y. Gong and A. Fukunaga. “Distributed Island-Model Genetic Algorithms Using Heterogeneous Parameter Setting” *IEEE Trans*, Vol. 11, pp. 820-827, 2011.

[12] W. Li and Y. Huang, “A Distributed Parallel Genetic Algorithm Oriented Adaptive Migration Strategy” *International Conference on Natural Computation*, no. 8, pp. 592-595, 2012.

[13] L. Junqing, D. Wencai, and C. Mei. “A New Adaptive Parallel Genetic Algorithm” *Fifth International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*, no.5, pp. 110-113, 2013.

การปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

Enhancement of Predictive Models for Rice Production in Lower Northern Thailand

สุจิตตรา สาระคนธ์(Sujittra Sarakon)[1] จรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล(Jaratsri Rungrattanaubol)[2]

และอนามัย นาอุดม(Anamai Na-udom)[3]

[1, 2]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ [3]ภาควิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวในหน่วยกิโลกรัมต่อไร่ โดยได้นำปัจจัยที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำข้อมูลการปลูกข้าวนาปีใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เขต 2 ตั้งแต่ปี 2549 ถึง 2553 โดยได้วิเคราะห์ปัจจัยเข้าจากการเกษตรและปัจจัยด้านภูมิอากาศ เช่น พันธุ์ข้าว พื้นที่ในการเพาะปลูก ระยะเวลาเพาะปลูก ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ จำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าว ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ณ ช่วงเวลาเพาะปลูกของพื้นที่นั้นๆ เป็นต้น มาเป็นปัจจัยนำเข้าของตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าว ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (MLR) จากการศึกษาพบว่า ANN ให้ตัวแบบที่ดีกว่า MLR เพราะ ANN ให้ค่า RMSE และ MAE น้อยกว่า MLR ทั้งข้อมูลชุดฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ

คำสำคัญ: ตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าว โครงข่ายประสาทเทียม ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ การประมาณค่าเชิงพื้นที่

Abstract

This research aims to identify the factors that affect rice yield in kilograms per rai. By collecting data from rice crop areas in 8 provinces in the lower-northern part of Thailand. The secondary dataset about rice cultivation is obtained from the Department of Agriculture District 2 since 2549 to 2553. The factors from cultivating rice farmer and environmental conditions, such as rice type, rice cultivation area, growing period, amount of fertilizer, number of seeds, average rainfall and temperature at the time of crop for each area etc. These factors are inputs for rice yield predictive models developed based Artificial neural network (ANN) and Multiple Linear regression (MLR). The result shows that ANN model is more efficient than MLR because ANN has less RMSE and MAE than MLR for both training dataset and test dataset.

Keywords: Rice Yield Predictive Model, Artificial Neural Network, Multiple Linear Regression, Spatial Interpolation.

1. บทนำ

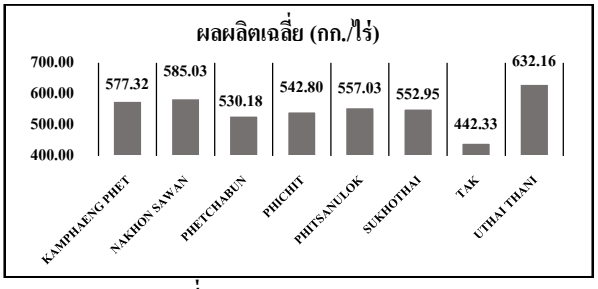
ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยที่ปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศและเพื่อส่งออกทางการค้า จากสถิติในปี 2556/2557 คนไทยบริโภคข้าวประมาณ 10.8 ล้านตันและส่งออกข้าว ประมาณ 6.9 ล้านตัน จากผลผลิตทั้งหมด 36.84 ล้านตัน ประเทศไทยเคยส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลกในปี 2548 - 2551 [1] ปัจจุบันเป็นอันดับที่ 3 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ โดยมีเกษตรกรปลูกข้าวกว่า 3.1 ล้านครัวเรือน [2]

ข้าวเป็นพืชที่สำคัญของทั้งภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมเพราะทำให้เกิดการจ้างงานและรายได้ในอุตสาหกรรมข้าวหลายล้านครัวเรือน การปลูกข้าวในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือนาปีและนาปรัง โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีการเพาะปลูกข้าวนาปีซึ่งเป็นการปลูกในฤดูกาลเพาะปลูก มากกว่าการปลูกข้าวนาปรังที่เป็นการปลูกข้าวนอกฤดูกาลเพาะปลูกซึ่งต้องอาศัยน้ำจากชลประทานเท่านั้น ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยมีภูมิประเทศที่เหมาะ

สำหรับเพาะปลูกข้าว เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มน้ำ ผลผลิตข้าวต่อไร่ที่สูงเป็นสิ่งที่เกษตรกรต้องการ โดยปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวได้แก่ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณน้ำที่เพียงพอ สภาพอากาศที่เหมาะสม การเลือกพันธุ์ข้าว วิธีการปลูก และปริมาณปุ๋ยที่ใช้ เป็นต้น ผลผลิตข้าวตามมาตรฐานควรจะอยู่ที่ 698 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเฉลี่ย [3] แต่หลายพื้นที่เพาะปลูกกลับได้ผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวเพื่อนำมาพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวกิโลกรัมต่อไร่ที่มีประสิทธิภาพโดยใช้ข้อมูลของครัวเรือนเกษตรในจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 8 จังหวัดได้แก่ กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย ตาก นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี ในช่วงการเพาะปลูกปี 2549 ถึง 2553 เป็นข้อมูลทุติยภูมิจัดเก็บโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 2 จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีปริมาณข้อมูลกว่า 13,360 ครัวเรือน ข้อมูลมีการจัดเก็บรายละเอียดต่างๆ เช่น ที่อยู่ครัวเรือน จำนวนเนื้อที่ไร่ งานและตารางวา วิธีปลูก พันธ์ที่ใช้ พื้นที่ปลูก พื้นที่เก็บเกี่ยว ชนิดปุ๋ยที่ใช้และปริมาณ เดือนที่ปลูกและเก็บเกี่ยว เป็นต้น โดยข้อมูลที่ได้มาขาดปัจจัยสภาพอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ โดยงานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ก่อนหน้าที่นำข้อมูลการปลูกข้าวนาปีจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 2 จังหวัดพิษณุโลก เท่านั้น

จากงาน [4] ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำโดยมี RMSE อยู่ที่188.460 (ANN) และ190.465 (MLR) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวแบบโดยนำข้อมูลปัจจัยสภาพอากาศ ได้แก่ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิมาเป็นปัจจัยร่วมด้วย โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จะให้ผลลัพธ์เป็นผลผลิตข้าวกิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 1: สัดส่วนผลผลิตข้าวนาปีรายจังหวัด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมข้อมูลข้าว

ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มาเป็นข้อมูลดิบที่มีการจัดเก็บจากแบบสำรวจทำให้ข้อมูลมีความผิดพลาด จัดเก็บไม่ครบถ้วน และมีความซ้ำซ้อนในบางส่วน เช่น ข้อมูลจัดเก็บเป็นหน่วยย่อย (ไร่ งาน ตารางวา) ผลผลิตเป็นกิโลกรัม ปุ๋ยที่ใช้มีความหลากหลายมีหน่วยเป็นกิโลกรัม พันธุ์ข้าวบางพันธ์มีการใช้ปลูกน้อยมาก เช่น กข6 กข 15 กข23 กข 21 เป็นต้น ทำให้ผู้วิจัยทำการคัดกรองข้อมูล และปรับหน่วยวัดให้อยู่ในรูปมาตรฐาน ดังตาราง 1

ตารางที่ 1: ข้อมูลดิบข้าวนาปี

ชื่อฟิลด์	ความหมาย
ปีที่ปลูก	2549-2553
จังหวัด/อำเภอ/ตำบล	กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย ตาก นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี
ชนิดพันธุ์ข้าว	พื้นเมือง, กข อื่นที่ไม่ไวแสง, สุพรรณบุรี60, สุพรรณบุรี90,ขาวดอกมะลิ 105, พิษณุโลก 60-1 60-2, พันธุ์ราชการไม่ไวแสงอื่นๆที่ไม่ใช่ กข,พันธุ์ราชการไวแสงอื่นๆ ที่ไม่ใช่ กข,ชัยนาท1, ปทุมธานี1, สุพรรณบุรี1
วิธีปลูก	นาดำ นาหว่านสำรวย นาหว่านน้ำตม
เมล็ดพันธุ์	หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (กก./ไร่)
เนื้อที่ปลูก	หน่วยเป็นไร่ (ไร่)
เดือนที่ปลูก	เดือนที่ 1 -12
เดือนที่เก็บเกี่ยว	เดือนที่ 1 -12
ปุ๋ยเคมีที่ใช้	หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (กก./ไร่)
ผลผลิต	**หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (กก./ไร่)**

ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นปัจจัยภายนอกที่ผู้วิจัยนำมาพิจารณาร่วม แต่เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา และมีสถานีตรวจวัดที่กระจายตัวตามจุดต่างๆ ซึ่งบางจังหวัดอาจมีหรือไม่มีสถานีวัดก็ได้ ทำให้การหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วงระยะเวลาการปลูกจึงต้องประยุกต์ใช้เทคนิควิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation)

2.2 การเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาการเพาะปลูก

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิปี 2549 - 2553 ของกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำและอุณหภูมิ

เฉลี่ยต่อเดือนตั้งแต่ปี 2549 จนถึงปี 2553 ที่ได้จากแต่ละสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาระบุพิกัดสถานีตรวจวัดดังตารางที่ 3

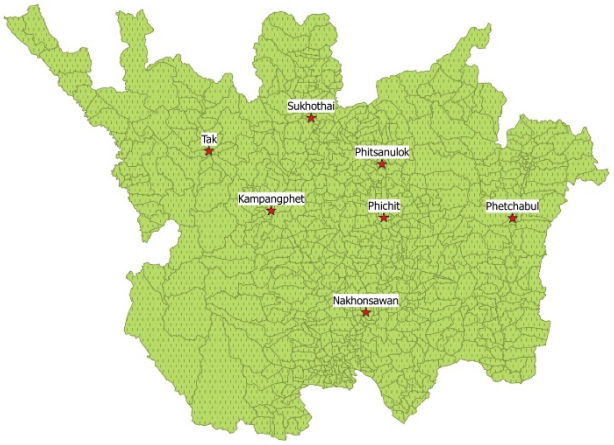
ตารางที่ 2: ตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

จังหวัด	เดือน/ปี	ปริมาณน้ำฝน	อุณหภูมิ
Sukhothai	1/2549	0	24.4
Sukhothai	2/2549	14.3	26.4
……	……	……	……
Sukhothai	12/2553	62.0	25.5

ตารางที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลพิกัดสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

StationID	Province	LAT.	LONG.
373201	Sukhothai	17.10611	99.80000
376201	Tak	16.88333	99.11667
378201	Phitsanulok	16.79639	100.27581
379201	Phetchabul	16.43333	101.15000
380201	Kampangphet	16.48333	99.53333
386301	Phichit	16.43611	100.28889

เมื่อนำข้อมูลพิกัดสถานีตรวจวัดมาแสดงบนแผนที่ด้วยโปรแกรม QGIS จะได้ภาพแสดงพื้นที่ครอบคลุมปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: จุดพิกัดสถานีตรวจวัดบนแผนที่ภูมิศาสตร์

เนื่องจากบางพื้นที่ไม่มีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ เช่น จังหวัดอุทัยธานี ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่เพื่อประมาณค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ในแต่ละพื้นที่เพาะปลูกโดยเลือกใช้เทคนิค Inverse Distance Weighting (IDW) [5] [6]

เป็นหลักการที่ว่าด้วยตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่ ซึ่งในการคำนวณหาค่า ณ ตำแหน่งที่ต้องการนั้น ตำแหน่งของสถานีที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุดหรือมีความสำคัญมากกว่าตำแหน่งที่อยู่ไกลออกไป ค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง โดยค่าถ่วงน้ำหนัก เป็นส่วนกลับของระยะทางระหว่างจุดยกกำลัง p โดยในงานวิจัยนี้ p มีค่าเท่ากับ 2 กล่าวคือถ้าระยะทางเพิ่มขึ้นค่าถ่วงน้ำหนักระยะห่างระหว่างจุดจะลดลง ดังแสดงสมการ 1

$$\hat{v} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p} v_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p}} \quad (1)$$

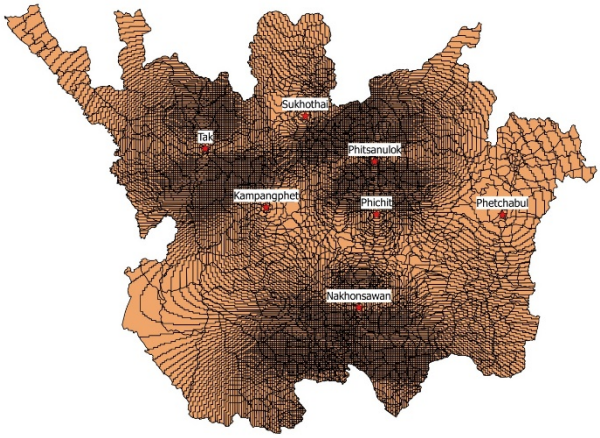
เมื่อ $\hat{v}$ คือ ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

v_i คือ ค่าข้อมูลของจุดที่ทราบค่าข้อมูล (control point)

d_i คือ ระยะทางระหว่างจุดที่ทราบค่าข้อมูล ณ จุด i กับจุดที่ไม่ทราบค่าข้อมูล

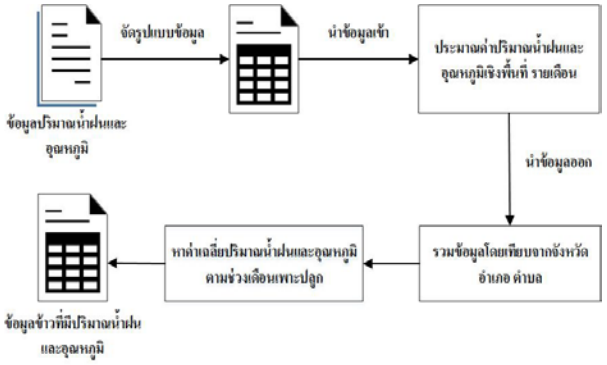
n คือ จำนวนจุดที่ทราบค่าข้อมูล

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประมาณค่าคือค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในเดือนนั้น ๆ ดังภาพ 3 ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิรายเดือน ตั้งแต่ปี 2549 – 2553 ทั้งหมด 48 เดือน



ภาพที่ 3: ตัวอย่างแผนที่การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเชิงพื้นที่ด้วย IDW

เมื่อได้ข้อมูลจากการประมาณค่าน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่อพื้นที่แล้ว จะต้องนำค่าที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลข้าวที่ตรงกับพื้นที่เพาะปลูกและช่วงเดือนเพาะปลูก ดังขั้นตอนในภาพ 4



ภาพที่ 4: แผนผังการหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนในภาพ 4 แล้วจะได้ข้อมูลที่พร้อมนำไปพัฒนาตัวแบบพยากรณ์โดยลักษณะข้อมูลเป็นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ตัวอย่างข้อมูลที่รวมกับข้อมูลเพาะปลูกข้าว

Province	Ampher	Tumbol	start	stop	rain	temp
TAK	….	….	5/49	9/49	xxx.xx	xx.xx

2.3 การพัฒนาตัวแบบพยากรณ์

จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและการคัดกรองจะเหลือข้อมูลทั้งหมด 9,362 ระเบียน โดยมีลักษณะข้อมูลหรือฟิลด์และค่าดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์

ฟิลด์ (Field)	ค่า (Values)
จังหวัด (Province)	กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย ตาก นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี
ชนิดพันธุ์ข้าว (RiceID)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
วิธีปลูก (GrowID)	1, 2, 3 (นาดำ นาหว่านสำรวย นาหว่านน้ำตม)
เมล็ดพันธุ์ (SeedUse)	กก./ไร่ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.29)
ระยะเวลาปลูก (TimeOfCrop)	เดือน (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.97)
ปุ๋ยเคมีที่ใช้ (FertChem)	กก./ไร่ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 37.07)
น้ำฝนเฉลี่ยต่อระยะเวลาปลูก (rain_idw)	มิลลิเมตร
อุณหภูมิเฉลี่ยต่อระยะเวลาปลู (temp_idw)	องศาเซลเซียส
ผลผลิต (Yield)	**กก./ไร่ (เฉลี่ย = 558)**

จากข้อมูลที่ได้ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาตัวแบบพยากรณ์โดยเลือกใช้เทคนิคพยากรณ์ทั้งหมด 2 วิธีคือ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) และการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression: MLR) ซึ่งทั้งสองเทคนิคนี้เป็นที่นิยมใช้ในการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ [7]

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์โดยการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดฝึกสอน (Training Set) และชุดทดสอบ (Test Set) ด้วยอัตราส่วน 80:20 โดยใช้เทคนิคสุ่มอิสระ ทำให้ได้ชุดฝึกสอน 7,542 ระเบียน และชุดทดสอบ 1,820 ระเบียน โดยนำชุดฝึกสอนไปสร้างตัวแบบพยากรณ์และชุดทดสอบไปทดสอบและวัดประสิทธิภาพหรือความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยเลือกใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error: RMSE) ดังสมการ 2 และเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความต่างสัมบูรณ์ (Mean absolute error: MAE) ดังสมการ 3

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (2)$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| \quad (3)$$

โดย $\hat{y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ (ผลผลิตข้าว กก./ไร่)

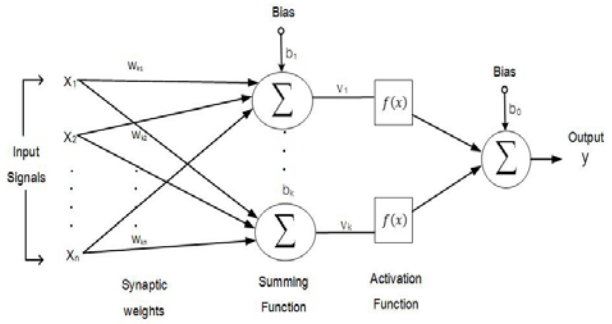
y_i คือ ค่าจริงจากข้อมูลที่มีอยู่ (ผลผลิตข้าว กก./ไร่)

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.4 ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการทำงานที่เลียนแบบการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวางในหลายงานวิจัย โดยกลไกการเรียนรู้จะเป็นการส่งค่าผ่านโหนด (Node) ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกับฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function) โดยมีค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) เป็นตัวเชื่อมระหว่างโหนดต่างๆ ในโครงข่าย โดยในที่นี้ใช้กระบวนการการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back-propagation) [8] ซึ่งเป็นการปรับค่าถ่วงน้ำหนักจากชั้นผลลัพธ์ (Output) กลับไปยังชั้นรับข้อมูลเข้า (Input) เป็นการเรียนรู้แบบที่ตรวจคำตอบของค่าจริงและค่าที่เกิดจากการพยากรณ์ ถ้าค่าทำนายให้คำตอบที่ห่างไกลจากคำตอบจริง ค่าถ่วงน้ำหนักใน ANN จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น

โครงสร้างของ ANN จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ชั้นข้อมูลเข้า (input) จำนวนโหนดในชั้นซ่อน (hidden node) และชั้นข้อมูลออก (output) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

โดย X_1, X_2, ถึง X_n เป็นข้อมูลเข้า และ y เป็นข้อมูลออกหรือผลลัพธ์ของระบบและ Wk_1, Wk_2, ถึง Wk_n คือค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละโหนด โดยผลรวมแต่ละโหนด k สามารถคำนวณได้จากสมการ 4 และผลลัพธ์ y สามารถคำนวณได้ดังสมการ 5

$$v_k = \sum_{i=1}^{n} w_{ki}\, x_i + b_k \qquad (4)$$

$$y = \sum_{j=1}^{n} v_{kj} + b_0 \qquad (5)$$

โดยประสิทธิภาพของการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อัตราการเรียนรู้, ค่าโมเมนตัม, จำนวนชั้นซ่อน, จำนวนโหนดของชั้นซ่อน จำนวนรอบการเรียนรู้ เป็นต้น [9]

2.5 ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression Model: MLR)

MLR เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้หารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent variables) ที่มีผลต่อตัวแปรตาม (Dependent variable) มากกว่าหนึ่งตัวแปรอิสระ และนำรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์หาค่าคำตอบของตัวแปรตาม MLR ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในสาขาต่างๆ อาทิเช่น ด้านการแพทย์ วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ เป็นต้น [10] จากตาราง 5 เนื่องจากตัวแปรอิสระบางตัวเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ เช่นจังหวัด,วิธีปลูกและพันธุ์ข้าวจึงจำเป็นต้องแปลงให้อยู่ในรูปของตัวแปรหุ่น (Dummy variables) เพื่อใช้เป็นตัวแปรอิสระที่จะถูกคัดเลือกเข้าตัวแบบ การเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจะใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระแบบลำดับขั้น (Stepwise method) โดยจะพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตามมากที่สุดเข้ามาในสมการอย่างมีนัยสำคัญ

ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระและตัวแปรตามสามารถเขียนได้ดังสมการ 6

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_p x_p + \varepsilon_i \qquad (6)$$

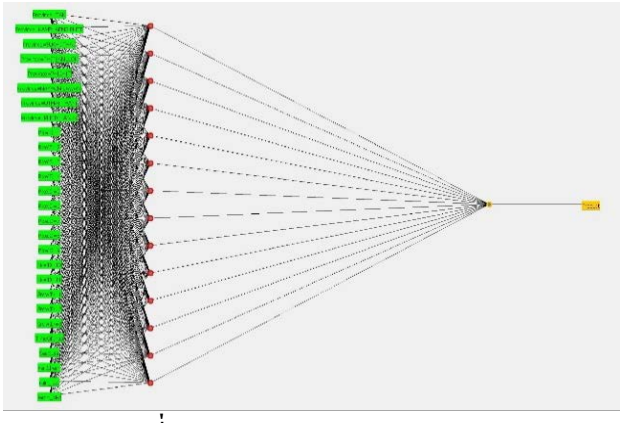
เมื่อ $\beta_0, \ldots, \beta_p$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression coefficients) ที่แสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (x) แต่ละตัวที่มีผลต่อตัวแปรตาม (y)

3. ผลการดำเนินการ

ในการศึกษานี้ได้ใช้โปรแกรม SPSS เพื่อพัฒนาตัวแบบ MLR โดยกำหนดตัวแปรอิสระ (x) ทั้งหมด 8 ตัวแปรร่วมกับเทคนิคการกำหนดตัวแปรหุ่น และตัวแปรตาม (y) คือผลผลิตข้าวกิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้เทคนิคประมาณค่าพารามิเตอร์แบบลำดับขั้น (Stepwise method) และได้สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ ดังสมการ 7

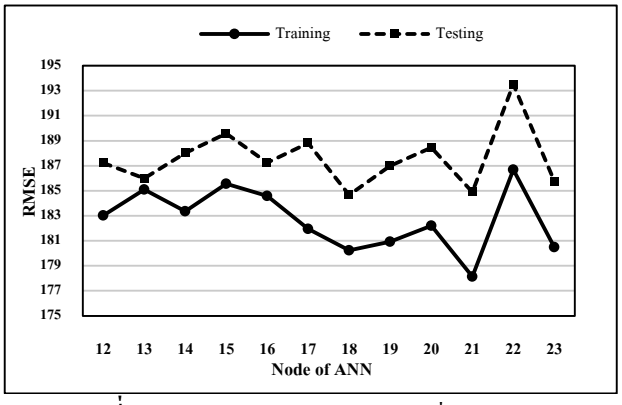
y = 586.339+(-93.913×RiceID4)+(-26.564×TimeOfCrop)
+(0.976×FertChem) + (-40.005×RiceID6) +
(80.38×RiceID7) + (56.603×RiceID5) +
(0.374×rain_idw) + (41.302×Province5) +
(-77.623×GrowID1) + (1.218×SeedUse) +
(33.724×Province7) (7)

การพัฒนาตัวแบบ ANN ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Weka โดยมีข้อมูลเข้าทั้งหมด 8 ตัว และข้อมูลออก 1 ตัว โดยเลือกใช้การปรับค่าตัวแปรเข้าแบบไบนารีทำให้ชั้นข้อมูลเข้ามี 27 ตัว ซึ่งเกิดจากการแตกข้อมูลเชิงคุณภาพ (จังหวัดเป็น 8 ค่า ชนิดพันธุ์ข้าวเป็น 11 ค่า วิธีปลูกเป็น 3 ค่า บวกด้วย เมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาปลูก ปุ๋ยเคมีที่ใช้ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ รวมเป็น 27 ข้อมูลเข้าใน ANN ดังแสดงในภาพที่ 6)



ภาพที่ 6: ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบไบนารี

โดยได้ปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ ANN ที่มีประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้ จำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่ใช้ตั้งแต่ 12 – 23โหนด อัตราการเรียนรู้ที่ 0.1, 0.2, 0.3 และค่าโมเมนตัมที่ 0.1, 0.2 โดยกำหนดรอบการเรียนรู้ที่ 500 รอบ และค่าเลขสุ่มโดยใช้ Seed เท่ากับ 0 ทำให้ทดลองสร้างตัวแบบทั้งหมด 12 x 3 x 3 เท่ากับ 108 ตัวแบบ ภาพ 7 แสดงตัวแบบที่ดีที่สุดในแต่ละจำนวนโหนดที่ใช้ในชั้นซ่อนพบว่าตัวแบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือ ตัวแบบที่มีจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 21 โหนด ที่อัตราการเรียนรู้ และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ



ภาพที่ 7: ค่า RMSE ของตัวแบบ ANN ที่จำนวนโหนดต่างๆ

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดจากทั้ง 2 เทคนิค คือ ANN และ MLR โดยแสดงประสิทธิภาพด้วยค่า RMSE และ MAE สำหรับชุดฝึกสอนและชุดทดสอบ

ตารางที่ 6: เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และตัวแบบการถดถอย (MLR)

เทคนิค	ชุดฝึกสอน		ชุดทดสอบ	
	RMSE	**MAE**	**RMSE**	**MAE**
ANN	**178.135**	**0.313**	**184.884**	**0.329**
MLR	190.289	0.361	198.400	0.390

ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE และ MAE ที่น้อยจะเป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพดี จากการทดลองพบว่า ANN ให้ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพที่ดีว่า MLR โดย ANN ให้ค่า RMSE และ MAE ที่ต่ำกว่า MLR ทั้งในชุดฝึกสอนและชุดทดสอบ

4. สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ต้องการปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวกิโลกรัมต่อไร่ โดยได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิมาใช้ในการพัฒนาตัวแบบด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (MLR) พบว่าตัวแบบที่ได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยตัวแบบ ANN ให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่า MLR ดังนั้นตัวแบบ ANN จึงเหมาะที่จะนำไปพัฒนาโปรแกรมพยากรณ์ผลผลิตข้าวนาปีในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, “รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ”, [ออนไลน์] 2556 สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/download/journal/trends2556.pdf [20 กุมภาพันธ์ 2558]

[2] กรมส่งเสริมการเกษตร, “โครงการจัดระบบการปลูกข้าว”, [ออนไลน์] 2556 สืบค้นจาก: http://www2.oae.go.th/mis/Forecast/02_journal/rice54.pdf [20 กุมภาพันธ์ 2558]

[3] ประพาส วีระแพทย์, “ความรู้เบื้องต้นเรื่องข้าว”.*สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว*, กรุงเทพมหานคร :106 หน้า , 2555

[4] สุจิตตรา สาระคนธ์ ,จรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล และอนามัย นาอุดม, “การพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง”, *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2557*, ครั้งที่ 11.

[5] Shepard, R. N., “The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function”, *Psychometrika*, 27:125-140; 219-246, 1962

[6] George Y.Lu and David W. Wong, “An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique”,*journal of computer and geosciences*,, Vol.34,pp.1044-1055,2008 Elsevier.

[7] Raju Prasad Paswan and Shahin Ara Begum, “Regression and Neural Networks Models for Prediction of crop Production”, *International journal of Scientific & Engineering Research*, Vol.4, 2229-5518,2013

[8] Simon H. , “Neural Networks and Learning Machines”, *Pearson Education,Inc. Canada*, 2009

[9] Ripley, B. D. “Pattern Recognition and Neural Networks”. *Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain*. 1996

[10] ทรงศิริ แต้สมบัติ, “การวิเคราะห์การถดถอย Regression Analysis”, (พิมพ์ครั้งที่ 3),*กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2548

การจำแนกประเภทเว็บเพจโดยใช้ค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน
Web Page Classification using Generalization Performance of Support Vector Machines

มัลลิกา ขวัญเกื้อ(Mulliga Khwankue)[1] ฐิมาพร เพชรแก้ว(Thimaporn Phetkaew)[2]
และ พรพล ธรรมรงค์รัตน์(Pornpon Thamrongrat)[3]
[1]นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์
[2,3]สำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
[1]kmulliga@wu.ac.th, [2]pthimapo@wu.ac.th, [3]pornpon.th@wu.ac.th

บทคัดย่อ

เว็บเพจ คือ แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่การค้นคืนสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้สืบค้นจึงมีความสำคัญ การจำแนกประเภทเว็บเพจเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามตัวจำแนกของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแต่ละตัวมีความแม่นยำไม่เท่ากัน งานวิจัยนี้นำเสนออัลกอริทึมใหม่ที่ใช้ในการจำแนกประเภทเว็บเพจ โดยนำค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาใช้ประกอบการพิจารณาให้คะแนนเสียงเพื่อจำแนกประเภทเว็บเพจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการให้คะแนนเสียง 3 รูปแบบ คือ การใช้ Min-max normalization การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได และการตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอทั้ง 3 วิธีให้ค่า F-measure ที่สูงขึ้น และการให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันไดให้ค่า F-measure สูงที่สุด

คำสำคัญ: ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไป การจำแนกประเภทเว็บเพจ การจำแนกประเภท

Abstract

The increasing amount of web page has exponentially growth as fast as the expansion of internet users. Information retrieval system needs to find user needs in this enormous amount. Web page classification is one of efficient techniques to help users to precisely find their needs. Support Vector Machine has considered as a state-of-the-art technique for efficiently classifying. However each individual classification of Support Vector Machines has given different accuracy. This paper presents new algorithm to classify web pages by considering generalization performance of Support Vector Machine as condition in voting. This research presents three scoring methods which are Min-max normalization, Step scoring and Revoke scoring. Experimental results have shown that our proposed methods yield higher F-measure. With our three methods, Step scoring method presents the highest F-measure.

Keywords: Support Vector Machines, Generalization Performance, Web Page Classification, Classification.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีเว็บเพจเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และมีข้อมูลที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานที่แตกต่างกัน มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามที่ต่างๆ เว็บเ พจถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรวบรวม การแบ่งปัน และการให้บริการข้อมูล ในขณะเดียวกันปริมาณของข้อมูลที่มีเป็นจำนวนมากก็ทำให้เกิดความยากในการค้นหา การจัดระเบียบ และการเข้าถึงสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้สืบค้น

วิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาคือการจำแนกประเภทเว็บเพจ (Web page classification)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machines) เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกประเภท ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะสร้างระนาบหลายมิติที่ใช้แบ่งข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม [10] เหมาะกับการจำแนกประเภทข้อมูลที่เป็นสองกลุ่ม แต่ในโจทย์ปัญหาการจำแนกประเภทโดยส่วนใหญ่จะมีข้อมูลมากกว่าสองกลุ่ม จึงมีการสร้างเครื่องมือสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีมากกว่าสองกลุ่ม เรียกว่ามัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Multiclass Support Vector Machines) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองวิธี ได้แก่ การจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-against-One: 1vs1) [4, 8, 9, 14, 15, 17] และการจำแนกแบบหนึ่งต่อที่เหลือทั้งหมด (One-against-All: 1vsAll) [2, 7, 18] จากงานวิจัยเหล่านี้พบว่าการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการจำแนกมีความแม่นยำสูง อย่างไรก็ตามตัวจำแนก (Classifier) ของมัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแต่ละตัวมีความแม่นยำไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไป (Generalization Performance) จึงมีผู้วิจัยนำค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปไปใช้เพื่อช่วยในการเลือกตัวจำแนกที่ดีมาใช้หรือปรับปรุงกระบวนการจำแนกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [3, 4, 14]

งานวิจัยชิ้นนี้จึงนำเสนออัลกอริทึมในการจำแนกประเภทเว็บเพจโดยนำค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาพิจารณาในการให้คะแนนเสียงในขั้นตอนการจำแนก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทเว็บเพจ

งานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 แสดงถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 4 ผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 เป็นบทสรุป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

สำหรับโจทย์ปัญหาที่มี k กลุ่ม การจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นในขั้นตอนการเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่างจะสร้างตัวจำแนกจำนวน $k(k-1)/2$ ตัว โดยในการเรียนรู้เพื่อสร้างตัวจำแนกแต่ละตัวจะใช้ข้อมูลจาก 2 กลุ่ม เช่น ตัวจำแนก i-vs-j จะสร้างจากข้อมูลในกลุ่มที่ i และ j ต่างจากการจำแนกแบบหนึ่งต่อที่เหลือซึ่งต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดในการเรียนรู้เพื่อสร้างตัวจำแนกแต่ละตัว ซึ่งจะต้องสร้างทั้งหมดจำนวน k ตัว เช่น ตัวจำแนก 1-vs-All จะสร้างฟังก์ชันเพื่อแยกข้อมูลกลุ่มที่ i จากข้อมูลกลุ่มอื่นที่เหลือทั้งหมด วิธีการจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งจึงใช้เวลาในการสร้างตัวจำแนกเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีหนึ่งต่อที่เหลือทั้งหมด [4] ในขั้นตอนการจำแนกของการจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นตัวจำแนกแต่ละตัวจะให้คำตอบเป็นกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในสองกลุ่มที่สร้างตัวจำแนกนั้นขึ้นมา เมื่อตัวจำแนกทุกตัวให้คำตอบออกมาครบแล้ว อาจใช้วิธีพื้นฐานในการหาคำตอบ คือ วิธีแมกซ์วิน (Max Wins) ในการนับคะแนนโหวตจากผลลัพธ์ของตัวจำแนกทุกตัว ผลการจำแนกคือกลุ่มที่ได้คะแนนโหวตสูงที่สุด หรือหากมีกลุ่มที่คะแนนสูงสุดเท่ากันจะใช้วิธีการสุ่มเลือกคำตอบ

2.1.1 ประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไป

ประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไป (Generalization performance) ของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนประมาณค่าได้ด้วยการกำหนดขอบเขตของความผิดพลาดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [11] หากกำหนดชนิดของฟังก์ชันเป็นค่าจำนวนจริงภายในทรงกลมที่มีรัศมี R ค่ารัศมีไม่เกิน $\Re^n$ เป็นฟังก์ชันดังนี้ $F = \{\mathbf{x} \mapsto \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} : \|\mathbf{w}\| \le 1, \|\mathbf{x}\| \le R\}$ จะมีค่าคงที่ c สำหรับการกระจายข้อมูลทุกประเภท ด้วยความน่าจะเป็นอย่างน้อย 1-δ ข้อมูลตัวอย่าง $\mathbf{x}$ ที่เลือกมาอย่างอิสระจากกัน m ตัว ถ้าตัวจำแนก $h = \mathrm{sgn}(f) \in \mathrm{sgn}(F)$ มีระยะห่างระหว่างระนาบไปยังมาร์จินมีขนาดอย่างน้อย γ สำหรับการจำแนกข้อมูลตัวอย่างทุกตัวใน $\mathbf{x}$ จะมีความผิดพลาดของตัวจำแนก h ไม่เกิน

$$\frac{c}{m}\left(\frac{R^2}{\gamma^2}\log^2 m + \log\left(\frac{1}{\delta}\right)\right) \quad (1)$$

นอกเหนือจากนี้แล้ว ด้วยความน่าจะเป็นอย่างน้อย 1-δ ตัวจำแนก $h \in \mathrm{sgn}(F)$ ทุกตัวจะมีความผิดพลาดไม่เกิน

$$\frac{k}{m} + \sqrt{\frac{c}{m}\left(\frac{R^2}{\gamma^2}\log^2 m + \log\left(\frac{1}{\gamma}\right)\right)} \quad (2)$$

เมื่อ k คือจำนวนตัวอย่างข้อมูลใน $\mathbf{x}$ ที่มีระยะห่างจากระนาบไม่เกิน γ

Phetkaew และคณะ [14] ได้นำค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปดังสมการที่ 2 มาใช้ในการพิจารณาเลือกตัวจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งไปใช้ ผลการวิจัยพบว่าผลการจำแนกมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่วัดค่า

ประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปด้วยวิธีอื่นๆ เช่น ใช้ขนาดความกว้างของมาร์จิน (Margin size) [4] และจำนวนข้อมูลที่ตกอยู่บนเส้นมาร์จินหรือจำนวนซัพพอร์ตเวกเตอร์ (Support vectors) [3]

2.2 การจำแนกประเภทเว็บเพจด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ในการจำแนกประเภทเว็บเพจจะมีกระบวนการที่ต้องเตรียมก่อนที่จะทำการจำแนก คือ การสร้างคุณลักษณะเฉพาะ (Feature extraction) จากเว็บเพจ โดยข้อมูลที่นำมาพิจารณาในการสร้างคุณลักษณะเฉพาะ เช่น ข้อความ (Body), หัวข้อ (Head), ชื่อเรื่อง (Title) เป็นต้น และจะต้องทำการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะ (Feature reduction) เพื่อเลือกเฉพาะคุณลักษณะเฉพาะที่ดีมาใช้ทำให้ผลการจำแนกมีความแม่นยำมากขึ้นและใช้เวลาน้อยลงในการเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่าง จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลในการจำแนกประเภท

มีผู้วิจัยทำการประเมินประสิทธิภาพในการจำแนกเว็บเพจโดยใช้มัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) พบว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่าความแม่นยำในการจำแนกสูงที่สุด [20] นอกจากนี้ยังมีการนำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนไปประยุกต์ใช้ในการจำแนกประเภทเว็บเพจภาษาจีน [16] ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้คุณลักษณะเฉพาะที่สร้างจากข้อมูลหลายอย่าง เช่น ใช้ข้อมูลจากเนื้อหา หัวข้อ หรือชื่อเรื่องร่วมกัน จะให้ผลการจำแนกเว็บเพจที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้คุณลักษณะที่สร้างจากข้อมูลชนิดเดียว Wang และคณะ [19] ได้ใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการจำแนกประเภทเว็บเพจเป็นกลุ่มย่อยหรือในลักษณะลำดับชั้น (Hierarchical classification) พบว่าผลการจำแนกมีประสิทธิภาพดี

วิธีการให้คะแนนเสียงมีความสำคัญในการใช้มัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน Thamrongrat และคณะ [12] นำเสนอการจำแนกประเภทเว็บเพจโดยวิธีการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะและใช้มัลติคลาสซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Voting Algorithm of Multi-Class SVM for Web Page Classification: VAMSVM_WPC) โดยใช้วิธีการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะด้วยวิธี ReliefF, Information gain, Gain ratio และ Chi-square แล้วสร้างตัวจำแนกจากคุณลักษณะเฉพาะที่เหลืออยู่ และในขั้นตอนการจำแนกมีวิธีการให้คะแนนเสียงในการจำแนกดังนี้

1) นำตัวจำแนกที่สร้างจากข้อมูลที่ผ่านการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะมาครั้งละ 2 วิธี เช่น ReliefF และ Chi-square มาโหวตแล้วรวมคะแนนกัน
2) หากมีคลาสที่ได้คะแนนสูงสุดเพียงกลุ่มเดียวก็จะตอบกลุ่มนั้นเป็นผลการจำแนก
3) หากมีหลายคลาสที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากัน จะนำระยะห่างจากระนาบที่ใช้แบ่งข้อมูลไปยังจุดข้อมูลนั้นจากตัวจำแนกทั้ง 2 วิธีมารวมกัน
4) คลาสใดมีค่าผลรวมของระยะห่างสูงที่สุดจะตอบคลาสนั้นเป็นผลการจำแนก

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้ข้อมูลเว็บเพจจาก “7 sectors DataSet” [1] มาลดขนาดลักษณะเฉพาะโดยการใช้วิธี ReliefF ให้เหลือจำนวน 100 คุณลักษณะมีค่า F-measure สูงที่สุด โดยที่การใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะจากทั้งข้อความและชื่อเรื่องให้ค่า F-measure สูงกว่าการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะจากส่วนใดส่วนหนึ่งเพียงส่วนเดียว นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าวิธี VAMSVM_WPC ให้ค่า F-measure ที่สูงกว่าวิธีการจำแนกแบบดั้งเดิมคือ การจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งและการจำแนกแบบหนึ่งต่อที่เหลือทั้งหมด

2.2.1 การประเมินประสิทธิผลของการจำแนกเว็บเพจ

การประเมินประสิทธิผลของการจำแนกเว็บเพจจะนิยมใช้ค่า F-measure โดยจะต้องหาค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) เพื่อคำนวณหาค่า F-measure

กำหนดให้ i แทนลำดับของเว็บเพจกลุ่มที่ i (หรือลำดับของ Class ที่ i: C_i) สามารถคำนวณค่าความแม่นยำ (P_i) ค่าระลึก (R_i) และค่า F-measure (F_i) ของกลุ่มที่ i ได้จากสมการที่ (3)-(5)

$$P_i = \frac{TP_i}{TP_i + FP_i} \quad (3)$$

$$R_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \quad (4)$$

$$F_i = \frac{2P_iR_i}{P_i + R_i} \quad 5)$$

โดยที่ TP_i (True Positive) แทนจำนวนเว็บเพจที่อยู่ในคลาส C_i และตัวจำแนกประเภทจำแนกว่าอยู่ในคลาส C_i

FP_i (False Positive) แทนจำนวนเว็บเพจที่ไม่อยู่ในคลาส C_i และตัวจำแนกประเภทจำแนกว่าอยู่ในคลาส C_i

FN_i (False Negative) แทนจำนวนเว็บเพจที่อยู่ในคลาส C_i และตัวจำแนกประเภทจำแนกว่าไม่อยู่ในคลาส C_i

TN_i (True Negative) แทนจำนวนเว็บเพจที่ไม่อยู่ในคลาส C_i และตัวจำแนกประเภทจำแนกว่าไม่อยู่ในคลาส C_i

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอการปรับปรุงวิธี VAMSVM_WPC เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทเว็บเพจให้สูงขึ้น วิธีการที่เสนอจะให้คะแนนเสียงโดยพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ผู้วิจัยแบ่งตัวจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดต่ำ และตัวจำแนกที่มีค่าขอบเข ตความผิดพลาดสูง โดยนำค่าขอบเขตความผิดพลาดของตัวจำแนกทุกตัวมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากนั้นจะคัดแยกตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงออกไปก่อน คือ กรณีที่ค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงกว่า Mean+2SD ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดต่ำจะมีคะแนนเสียงเท่ากับ 1 คะแนนเต็มเสมอ

ภายใต้สมมติฐานที่ว่าตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตของความผิดพลาดสูงจะมีโอกาสจำแนกผิดพลาดสูง จึงหลีกเลี่ยงการนำตัวจำแนกเหล่านั้นมาใช้หรืออาจนำมาใช้โดยทำการลงโทษด้วยการลดค่าคะแนนเสียง ผู้วิจัยเสนอแนวคิดในการให้คะแนนเสียงสำหรับตัวจำแนกที่มีขอบเขตความผิดพลาดสูง 3 รูปแบบดังนี้

3.1 การใช้ Min-max normalization

ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะนำมากำหนดคะแนนเสียงใหม่โดยนำค่าขอบเขตความผิดพลาดของทุกตัวจำแนกมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก แล้วใช้วิธี Min-max normalization [6] ในการปรับค่าขอบเขตความผิดพลาดให้มีค่าอยู่ในช่วง [0, 1] โดยใช้สมการที่ (6) โดยที่ v แทนค่าขอบเขตของความผิดพลาดเดิม ส่วน v' แทนค่าขอบเขตของความผิดพลาดที่ปรับให้อยู่ในช่วงที่ต้องการแล้ว

$$v' = \frac{v - \min}{\max - \min}(new\_\max - new\_\min) + new\_\min \quad (6)$$

ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะกำหนดให้มีคะแนนเสียงเท่ากับ $1 - v'$ คะแนน ซึ่งจะทำให้ตัวจำแนกที่ยิ่งมีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะยิ่งมีคะแนนเสียงน้อย ในขั้นตอนการจำแนกหากมีหลายคลาสที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากันจะทำการสุ่มเลือกคลาสหนึ่งมาเป็นผลการจำแนก

3.2 การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได (Step scoring)

ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะนำมากำหนดคะแนนเสียงใหม่โดยนำค่าขอบเขตความผิดพลาดของทุกตัวจำแนกมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก แล้วใช้วิธีแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ช่วง โดยใช้วิธีอันตรภาคชั้นกำหนดความกว้างของแต่ละช่วงเท่ากับ (Max – Min)/3 แล้วกำหนดให้ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดตกอยู่ในแต่ละช่วงมีคะแนนเท่ากับ 0.75, 0.50 และ 0.25 ตามลำดับ เช่นเดียวกันวิธีนี้จะทำให้ตัวจำแนกที่ยิ่งมีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะยิ่งมีคะแนนเสียงน้อย ในขั้นตอนการจำแนกหากมีหลายคลาสที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากันจะทำการสุ่มเลือกคลาสหนึ่งมาเป็นผลการจำแนก

3.3 การตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง (Revoke scoring)

ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงจะถูกตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง ซึ่งจะส่งผลให้ค่าคะแนนรวมของผลโหวตสำหรับบางคลาสที่เกี่ยวข้องกับตัวจำแนกที่ถูกตัดสิทธิ์มีค่าคะแนนรวมน้อยลง ในขั้นตอนการจำแนกมีกระบวนการทำงานดังนี้

1) คิดผลรวมคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับคะแนนรวมสูงสุดที่เป็นไปได้ของคลาสนั้นๆ
2) หากมีหลายคลาสที่ได้ค่าเปอร์เซ็นต์สูงสุดเท่ากัน สามารถหาคำตอบได้ 2 วิธี ดังนี้
   2.1) ทำการสุ่มเลือกคลาสหนึ่งมาเป็นผลการจำแนก (Random) หรือ
   2.2) นำตัวจำแนกที่เกี่ยวข้องกับคลาสเหล่านั้นมาโหวตเพื่อนับคะแนนเสียงใหม่ โดยที่ยอมให้ตัวจำแนกที่เคยโดนตัดสิทธิ์สามารถร่วมให้คะแนนเสียงโหวตได้ด้วย (Revote) และตัวจำแนกทุกตัวจะมีคะแนนเสียงเท่ากับ 1 คะแนน

4. ผลการดำเนินงาน

ในการทดลองผู้วิจัยใช้ชุดข้อมูล “7 sectors DataSet” จาก CMU ที่อยู่ในกลุ่ม WebKB [1] ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเว็บเพจ 7 ประเภท ได้แก่ Material, Energy, Financial, Healthcare, Technology, Transportation และ Utilities จำนวน 630 ตัวอย่างโดยเลือกเฉพาะไฟล์ html นำข้อมูลข้อความและชื่อเรื่องมาสร้างคุณลักษณะเฉพาะและทำการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะโดยใช้วิธี ReliefF ให้เหลือจำนวน 100 คุณลักษณะ ตามสรุปผลการวิจัยของ Thamrongrat [12]

นำข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะมาสร้างตัวจำแนกแบบหนึ่งต่อหนึ่งจำนวน 21 ตัว โดยใช้ SVM Light [13] และใช้เคอร์เนลแบบอาร์บีเอฟ (RBF kernel) และคำนวณค่าขอบเขตความผิดพลาดให้กับตัวจำแนก ทำการทดลองให้คะแนนเสียงด้วยการใช้ Min-max normalization การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได การตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง และการให้คะแนนเสียงตามแบบ VAMSVM_WPC สำหรับวิธี VAMSVM_WPC จะใช้ตัวจำแนกที่สร้างจากข้อมูลที่ผ่านการลดขนาดคุณลักษณะเฉพาะ 2 วิธี ได้แก่ ReliefF และ Chi-square มาใช้โหวตแล้วรวมคะแนนกัน เนื่องจากจำนวนข้อมูลตัวอย่างมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงทำการทดลองแบบ 10-fold cross validation

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่า F-measure ระหว่างวิธีการให้คะแนนเสียงที่นำเสนอกับวิธี VAMSVM_WPC โดยจะแสดงพารามิเตอร์ของอาร์บีเอฟเคอร์เนล (*c*) ที่ใช้และค่า F-measure ที่สูงที่สุดจะแสดงด้วยตัวหนา จากผลการทดลองพบว่าทั้งวิธีการใช้ Min-max normalization การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได และการตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง มีค่า F-measure สูงกว่าวิธีการให้คะแนนเสียงแบบ VAMSVM_WPC ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าขอบเขตความผิดพลาดของตัวจำแนกมีผลกระทบต่อผลการจำแนก และแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทเว็บเพจ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการทดลองในรายละเอียดพบว่าวิธี Min-max normalization แม้ว่าจะมีค่า F-measure สูงกว่าวิธี VAMSVM_WPC แต่ส่วนใหญ่จะมีค่า F-measure ต่ำกว่าวิธีการให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได และการตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง ทั้งนี้เนื่องจากตัวจำแนกทุกตัวจะได้ทำหน้าที่ให้คะแนนเสียง แต่ตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงที่สุดจะมีคะแนนเสียงเป็น 0 เสมอ เป็นเพราะการปรับขอบเขตของค่าให้อยู่ในช่วง [0, 1] หากมีตัวจำแนกใดที่ค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงมากๆ แตกต่างไปจากค่าของตัวจำแนกอื่นๆ การลงโทษตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงที่สุดให้มีคะแนนเสียงเป็น 0 เสมอจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการจำแนกดีขึ้น แต่หากตัวจำแนกมีค่าขอบเขตความผิดพลาดไม่แตกต่างกันมาก การลงโทษตัวจำแนกที่มีค่าขอบเขตความผิดพลาดสูงที่สุดให้มีคะแนนเสียงเป็น 0 เสมออาจไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนก

ตารางที่ 1 : แสดงการเปรียบเทียบค่า F-measure ของการจำแนกข้อมูลระหว่างวิธี Min-max normalization การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได การตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียงและ VAMSVM_WPC

c	VAMSVM_WPC	Min-max norm.	Step	Revoke	
				Random	Revote
0.01	91.01	76.06	**92.01**	89.57	89.36
0.02	84.95	88.75	**90.27**	89.44	89.77
0.03	80.60	**88.28**	88.13	88.13	88.13
0.04	77.36	**87.29**	87.14	87.14	87.14
0.05	75.50	84.09	**85.30**	84.78	84.78
0.06	72.37	80.08	**83.76**	81.95	80.83
0.07	70.37	77.72	**81.58**	75.09	74.83
0.08	63.89	65.02	**71.49**	63.61	64.48

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนออัลกอริทึมสำหรับจำแนกประเภทเว็บเพจแบบใหม่ โดยนำค่าประสิทธิภาพโดยนัยทั่วไปของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาพิจารณาในการให้คะแนนเสียง และได้เปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการให้คะแนนเสียงแบบ VAMSVM_WPC จากผลการทดลองพบว่าทั้งวิธีการใช้ Min-max normalization การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันได และการตัดสิทธิ์การให้คะแนนเสียง มีค่า F-measure สูงกว่าวิธีการให้คะแนนเสียงแบบ VAMSVM_WPC และโดยส่วนใหญ่การให้คะแนนเสียงแบบขั้นบันไดมีค่า F-measure สูงที่สุด

สำหรับแนวทางการวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยจะนำวิธีการให้คะแนนเสียงที่คิดค้นขึ้นไปทดลองกับข้อมูลอื่นๆ ที่มีจำนวนคลาสมากขึ้น และทดลองใช้กับข้อมูลที่ค่าขอบเขตความ

ผิดพลาดมีการกระจายในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาปรับปรุงอัลกอริทึมให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากโครงการหนึ่งหลักสูตรหนึ่งโครงการวิจัย สำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] 7 sector dataset: http://www.cs.cmu.edu/~webkb/ [1/Dec/2014].

[2] A. Chaudhuri, K. De and D. Chatterjee, "A Comparative Study of Kernels for the Multi-class Support Vector Machine," *International Conference on Natural Computation(ICNC)*, Vol. 2, pp.3 – 7, 2008.

[3] F. Takahashi and S. Abe, "Optimizing Directed Acyclic Graph Support Vector Machines," *In Proc. of ANN in Pattern Recognition*, pp.166-170, 2003.

[4] J. C. Platt, N. Cristianini, and J. Shawe-Taylor, "Large margin DAGs for multiclass classification," *Advances in Neural Information Processing Systems*, MIT Press, Vol. 12, pp. 547-553, 2000.

[5] J. H. Friedman, *"Another approach to Polychotomous classification"*, Technical report, Department of Statistics, Stanford University, 1996.

[6] J. Han, M. Kamber and J. Pei, *Data Mining Concepts and Techniques (3rd ed.)*, Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, 2011.

[7] J. Chen and C. Liu, "Fast multi-class sample reduction for speeding up support vector machines," *IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP)*, 18-21 Sept, 2011, pp.1 – 6.

[8] J. S. Prakash, K. A. Vignesh, C. Ashok and R. Adithyan, "Multi class Support Vector Machines classifier for machine vision application," *International Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP)*, 14-15 Dec, 2012, pp.197 – 199.

[9] M. Zhang, Q. Wang, Z. He, Y. Shen, and Y. Lin, "Bhattacharyya Distance based Kernel Method for Hyperspectral Data Multi-Class Classification," *IEEE on Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, 3-6 May, 2010, pp.629 – 632.

[10] N. Cristianini and J. Shawe-Taylor, *An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods*, Cambridge University Press: New York, 2000.

[11] P. L. Bartlett and J. Shawe-Taylor, "Generalization performance of support vector machines and other pattern classifiers," *Advances in Kernel Methods*, pp. 43-54, MIT Press, Cambridge: USA, 1999.

[12] P. Thamrongrat, L. Preechaveerakul and W. Wettayaprasit. "A Novel Voting Algotithm of Multi-Class SVM for Web Page Classification," *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT 2009)*, pp. 327-331, 2009.

[13] T. Joachims,(2008). *SVMlight : Support Vector Machine*. Available : http://svmlight.joachims.org/[1/Dec/2014]

[14] T. Phetkaew, B. Kijsirikul and W. Rivepiboon, "Multiclass classification of support vector machines by reordering adaptive directed acyclic graph," *SANKEN International Workshop on Intelligent Systems*, 2003.

[15] T. Phetkaew, B. Kijsirikul & W. Rivepiboon. "Reordering Adaptive Directed Acyclic Graphs: An Improved Algorithm for Multiclass Support Vector Machines," *Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2003)*, pp. 1602-1601, 2003.

[16] W. Xue, H. Bao, W. Huang and Y. Lu, *"Web Page Classification Based on SVM"*, the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, Dalian, China, Jun 21-23, 2006.

[17] X. Xia and K. Li, "A New Score Correlation Analysis Multi-class Support Vector Machine for Microarray," *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2007)*, 12-17 Aug, 2007, pp.2610 – 2615.

[18] Y. Breaych, "Classification methods using Winners-Take-All neural networks," *Proceedings of VIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, 11-14 May, 2011, pp.234 – 236.

[19] Y. Wang and Z. Gong, "Hierarchical Classification of Web Pages Using Support Vector Machine," *Digital Libraries: Universal and Ubiquitous Access to Information Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 5362, pp. 12-21, 2008.

[20] พรพล ธรรมรงค์รัตน์, ลัดดา ปรีชาวีรกุล และ วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์, "การจำแนกประเภทเว็บเพจโดยใช้ค่าความถี่เอกสารและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน," *รายงานการประชุมวิชาการวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ครั้งที่* 12, NCSEC 2008, หน้า 498-504, 2551.

การเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบเอ็กซ์ตรีมเลินนิ่งแมชชีนด้วยขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้สำหรับปัญหาการประมาณค่า

Performance Improvement of Extreme Learning Machine based on Flower Pollination Algorithm for Real World Regression Problem

ศรัญยู บริรัตน์ฤทธิ์(Sarunyoo Boriratrit)[1] สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา(Sirapat Chiewchanwattana)[2]

คำรณ สุนัติ(Khamron Sunat)[3] และปัญญาพล หอระตะ(Punyaphol Horata)[4]

Advanced Smart Computing (ASC) Laboratory ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[1]sarunyoob@kkumail.com, [2]sunkra@kku.ac.th, [3]khamron_sunat@yahoo.com, [4]punhor1@kku.ac.th

บทคัดย่อ

Extreme Learning Machine (ELM) เป็นตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีลักษณะแบบป้อนไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว (Single-hidden Layer Feedforward Network: SLFN) เป็นตัวแบบที่มีการเรียนรู้และทดสอบที่เร็วมากแต่ยังให้คำตอบที่เหมาะสมออกมายังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากตัวแบบ ELM ได้ใช้วิธีการสุ่มหาค่าน้ำหนักในช่วงการฝึกฝน แล้วนำค่าน้ำหนักที่ได้จากโหนดชั้นซ่อนไปหาคำตอบในช่วงของการทดสอบ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้ (Flower Pollination Algorithm: FPA) เข้ามาประสานกับตัวแบบ ELM เพื่อปรับปรุงค่าคำตอบให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดทั้งในช่วงของการเรียนรู้และการทดสอบ และทำการปรับปรุงค่าน้ำหนักในช่วงของการฝึกฝนโดยให้มีกระบวนการของ FPA เข้าไปช่วยเพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักที่ดีที่สุดและค่าเอนเอียงที่เหมาะสมที่นำไปหาคำตอบในช่วงของการทดสอบ สำหรับงานวิจัยฉบับนี้จะทำการทดลองกับปัญหาการประมาณค่า (Real World Regression Problem) โดยเฉพาะซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่ได้คิดค้นสามารถเอาชนะในช่วงของการฝึกฝนได้ถึง 4 ใน 5 ของชุดข้อมูลของทุก ๆ ตัวแบบที่นำมาทำการทดลองและสามารถเอาชนะในช่วงของการทดสอบได้ถึง 3 ใน 5 ของชุดข้อมูลของทุก ๆ ตัวแบบที่นำมาทำการทดลอง

คำสำคัญ: เอ็กซ์ตรีมเลินนิ่งแมชชีน ขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้

Abstract

Extreme Learning Machine (ELM) was proposed as single-hidden layer feedforward network (SLFN) of a neural network type that training and testing faster. However, ELM uses a randomize method to find the input weights and hidden bias from the training phase for finding solutions in testing phase. In this paper, we proposed the new optimizer based on Flower Pollination Algorithm (FPA) and merge with ELM for adjusting input weights and hidden bias in the training phase for finding the best solution in the testing phase. In this paper will experiment with the real world regression problem only. The experimental results show that the new model can overcome 4 in 5 of datasets for all models type in training phase and 3 in 5 of datasets for all models type in testing phase.

Keywords: Extreme Learning Machine (ELM), Flower Pollination Algorithm (FPA).

1. บทนำ

เอ็กซ์ตรีมเลินนิ่งแมชชีน (Extreme Learning Machine: ELM) [1] เป็นหนึ่งในศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียมที่ว่าด้วยเรื่องการหาคำตอบที่เหมาะสมต่าง ๆ จากการเรียนรู้และสามารถนำ ELM ไปใช้ประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำนายผล, รู้จำรูปภาพ เป็นต้น โดย ELM จะให้คำตอบที่ถูกต้องพอสมควรและได้คำตอบที่ใช้เวลาสั้นมากทั้งในช่วงเรียนรู้และช่วงทดสอบเมื่อเทียบกับตัวอื่น ๆ [2] แต่อย่างไรก็ตามตัวแบบ

ELM ยังมีข้อบกพร่องคือต้องใช้โหนดชั้นซ่อนสำหรับการเรียนรู้จำนวนมากเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

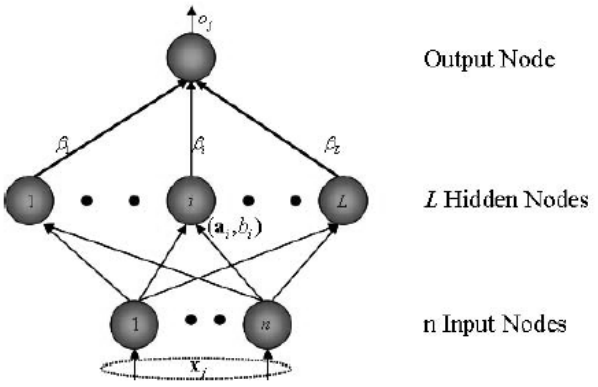
ขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้ (Flower Pollination Algorithm) นำเสนอโดย Xin-She Yang [3] เป็นตัวแบบในการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติที่ว่าด้วยเรื่องการถ่ายละอองเรณูของดอกไม้เข้ามาใช้ และทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับตัวแบบ Generic Algorithm และ Particle Swarm Optimization [3]

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้ (Flower Pollination Algorithm) ของ Xin-She Yang [3] มาประสานกับตัวแบบ ELM ในรูปแบบเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary) เพื่อเพิ่มความถูกต้องให้กับคำตอบที่เหมาะสมแล้วนำมาเปรียบเทียบวัดหาประสิทธิภาพกับตัวแบบทั้ง 4 ตัวแบบคือ Self-Adaptive Differential Evolution ELM คิดค้นโดย Guang-Bin Huang และคณะ [4] ที่มีการนำเอาขั้นตอนวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมของ Differential Evolution เข้ามาประยุกต์ใช้กับ ELM, Online Sequential ELM คิดค้นโดย Guang-Bin Huang และคณะ [5] ที่มีการนำเอาขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ (Learning Algorithm) มาประยุกต์ใช้เข้ากันกับ ELM และสุดท้ายคือตัวแบบ ELM ตัวดั้งเดิม

2. วิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Extreme Learning Machine [1]

เอ็กซ์ตรีมเลินนิ่งแมชชีน (Extreme Learning Machine: ELM) ถูกคิดค้นขึ้นมาโดย Guang-Bin Huang และคณะ [1] เป็นโครงข่ายงานประสาทเทียมที่มีรูปแบบลักษณะป้อนไปข้างหน้าที่มีเพียงโหนดชั้นซ่อนเพียงชั้นเดียว (Single-hidden layer feed-forward networks: SLFNs) ที่ประกอบไปด้วย L โหนดชั้นซ่อนและมีฟังก์ชั่นกระตุ้น g(x) โดยมีข้อมูลการเรียนรู้จำนวน N ตัว ในรูปแบบ $(x_i,t_i)\in R^n\times R^m$ โดยค่า $i=1,2,\ldots,N$



ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Single Layer Feed-forward Networks (SLFN) *[1]*

นำมาเขียนเป็นรูปแบบทางสมการทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$\sum_{i=1}^{L}\beta_i g(x)=t_j,\ j=1,2,\ldots,N \qquad (1)$$

ส่วนของค่าน้ำหนักและค่าเอนเอียงที่อยู่ระหว่างโหนดนำเข้าข้อมูลและโหนดชั้นซ่อนได้จากการสุ่มค่าแบบไม่มีการวนปรับ หลักการคือการแปลงระบบสมการเมทริกซ์ไม่เชิงเส้นให้เป็นสมการเมทริกซ์เชิงเส้นในรูปแบบ

$$H\beta=T \qquad (2)$$

โดยที่ $H=\{h_{ij}\}$ หรือ $g(a_L,b_L,x_N)$ เป็นเมทริกซ์ผลลัพธ์ที่ได้จากโหนดชั้นซ่อนที่คำนวณจากค่า g(x) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นกระตุ้น (Activation Function) ประเภทใด ๆ ที่หลักที่ L แถวที่ N ใด ๆ และได้ค่าผลลัพธ์จาก $h_{ij}=g(a_jx_i+b_j)$ ค่า g(x) ในที่นี่เป็น (Sigmoidal Function) จะเป็นผลลัพธ์ของโหนดชั้นซ่อนที่ j ที่เป็นผลลัพธ์ของข้อมูล x_i, $a_j=[a_{j1},a_{j2},a_{j3},\ldots,a_{jn}]^T$ เป็นค่าน้ำหนักของโหนด j และ b_j เป็นค่าเอนเอียงของโหนดชั้นซ่อนที่ j และค่าน้ำหนักของชั้นผลลัพธ์จะเป็นตัว $\beta_j=[\beta_{j1},\beta_{j2},\beta_{j3},\ldots,\beta_{jm}]^T$ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักในรูปแบบเวกเตอร์ที่อยู่ระหว่างโหนดที่ j ของชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์ที่ $T=[t_1,t_2,t_3,\ldots,t_n]^T$ [6] แล้วจะนำไปหาวิธีการหากำลังสองน้อยที่สุดคือ

$$\beta=H^{\dagger}T \qquad (3)$$

เมื่อค่า β คือค่าค่านอร์มที่ต่ำสุดและ $H^{\dagger}$ คือเมทริกซ์ผกผันแบบมอร์-เพนโรส (Moore-Penrose) ของเมทริกซ์ H

2.2 Flower Pollination Algorithm [3]

ขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูดอกไม้ (Flower Pollination Algorithm: FPA) ถูกนำเสนอขึ้นมาโดย Xin-She Yang [3]เป็นขั้นตอนวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมกับฟังก์ชั่นจุดประสงค์ (Objective Function) ต่าง ๆ โดยถ้าว่าด้วยตามธรรมชาติแล้ว การถ่ายละอองเรณูของดอกไม้จะมีลักษณะเป็นดังนี้ [7] [8]

- การถ่ายละอองเรณูในต้นเดียวกัน (Self-Pollination) หมายถึง การถ่ายละอองเรณูไปยังเกสรตัวเมียของดอกเดียวกันหรือคนละดอกแต่ดอกดังกล่าวยังคงอยู่ในต้นเดียวกัน
- การถ่ายละอองเรณูข้ามต้น (Cross-Pollination) เป็นการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามดอก (จากดอกหนึ่งไปยังอีกดอกหนึ่ง)

สำหรับการถ่ายละอองเรณูต่าง ๆ จะมีผู้ขนถ่ายละอองเรณู (Pollinator) ที่จะคอยผสมเกสรให้ดอกไม้ทั้งต้นเดียวกันและต่างต้น จะมีเป็นลักษณะดังนี้ [9]

- ผู้ขนถ่ายละอองเรณูแบบเป็นสิ่งมีชีวิต (Biotic Pollinator) เช่น ผึ้ง, ด้วง, ผีเสื้อ, นก เป็นต้น
- ผู้ขนถ่ายละอองเรณูแบบไม่มีชีวิต (Abiotic Pollinator) เช่น น้ำ, ลม

จากวิธีการถ่ายละอองเรณูตามธรรมชาติข้างต้น Xin-She Yang ได้คิดค้นขั้นตอนวิธีการถ่ายละอองเรณูจากดอกไม้ (Flower Pollination Algorithm) ซึ่งหลักการคือถ่ายละอองเรณูจากดอกหนึ่งไปยังอีกดอกหนึ่งและใช้วิธี Levy Flights [10] ในการหาวิธีการเดินทางจากดอกหนึ่งไปยังดอกหนึ่ง ซึ่งเขียนออกมาเป็นรูปแบบคณิตศาสตร์ได้คือ

$$x_i^{t+1}=x_i^t+\gamma L(\lambda)(g_*-x_i^t) \quad (4)$$

โดยค่า x_i^t คือค่าของละอองที่ i หรือคำตอบของตัวแปร x_i ที่รอบการทำงานที่ t และ g_* คือคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบันและ γ คือค่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อขนาดที่ใช้ควบคุมการเดินทาง ส่วนค่า $L(\lambda)$ คือค่าพารามิเตอร์ของการเดินทางในรูปแบบ Levy Flights โดยที่ค่า L>0 แล้วสามารถคำนวณได้จาก

$$L\sim \frac{\lambda\Gamma(\lambda)\sin(\frac{\pi\lambda}{2})}{\pi}\frac{1}{s^{1+\lambda}},(s\gg s_0>0) \quad (5)$$

โดยค่า $\Gamma(\lambda)$ คือค่ามาตรฐานของฟังก์ชั่นแกมม่าและค่า s คือค่าสเตปไซส์ (Step size) โดยใช้ Gaussian ของ U และ V มาคิดซึ่งได้รูปแบบเป็น

$$s=\frac{U}{|V|^{\frac{1}{\lambda}}} \quad (6)$$

โดยที่ค่า $U\sim N(0,\sigma^2)$ มาจากค่าเฉลี่ยรูปแบบของ Gaussian อย่างง่ายระหว่าง 0 ถึงค่าความแปรปรวนของ σ^2 และค่า $V\sim N(0,1)$ สำหรับค่า σ^2 หาได้จาก

$$\sigma^2=\left[\frac{\Gamma(1+\lambda)}{\lambda\Gamma(\frac{(1+\lambda)}{2})}\frac{\sin(\frac{\pi\lambda}{2})}{2^{(\lambda-1)/2}}\right] \quad (7)$$

นอกจากจะมีการผสมเกสรภายนอกแล้ว ยังมีการผสมเกสรภายในด้วยซึ่งหาจากรูปแบบคณิตศาสตร์คือ

$$x_i^{t+1}=x_i^t+\epsilon(x_j^t-x_k^t) \quad (8)$$

โดยค่า x_j^t และ x_k^t คือค่าละอองเกสรของดอกไม้ทั้ง 2 ดอก และ ϵ คือค่ารูปแบบสุ่มระหว่าง [0,1]

สำหรับขั้นตอนวิธีการทำงานของการถ่ายละอองเรณูดอกไม้ [4] จะเป็นดังนี้

1) การถ่ายละอองเรณูข้ามดอก (Cross-Pollination) จะอาศัยผู้ขนถ่ายแบบเป็นสิ่งมีชีวิต (Biotic-Pollinator) โดยวิธีการเคลื่อนที่ของผู้ขนถ่ายแบบเป็นสิ่งมีชีวิตจะใช้วิธีการ Levy flight (ตามสมการที่ 5)
2) การถ่ายละอองเรณูภายในต้นเดียวกัน (Self-Pollination) จะอาศัยผู้ขนถ่ายแบบไม่มีชีวิต (Abiotic-Pollinator)
3) ผู้ขนถ่ายละอองเรณูสามารถพัฒนาดอกไม้ให้มีความคงตัวจากความน่าจะเป็นการสร้างดอกไม้ตัวใหม่ที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกันกับดอกไม้ทั้งสองดอกให้มีความเหมือนกัน
4) การทำงานร่วมกันหรือการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายละอองเรณูข้ามดอกและการถ่ายละอองเรณูภายในต้นเดียวกันจะถูกกำหนดโดยการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นที่ *p* เป็นสมาชิกของ [0,1] โดยค่าจะเอนเอียงไปทางการถ่ายละอองเรณูภายในต้นเดียวกันเล็กน้อย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์การทำงานร่วมกันระหว่างตัวแบบ ELM และ FPA โดยเริ่มแรกกำหนดค่าประชากรดอกไม้และค่าสุ่มการเดินทางด้วยวิธีการสุ่ม สร้างคำตอบของประชากรที่ดีที่สุดด้วยการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากประชากรดอกไม้ทั้งหมด จากนั้นสร้างค่าสุ่มออกมาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าสุ่มการเดินทางโดยมีลักษณะคือ

ถ้าค่าสุ่มการเดินทางมีค่ามากกว่าค่าที่ได้สุ่มออกมา จะเข้าไปรูปแบบการเดินทางแบบ Levy Flights จากสมการที่ 5 หลังจากนั้นนำไปเข้าสมการการถ่ายละอองเรณูข้ามต้นข้ามดอก (Cross Pollination) จากสมการที่ 4 แล้วนำไปหาค่า Fitness Function ที่ดีที่สุดจากตัวแบบ ELM แต่

ถ้านอกเหนือจากเงื่อนไขข้างต้น จะเข้าสู่สมการการถ่ายละอองเรณูภายในต้นเดียวกัน จากสมการที่ 8 แล้วนำไปหาค่า Fitness Function ที่ดีที่สุดจากตัวแบบ ELM ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบคำตอบที่ดีที่สุด

และในการปรับปรุงประชากรดอกไม้จากการใช้ Fitness Function ของ ELM ภายใน FPA จะใช้ Cost Function (E) เป็น Root Mean Square Error (RMSE)

$$E=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}\left\|\sum_{i=1}^{L}\beta_i f(a_i * x_i+b_i)-t_j\right\|_2^2}{m \times N}} \quad (9)$$

ในการปรับปรุงหาประชากรดอกไม้ที่ดีที่สุดออกมา

หลังจากที่ได้ประชากรดอกไม้ที่ดีที่สุดแล้ว จะนำไปเข้าสู่ช่วงการทดสอบโดยนำคำตอบที่ดีที่สุดจากช่วงการฝึกฝน g_* มาเข้า ELM เพื่อคำนวณผลลัพธ์และประเมินผลที่ได้

สำหรับขั้นตอนวิธีของ FP-ELM จะได้ออกมาเป็นดังนี้

1) ทำการปรับปรุงค่าจากโหนดชั้นซ่อนโดยทำการสุ่มโหนดชั้นซ่อนที่ L โดยที่ $i=1,2,\ldots,L$
2) ทำการสุ่มหาประชากรจำนวนที่ n และสุ่มหาความน่าจะเป็น *p*
3) ผลิตหาคำตอบที่ดีที่สุดในช่วงเริ่มแรก (g_*)
4) นำมาหาคำตอบที่ดีที่สุดจนกว่าจะครบจำนวนประชากร
5) กำหนดให้ค่าสุ่มค่าใด (rand) ที่ [0,1] โดยที่
   a. ถ้าค่า rand<*p* ให้สร้างตารางเรียงสับเปลี่ยนแบบสุ่มขึ้นมาแล้วเข้าสมการการถ่ายละอองเรณูภายในต้นเดียวกัน
   b. ถ้าค่า rand≥*p* ให้ทำการหาวิธีการเดินแบบสุ่มของ Levy Flight แล้วนำมาเข้าสมการการถ่ายละอองเรณูข้ามดอก
6) ได้คำตอบค่าใหม่ถ้าค่าที่ได้มาใหม่มีค่าน้อยกว่าคำตอบเริ่มแรกให้แทนที่คำตอบนั่น
7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3) จนกว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด
8) นำคำตอบของผลลัพธ์มาคำนวณในส่วนของโหนดชั้นซ่อนเข้ากับฟังก์ชั่นกระตุ้นในรูปเมทริกซ์ H
9) คำนวณในส่วนผลลัพธ์ของน้ำหนักโดยการนำอินเวอร์สของเมทริกซ์ H คูณกับเป้าหมาย

$$\beta=H^{\dagger}T$$

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้ทางผู้วิจัยจะทำการวิจัยด้วยทำการทดสอบแบบ Regression โดยจะนำตัวแบบ FP-ELM ตัวใหม่มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ SADE-ELM [4], OS-ELM [5] และ ELM [1] แบบดั้งเดิม ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่จะมาทดสอบคือ Intel Core i7 2.1 Ghz, RAM 4 GB และซอฟต์แวร์ MATLAB R2014a โดยได้ทดสอบกับชุดข้อมูลทั้ง 5 ชุด [11] ตามตารางที่ 1 โดยแบ่งให้มีช่วงการฝึกฝน (Training) เป็น 70% และช่วงทดสอบ (Testing) เป็น 30% ในชุดข้อมูลใด ๆ โดยมีการสุ่มข้อมูลที่นำมาฝึกฝนและทดสอบทุก ๆ รอบ

ตารางที่ 1: ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง [11]

Datasets	#Attributes	#Train	#Test
Breast cancer	10	489	210
Forest fires	13	362	155
Housing	14	354	152
Wine quality	12	1119	480
Yacht	7	216	92

แต่ละตัวแบบได้มีการวัดจำนวนโหนดชั้นซ่อนที่ดีที่สุดเป็นจำนวน 10 รอบและนำโหนดชั้นซ่อนที่ดีที่สุดนำมาหาผลลัพธ์ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการทดลองเปรียบเทียบโหนดชั้นซ่อน (Hidden nodes) ที่ดีที่สุด

Dataset	#Hidden nodes			
	FP-ELM	SADE-ELM	OS-ELM	ELM
Breast Cancer	97	100	81	100
Forest Fires	99	100	74	97
Housing	99	98	92	100
Wine Quality	100	100	77	99
Yacht	40	40	29	37

ผลการทดสอบได้กำหนดให้แต่ละตัวแบบทำงานที่ 100 รอบ ฟังก์ชั่นกระตุ้นของตัวแบบ FP-ELM, SADE-ELM, OS-ELM และ ELM จะใช้ Sigmoid และผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำมาหาในรูปแบบของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± Dev)

ตารางที่ 3 : ผลการทดลองเปรียบเทียบเวลาการฝึกฝน (วินาที)

Dataset	Training Time (Sec)			
	FP-ELM	SADE-ELM	OS-ELM	ELM
Breast Cancer	44.8461	3.7317	0.2587	0.0300
Forest Fires	46.2019	3.3189	0.1611	0.0252
Housing	44.4494	3.5194	0.2105	0.0242
Wine Quality	60.8338	5.0730	0.6164	0.0447
Yacht	11.6044	1.9300	0.0484	0.0061

ตารางที่ 4 : ผลการทดลองเปรียบเทียบเวลาการทดสอบ (วินาที)

Dataset	Testing Time (Sec)			
	FP-ELM	SADE-ELM	OS-ELM	ELM
Breast Cancer	0.0205	0.0117	0.0042	0.0041
Forest Fires	0.0205	0.0019	0.0065	0.0041
Housing	0.0322	0.0047	0.0017	0.0019
Wine Quality	0.0272	0.0077	0.0042	0.0042
Yacht	0.0219	0.0013	0.0022	0.0031

ตารางที่ 5 : ผลการทดลองเปรียบเทียบ RMSE ในช่วงการฝึกฝน

Dataset	Root Mean Square Error of Training			
	FP-ELM	SADE-ELM	OS-ELM	ELM
Breast Cancer	**0.2438 ± 0.0108**	0.2479 ± 0.0124	11.1835 ± 44.7695	0.2502 ± 0.0118
Forest Fires	**0.1397 ± 0.0254**	0.1454 ± 0.0252	12.4288 ± 25.7462	0.1441 ± 0.0256
Housing	**0.0102 ± 4.6574e-04**	0.0107 ± 5.3660e-04	0.0937 ± 0.0050	0.0107 ± 5.6414e-04
Wine Quality	**0.0467 ± 0.0014**	0.0481 ± 0.0015	0.8435 ± 1.6244	0.0482 ± 0.0014
Yacht	0.1291 ± 0.0071	0.1392 ± 0.0096	**0.1195 ± 0.0113**	0.1515 ± 0.0061

ตารางที่ 6 : ผลการทดลองเปรียบเทียบ RMSE ในช่วงการทดสอบ

Dataset	Root Mean Square Error of Testing			
	FP-ELM	SADE-ELM	OS-ELM	ELM
Breast Cancer	**0.6432 ± 0.0232**	0.6627 ± 0.0336	17.1367 ± 74.6459	0.6705 ± 0.0269
Forest Fires	1.4402 ± 2.7886	**1.5937 ± 0.8275**	205.5330 ± 392.9069	1.7566 ± 0.9294
Housing	0.9475 ± 0.0023	0.9464 ± 0.0042	**0.1935 ± 0.0323**	0.9469 ± 0.0029
Wine Quality	**0.8198 ± 0.0054**	0.8204 ± 0.0082	2.7243 ± 6.6427	0.8220 ± 0.0071
Yacht	**0.4153 ± 0.0416**	0.4149 ± 0.0570	745.8874 ± 697.4124	0.4268 ± 0.0432

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอตัวแบบการประมาณค่าแบบใหม่คือ FP-ELM ที่ได้นำเอา Flower Pollination Algorithm มา

ประยุกต์ให้เข้ากันกับ Extreme Learning Machine เมื่อนำมาทดลองเปรียบเทียบในปัญหาการประมาณค่าของจริง (Real-World Regression) จากข้อมูลทั้ง 5 ชุดและจากตัวแบบอื่นอีก 3 ตัวแบบ ในช่วงการฝึกฝนจากตารางที่ 5 พบว่า FP-ELM สามารถชนะตัวแบบอื่น ๆ ได้ถึง 4 ใน 5 คือชุดข้อมูลของ Breast Cancer, Forest Fires, Housing และ Wine Quality ส่วนช่วงการทดสอบจากตารางที่ 6 พบว่า FP-ELM สามารถเอาชนะตัวแบบอื่น ๆ ได้ถึง 3 ใน 5 คือชุดข้อมูล Breast Cancer, Wine Quality และ Yacht แต่ทั้งนี้ตัวแบบ FP-ELM จากตารางที่ 3 พบว่ายังใช้เวลาในช่วงของการฝึกฝนมากกว่าตัวแบบอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] G.-B. Huang, "Extreme Learning Machines - Learning Without Iterative Tuning," Nanyang Technological University, Singapore, 2012.

[2] R. Pokaen, S. Chiewchanwattana and K. Sunat, "Accuracy Improvement of Extreme Learning Machine using Differential Evolution Search Algorithm," The 8th National Conferrence on Computing and Information technology, vol. I, no. 1, pp. 261-266, 2012.

[3] X.-S. Yang, "Flower Pollination Algorithms," in Nature-Inspired Optimization Algorithms, London, Elsevier Inc., 2014, pp. 231-261.

[4] C. Jiuwen, L. Zhiping and H. Guang-Bin, "Self-Adaptive Evolutionary Extreme Learning Machine," Neural Process Lett, vol. I, no. 36, pp. 285-305, 2012.

[5] N.-Y. Liang, G.-B. Huang, P.Saratchandran and N. Sundararajan, "A Fast and Accurate Online Sequential Learning Algorithm for Feedforward Networks," Neural Network, vol. 17, no. 6, pp. 1411-1423, 2006.

[6] P. Musigawan, S. Chiewchanwattana and K. Sunat, "Evolutionary Extreme Learning Machine Based on Optimized step-size random search Firefly Algorithm," The 8th National Conferrence on Computing and Information technology, vol. I, no. 1, pp. 202-209, 2012.

[7] เ. ชังชะนา, "บทที่ 3 เรื่องการถ่ายละอองเรณูและวัฏจักรชีวิตของพืช," Google Sites, 18 10 2012. [Online]. Available: https://sites.google.com/site/chiwwithyachanm5/system/app/pages/recentChanges. [Accessed 27 09 2014].

[8] ป. เผ่ากันทะ, "การผสมเกสร, การถ่ายละอองเรณู," l3nr.org, 20 02 2011. [Online]. Available: https://www.l3nr.org/posts/456658. [Accessed 27 09 2014].

[9] Wikipedia, "Pollination," Wikipedia, 27 09 2014. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Pollination. [Accessed 27 09 2014].

[10] X.-S. Yang, "Levy Distribution and Levy Flight," in Nature-Inspired Optimization Algorithms, London, Elsevier, 2014, pp. 81-85.

[11] A. David, "UCI Dataset," National Science Foundation, 1 January 1987. [Online]. Available: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html. [Accessed 8 December 2014].

การนำทางภายในอาคารเชิงความหมายสำหรับการค้นหาหนังสือในห้องสมุด
Semantic-Based Indoor Navigation for Library Book Finding

นันธชัย ดับทุกข์(Nonthachai Dubtuk)[1] ฐิมาพร เพชรแก้ว(Thimaporn Phetkeaw) [2]
และศิริภิญโญ จันทมุณี(Siripinyo Chantamunee)[3]
[1]นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์
[2,3]สำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทคัดย่อ

ระบบสืบค้นทรัพยากรห้องสมุดบริการการสืบค้นหนังสือออนไลน์แก่ผู้ใช้บริการห้องสมุด ระบบส่วนใหญ่สามารถแสดงแผนที่แก่ผู้ค้น เพื่อช่วยให้สามารถค้นหาตำแหน่งของชั้นหนังสือได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม แผนที่ในปัจจุบันเป็นลักษณะคงที่และแสดงตำแหน่งของหนังสือได้เพียงหนึ่งเล่มเท่านั้น ระบบไม่สามารถแสดงการนำทางบนแผนที่สำหรับการค้นหาหนังสือหลายเล่ม ซึ่งหนังสือเหล่านี้อาจเก็บอยู่ตามโซนหนังสือในชั้นต่าง ๆ ของอาคาร งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติ โดยพิจารณาความหมายของอาคารและการจัดพื้นที่ในบริบทของห้องสมุด พร้อมทั้งเสนออัลกอริทึม MT-Dijkstra ซึ่งเป็น Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง จากผลการทดลองพบว่า โครงข่ายข้อมูลสามารถรองรับข้อมูลโครงสร้างของอาคารและพื้นที่ ห้องสมุดได้ดี และMT-Dijkstra สามารถประมวลผลการค้นหาแบบหลายจุดปลายทางได้เร็วกว่า Dijkstra แบบดั้งเดิม

คำสำคัญ: การนำทางภายในอาคารเชิงความหมาย โครงข่ายข้อมูลแบบสามมิติ อัลกอริทึม Dijkstra แบบหลายจุดปลายทาง การนำทางภายในอาคาร

Abstract

Online library retrieval systems have provided map service explaining directional information to all library items in order to help unfamiliar library users locating their target bookshelves more easily. However, current library indoor navigation has designed for one individual floor map. The system is unable to support the navigation within multi-floor building. Path recommendation should be combined in one map when selected books spread in many different floors. This research proposes new 3D semantic-based data network in order to incorporate the structure of multi-floor building and take semantic of library building into consideration. The new extension of Dijkstra algorithm is developed to find multiple targets on the data network. Experimental results has shown that our data network is able to well incorporate building structure and our MT-Dijkstra works faster than traditional one.

Keywords: Semantic Indoor Navigation, 3D Data Network, Multi-Target Dijkstra, Indoor Navigation.

1. บทนำ

ระบบสืบค้นทรัพยากรห้องสมุด (Online Public Access Catalog: OPAC) เป็นระบบย่อยในระบบห้องสมุดอัตโนมัติ เพื่อเป็นช่องทางสำหรับอำนวยความสะดวกแก่สมาชิกห้องสมุดหรือผู้ที่สนใจให้สามารถสืบค้นสารสนเทศของห้องสมุดออนไลน์ได้ อย่างไรก็ตาม ผู้ค้นยังพบความยุ่งยากในการหาตัวเล่มของหนังสือ กล่าวคือ เมื่อทำการสืบค้น ระบบจะแสดงเลขเรียกหนังสือ (Call number) บางระบบอาจจะแสดงแผนที่ประกอบตำแหน่งชั้นวาง ผู้ใช้ต้องจดบันทึกเลขเรียกหนังสือ และเดินเข้าไปหาหนังสือนั้นๆ ตามชั้นวาง ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการหาหนังสือจึงขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความคุ้นเคยของผู้ค้นกับห้องสมุดนั้น ๆ

ปัจจุบันการแสดงแผนที่ตำแหน่งของหนังสือในห้องสมุดเป็นไปในลักษณะที่เป็นรูปภาพแบบ Static กล่าวคือ แสดง

เป็นแผนที่ชั้นของห้องสมุด(Floor map) และมีหมายเลขเรียกหนังสือพร้อมลูกศรชี้ไปยังตำแหน่งบนชั้นวาง (Shelves) ในชั้นนั้นของห้องสมุด แต่การแสดงแผนที่ดังกล่าวยังมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถระบุเส้นทางการเดินที่เหมาะสมไปยังชั้นวางที่เก็บหนังสือนั้นได้ แผนที่ควรระบุเส้นทางที่สั้นที่สุดที่จะสามารถเดินไปยังชั้นวางหนังสือ เพื่อให้ผู้ค้นไม่เสียเวลาเดินไปยังเส้นทางที่ไม่เกี่ยวข้อง ตลอดจนความไม่ยืดหยุ่นของการแสดงผลตำแหน่งของหนังสือในกรณีค้นหาหนังสือหลายเล่ม เนื่องจากแต่ละแผนที่จะแสดงข้อมูลของชั้นของห้องสมุดชั้นเดียวเท่านั้น แต่ในสถานการณ์จริง ผู้ใช้บริการต้องการหนังสือหลายชื่อเรื่อง อาจวางอยู่ในชั้นต่าง ๆ ของห้องสมุด แผนที่สำหรับการค้นหาหนังสือจึงควรสามารถแสดงตำแหน่งของหนังสือเหล่านั้นในภาพเดียว เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

จากข้อจำกัดในการแสดงแผนที่ดังกล่าว พบว่าอัลกอริทึมการหาเส้นทางและแผนที่ได้ถูกออกแบบสำหรับการทำงานในระดับแนวราบ (Horizontal) หรือในระดับชั้นของห้องสมุดเพียงชั้นใดชั้นหนึ่งเท่านั้น แต่ในสถานการณ์จริงการนำทางภายในอาคาร (Indoor navigation) นั้น จะนำใช้กับอาคารที่มีหลายชั้น (Multi-level building) ซึ่งเป็นลักษณะแผนที่ระดับแนวดิ่ง (Vertical) ทั้งนี้ โครงข่ายข้อมูล (Data network) สำหรับรองรับอัลกอริทึมนำทาง (Path-finding algorithm) จึงควรออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของการค้นหาหนังสือในห้องสมุด เนื่องจากลักษณะการจัดพื้นที่ภายในอาคารห้องสมุดจะแตกต่างจากอาคารทั่วไป จุดอ้างอิงในห้องสมุด อาทิเช่น จุดเข้า-ออกโซน ทางเดิน ตำแหน่งของชั้นวางหนังสือ จุดเชื่อมต่อโซนหนังสือ บันได บันไดเลื่อน ลิฟต์ เป็นต้น นับเป็นปัจจัย (Factor) ที่มีผลต่อการนำทางภายในอาคารห้องสมุด

งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้เสนอการนำทางภายในอาคารเชิงความหมาย สำหรับการค้นหาหนังสือในห้องสมุด โดยออกแบบโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติ (3D semantic data network) ที่สอดคล้องกับความหมาย (Semantic) ของจุดที่สำคัญต่าง ๆ ของห้องสมุด และรองรับการนำทางไปชั้นต่าง ๆ ของห้องสมุด (Multi-floor indoor navigation) พร้อมทั้งเสนออัลกอริทึม Dijkstra ที่สามารถทำงานบนโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติที่ออกแบบได้

งานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 แสดงถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย ส่วนที่ 4 ผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 บทสรุปของงานวิจัย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎี เทคโนโลยี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาหนังสือในห้องสมุด การออกแบบโครงข่ายข้อมูลและอัลกอริทึมนำทางเพื่อนำมาประยุกต์ใช้และออกแบบการนำทางที่เหมาะสมไปยังชั้นวางหนังสือ ซึ่งจัดวางอยู่ในชั้นต่างๆ ของห้องสมุด โดยมีเนื้อหาดังนี้

2.1 การค้นหาหนังสือในห้องสมุด

องค์ความรู้ในการจัดวางหนังสือตามเลขเรียกหนังสือนั้นได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานสำรวจและจัดชั้นหนังสือในห้องสมุด กล่าวคือ จัดหนังสือโดยจัดกลุ่มตามประเภทของแต่ละสาขาวิชา เล่มที่มีเนื้อหาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จะจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน และใช้ตัวอักษรและตัวเลขแทนลำดับและปีของหนังสือ ตัวอย่างเช่น ใช้ระบบ OPAC ในการค้นหาหนังสือชื่อ “Professional PHP programming” ระบบจะแสดงเลขเรียกหนังสือ QA76.73 .P224 P76 2000 หลังจากนั้นผู้ค้น จึงบันทึกเลขเรียกและเดินไปยังชั้นที่ติดป้ายเลขเรียก QA

ระบบ OPAC หลายแหล่งยังได้แสดงแผนที่แบบ Static ระบุตำแหน่งชั้นวางที่ระบุช่วงของเลขเรียกหนังสือ เพื่อให้ผู้ค้นเดินไปยังชั้นวางได้ง่ายขึ้น อาทิเช่น ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (Thailand Creative & Design Center: TCDC) [1] หรือระบบห้องสมุดของ Wichita State University Library [2] เป็นต้น

Sciacchitano และคณะ [3] ได้เสนอแผนที่แบบ Dynamic สำหรับการค้นหาหนังสือในห้องสมุด เป็นระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้การติดตามตำแหน่งของผู้ค้น (Location-based system) ในการนำทาง ระบบสามารถนำทางเพื่อค้นหาหนังสือหลายเล่มได้ อย่างไรก็ตามแผนที่ดังกล่าวยังแสดงการนำทางได้เฉพาะชั้นเดียวเท่านั้น ทั้งที่หนังสือที่ต้องการค้นหาอาจจะอยู่ในชั้นต่างๆ ของห้องสมุดได้ และการออกแบบการเดินไม่ได้สนใจความหมายของสิ่งกีดขวางภายในอาคาร เส้นทางที่

แนะนำนั้นเป็นเส้นทางที่ผู้ค้นต้องเดินทะลุสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น ชั้นวาง โต๊ะ ประตู เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ค้นต้องตัดสินใจเลือกเส้นทางที่หลบสิ่งกีดขวางเหล่านั้นเอง แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนที่แสดงการนำทางโดยไม่พิจารณาความหมายของสิ่งกีดขวาง [2]

2.2 การออกแบบโมเดลเชิงความหมาย (Semantic model) และรองรับการนำทางภายในอาคารแบบหลายชั้น (Multi-level building)

Meijers และคณะ [4] เสนอแบบจำลองที่สนใจความหมายของโครงสร้างสิ่งก่อสร้าง (Semantic model) มาใช้ในการคำนวณหาเส้นทางหนีภัยกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินแบบอัตโนมัติ โดยสร้างเป็นกราฟประกอบด้วยโหนด เส้นเชื่อมต่อ และตัวเชื่อมต่อระหว่างโหนด (Connector) โดยตัวเชื่อมต่อระหว่างโหนดทำหน้าที่เป็นจุดระหว่างโหนดที่อิงตามความเป็นจริงทางกายภาพ เพื่อให้การเชื่อมต่อเหมาะสมถูกต้องตามสถานการณ์จริง เช่น มีการเข้า-ออกผ่านประตูห้อง การจะเดินเข้าห้องต้องผ่านทางเดินกลางอาคารก่อน เป็นต้น นอกจากนั้นแบบจำลองเชิงความหมายได้มีผู้วิจัยนำไปประยุกต์ใช้ในการนำทางเส้นทางหนีภัย [5]

2.3 อัลกอริทึมในการนำทางภายในอาคาร

Dijkstra เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดปลายทาง การค้นหาจะหยุดเมื่อเส้นทางที่พิจารณาไปยังโหนดปลายทางเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด เหมาะกับโครงข่ายข้อมูลที่มีการระบุน้ำหนัก (Weight) ให้กับเส้นเชื่อมต่อ (Edge) โดยจะพิจารณาเส้นเชื่อมต่อของแต่ละโหนดเพื่อหาเส้นเชื่อมต่อที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด โดยนำผลรวมค่าน้ำหนักของเส้นทางนั้นมาเปรียบเทียบกับผลรวมค่าน้ำหนักของเส้นทางอื่นด้วย เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าน้ำหนักของเส้นทางที่เลือกนั้นจะยังมีผลรวมค่าน้ำหนักของเส้นทางน้อยที่สุดหรือไม่ [6]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบเพื่อรองรับการค้นหาหนังสือในห้องสมุดแบบหลายเล่ม และสามารถนำทางไปยังชั้นต่าง ๆ อาคาร ในการออกแบบโครงข่ายข้อมูลสำหรับรองรับการทำงานนั้น ได้ออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการเดินของมนุษย์ โดยให้ความหมายแก่สิ่งกีดขวางที่มนุษย์ไม่สามารถเดินผ่านได้ และจุดอ้างอิงสำคัญต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมของอาคารห้องสมุด

3.1 การวิเคราะห์ความหมายของจุดอ้างอิงภายในอาคารห้องสมุด

ในสภาพแวดล้อมของห้องสมุด มีจุดอ้างอิงสำคัญสำหรับนำไปพิจารณาสร้างเป็นโหนดในโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติ ดังนี้

- *จุดทางเข้าออก ห้องสมุด*- เป็นจุดเริ่มต้นเข้าสู่เขตพื้นที่การให้บริการ จุดนี้เป็นจุดอ้างอิงเริ่มต้นสำหรับผู้ค้นหนังสือมาล่วงหน้าก่อนจะเดินทางมาห้องสมุด
- *จุดบริการสืบค้น* ใช้เป็นจุดอ้างอิงเริ่มต้นสำหรับผู้ที่มาใช้บริการ ณ จุดสืบค้นภายในห้องสมุด หลังจากการสืบค้นจุดนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นในการนำทางไปยังหนังสือเล่มที่ต้องการ
- *โซน (Zone) ให้บริการหนังสือ* เป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บหนังสือ พื้นที่นี้ประกอบด้วยชั้นวางต่าง ๆ เรียงต่อกันโดยแบ่งตามหมวดหมู่ของหนังสือ
- *จุดหน้าชั้นวาง* เป็นจุดอ้างอิงในการกำหนดจุดหมายปลายทางให้กับผู้ค้น โดยระบุช่วงของเลขเรียกของหนังสือที่จัดเก็บอยู่ในชั้นวางหนังสือนั้น
- *ทางเดินภายในชั้น* เป็นจุดอ้างอิงสำหรับการเดินภายในชั้น โดยกำหนดเส้นทางการเดินจากการมองเห็นของมนุษย์ [2]
- *จุดเชื่อมต่อระหว่างชั้น* เป็นจุดที่มีความสำคัญเมื่อผู้ใช้ต้องการหนังสือในชั้นต่างๆ ของอาคาร ซึ่งเป็นทางเดินให้สามารถขึ้นหรือลงจากชั้นอาคารได้

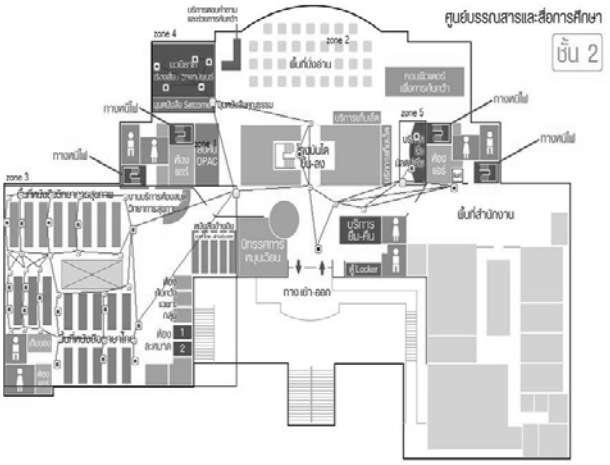
- *เคาท์เตอร์ยืมคืน* เป็นจุดให้บริการสมาชิกยืมหนังสือ จุดนี้มักจะถูกออกแบบให้อยู่ใกล้บริเวณทางออก ถือเป็นจุดอ้างอิงสุดท้ายสำหรับการนำทาง

3.2 การออกแบบโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติและอัลกอริทึมในการนำทางแบบหลายจุดปลายทาง

ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: กำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ และคำนวณตำแหน่งพิกัดของจุด

ในขั้นตอนนี้จะทำการระบุความหมายของจุดอ้างอิง (ตามหัวข้อ 3.1) และเลขเรียกให้กับจุดหน้าชั้นวาง จากภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการระบุตำแหน่งจุดอ้างอิง



ภาพที่ 2: จุดอ้างอิงสำคัญสำหรับนำไปพิจารณาสร้างเป็นโหนดในโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมาย (สำหรับชั้นเดียว)

โครงข่ายข้อมูลแบบสามมิติ สามารถอธิบายดังนี้

กำหนดให้ M แทนโครงข่ายข้อมูลสามมิติ ประกอบด้วยโหนด (จุดอ้างอิง) จำนวน n จุด $\{m_i, i=1..n\}$ โดยที่ m_k แทนโหนดที่ k บนโครงข่ายข้อมูล M และพิกัดของโหนด m_k อยู่บนคู่อันดับ x_k, y_k และ z_k แทนด้วย $m_k = \{x_k, y_k, z_k, s_k\}$ โดยที่ s_k แทนประเภทของจุดอ้างอิงที่ระบุในข้อ 3.1

พิกัด x_k, y_k, z_k และค่า s_k ของโหนด m_k คำนวณจากสมการที่ 1

$$POSITION(m_k) \longrightarrow \{x_k, y_k, z_k, s_k\} \qquad (1)$$

โดยที่ $POSITION(m_k)$ แทนฟังก์ชันในการหาพิกัดของพิกเซลบนภาพและกำหนดเลขที่จุดอ้างอิงให้กับโหนด

ขั้นตอนที่ 2: การคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดอ้างอิง

งานวิจัยนี้ประยุกต์การคำนวณระยะห่างระหว่างจุดแบบยูคลีเดียน (Euclidean distance) มาใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดอ้างอิงหรือโหนดในโครงข่ายข้อมูล

การคำนวณระยะห่างของโหนด m_k และ m_l โดยวิธีการยูคลีเดียน เป็นไปตามสมการ $Dist(m_k, m_l)$

$$Dist(m_k, m_l) = MS * W_{kl} * D(m_k, m_l) \qquad (2)$$

$$D(m_k, m_l) = \begin{cases} \sqrt{(x_k - x_l)^2 + (y_k - y_l)^2} & \text{ถ้า } z_k = z_l \\ | z_k - z_l | & \text{อื่นๆ} \end{cases} \qquad (3)$$

โดยที่ MS แทนอัตราส่วนระหว่างระยะบนแผนที่กับระยะห่างจริง (Map Scale) เช่น ระยะห่างจริงในอาคารเป็น 10 เมตร เมื่อเขียนลงแผนที่อาจจะเขียนย่อส่วนลงจาก 10 เมตร เป็น 1 เซนติเมตร เป็นต้น

W_{kl} แทนน้ำหนักของเส้นเชื่อม (Edge) แบบมีทิศทางจากโหนด m_k ไปยัง m_l การกำหนดค่าน้ำหนัก W_{kl} เป็นไปตามเงื่อนไขดังนี้

$$W_{kl} = \begin{cases} \alpha & \text{ถ้า } z_l < z_k \\ 1 & \text{ถ้า } z_l = z_k \\ \beta & \text{ถ้า } z_l > z_k \end{cases} \qquad (4)$$

กล่าวคือ น้ำหนักที่ใช้ถ่วงจะเปลี่ยนแปลงตามทิศทางของเส้นเชื่อม เส้นที่ชี้ไปยังโหนดที่อยู่ในชั้นสูงกว่าจะมีน้ำหนัก α และชั้นที่ต่ำกว่าจะมีน้ำหนัก β ส่วนในชั้นเดียวกันจะมีน้ำหนักเป็น 1

ขั้นตอนที่ 3: ค้นหาพิกัดของจุดเริ่มต้นของการนำทางและจุดปลายทาง

กำหนดให้ s_0 แทนจุดเริ่มต้นการนำทาง

T แทนรายการของหนังสือทั้งหมดที่ต้องการค้นหาจำนวน n เล่ม $\{t_i, i=1..n\}$ โดยที่ t_k อยู่บนพิกัด x_{tk} y_{tk} และ z_{tk} แทนด้วย $t_k = \{x_{tk}, y_{tk}, z_{tk}, s_{tk}\}$

ขั้นตอนที่ 4: **คำนวนหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังหนังสือทุกเล่มโดยใช้อัลกอริทึม Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง (Multi-target Dijkstra: MT-Dijkstra)**

MT-Dijkstra เป็นฟังก์ชันสำหรับคำนวณเส้นทางเพื่อค้นหาเป้าหมายแบบหลายจุดปลายทาง (Multi-target finding) ซึ่งในที่นี้ งานวิจัยได้ใช้จุดหน้าชั้นวางหนังสือเป็นเป้าหมายในการค้นหา

$$MT-Dijkstra(M, s_0, T) \longrightarrow \{P_1 ... P_n\} \qquad (5)$$

โดยที่ P แทนพิกัดของโหนด (ชั้นวางหนังสือ) ที่อัลกอริทึมนำทางแนะนำให้ผู้ค้นเดินทางผ่านโหนดจำนวน n โหนด ขั้นตอนวิธีของอัลกอริทึม Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง แสดงดังภาพที่ 3

MT-Dijkstra's Algorithm

Input: Data network (M), Start node (S_0) , List of target nodes (T)
Output: FinalPath

```
ZoneList ← Find zone of any target node
M'       ← subsets of main nodes and edges from M
MainPath ← MT-Dijkstra(M', S0, ZoneList)

Foreach Zone in ZoneList
   M'       ← all nodes and edges from M within Zone
   S0       ← entrance node of Zone
   TargetList  ← list of target nodes within Zone
   SubzonePath ← MT-Dijkstra(M', S0, TargetList)
   FinalPath ← MainPath merged with SubzonePath
Next
```

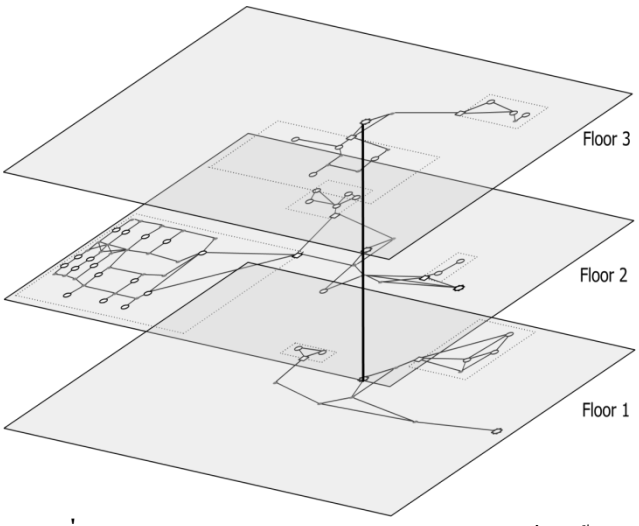
ภาพที่ 3: อัลกอริทึม Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง

อัลกอริทึม Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง (MT-Dijkstra) จะทำการค้นหาเส้นทางหลักไปยังโซนที่มีหนังสือที่ต้องการก่อน แล้วจึงค้นหาเส้นทางในแต่ละโซน ในกรณีที่โซนใดพบหนังสือที่ต้องการค้นมากกว่าหนึ่งเล่ม อัลกอริทึมจะคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังเล่มที่ใกล้กับจุดทางเข้าโซนก่อน หลังจากนั้นกำหนดชั้นวางของหนังสือเล่มดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นอีกครั้ง และกำหนดเล่มที่ใกล้ที่สุดถัดไปเป็นปลายทาง ใช้อัลกอริทึม Dijkstra แบบดั้งเดิมในการคำนวณหาเส้นทางระหว่างแต่ละเล่ม เมื่อเสร็จสิ้นการค้นในแต่ละโซน จึงนำเส้นทางย่อยเหล่านั้นมารวมกับเส้นทางหลัก

4. การออกแบบและผลการทดลอง

ผู้วิจัยใช้แผนที่อาคารของห้องสมุดศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นกรณีศึกษา ประกอบด้วยชั้นของอาคารทั้งสิ้น 3 ชั้น โดย ชั้นที่ 1 ประกอบด้วย 2 โซน มีจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินและจุดหน้าชั้นวางจำนวน 18 จุด ชั้นที่ 2 แบ่งออกเป็นโซนต่างๆ 3 โซน มีจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินและจุดหน้าชั้นวางจำนวน 55 จุด และชั้นที่ 3 มีจำนวนโซนทั้งสิ้น 2 โซน มีจุดเชื่อมต่อ เส้นทางการเดินและจุดหน้าชั้นวางจำนวน 15 จุด รวมทั้งสิ้นจะมี 88 จุด ดังภาพที่ 4

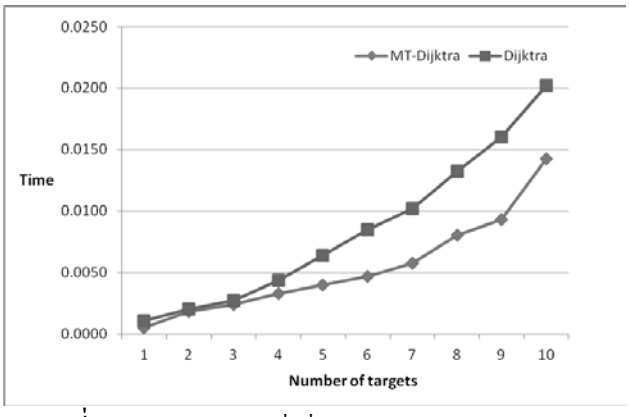
ในการทดลองกำหนดให้ค่าน้ำหนัก α เท่ากับ 1.5 แทนค่าน้ำหนักกรณีลงบันได และ β เท่ากับ 3 แทนค่าน้ำหนักกรณีขึ้นบันได ผู้วิจัยทำการทดลองโดยสุ่มเลือกหนังสือที่ต้องการ (จุดปลายทาง) จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 10 เล่ม โดยในแต่ละกรณีทำการทดลองซ้ำ 20 รอบ จากนั้นทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลกับอัลกอริทึม Dijkstra แบบดั้งเดิม สำหรับอัลกอริทึม Dijkstra แบบดั้งเดิมจะค้นหาเส้นทางไปยังหนังสือเล่มที่ใกล้ที่สุดก่อน จากนั้นจะใช้จุดนั้นเป็นจุดเริ่มต้นเพื่อค้นหาเส้นทางไปยังหนังสือเล่มถัดไปที่อยู่ใกล้ที่สุด ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึม Dijkstra แบบหลายจุดปลายทางที่นำเสนอใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าและยิ่งมีจำนวนหนังสือที่ต้องการมากขึ้นอัลกอริทึมที่นำเสนอจะใช้เวลาที่น้อยกว่ายิ่งขึ้นไปด้วย ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4: ตัวอย่างโครงข่ายข้อมูลแบบสามมิติสำหรับอาคารที่มี 3 ชั้น

ตารางที่ 1: เวลาเฉลี่ยที่ใช้การประมวลผลของวิธี Dijkstra แบบดั้งเดิม กับ Dijkstra แบบค้นหาหลายจุดปลายทาง (MT-Dijkstra)

จำนวนโหนด	Dijkstra (ms.)	MT-Dijkstra (ms.)	ร้อยละของเวลาที่ลดลง
1	0.0011	0.0005	53.80
2	0.0020	0.0018	11.01
3	0.0028	0.0024	11.98
4	0.0044	0.0033	25.10
5	0.0064	0.0040	37.67
6	0.0085	0.0047	44.95
7	0.0102	0.0058	43.35
8	0.0132	0.0081	38.97
9	0.0161	0.0093	41.93
10	0.0202	0.0142	29.50



ภาพที่ 5: กราฟแสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผล (หน่วยเป็น Milliseconds) ระหว่าง MT-Dijkstra กับ Dijkstra แบบดั้งเดิม

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบโครงข่ายข้อมูลเชิงความหมายแบบสามมิติเพื่อรองรับการนำทางภายในอาคารห้องสมุด โดยพิจารณาความหมายของโครงสร้างอาคารห้องสมุด จุดอ้างอิงที่มีความสำคัญในการค้นหาหนังสือ และจุดเชื่อมต่อที่สอดคล้องกับเดินของผู้ค้น พร้อมทั้งออกแบบอัลกอริทึมเพื่อใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดแบบหลายจุดปลายทางบนโครงข่ายข้อมูลดังกล่าว

จากผลการทดลอง การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยวิธี Dijkstra แบบหลายจุดปลายทาง จะใช้เวลาในการประมวลผลที่เร็วกว่า Dijkstra แบบดั้งเดิม โดยจะค้นหาเส้นทางหลักก่อน หลังจากนั้นจึงค้นหาเส้นทางภายในโซนที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยในอนาคต จะทำการปรับปรุงอัลกอริทึมให้รองรับกรณีมีทางเข้าออกโซนได้มากกว่าหนึ่งทาง รวมถึงการนำปัจจัยอื่น ๆ มาช่วยในการตัดสินใจเดินไปหาหนังสือ เช่น เวลาที่ใช้ สถานะเส้นทาง เป็นต้น เพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ตามสัญญารับทุนเลขที่ WU58117

เอกสารอ้างอิง

[1] “TCDC Resource center”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://library.tcdc.or.th. สืบค้นวันที่ 1 มีนาคม 2558.

[2] Li, Hongfei, and Sai Deng. “Location and shelf mapping from OPAC search results: with reference to Wichita State University,” *New Library World*, Vol.109, No. 3/4, pp. 107-116, 2008.

[3] B. Sciacchitano, C. Cerwinski, I. Brown, M. Sampat, J. C. Lee and D. Scott, “Intelligent library navigation using location-aware systems: the Newman project,” *Proceedings of the 44th annual southeast regional conference*, pp.371-376, 2006.

[4] M. Meijers, S. Zlatanova and N. Pfeifer, “3D geoinformation indoors: structuring for evacuation,” *Next generation 3D city models*, pp.11-16, 2005.

[5] T. H. D. Dao, Y. Zhou, “Traveling in the three-dimensional city: applications in route planning, accessibility assessment, location analysis and beyond,” *Journal of Transport Geography*, Vol. 19, pp.405-421, 2011.

[6] Parsons, T. W. Introduction to algorithms in Pascal. Wiley. Technet.microsoft.com [cited 2013 Jan 23]. Available from: http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb496996.aspx

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางพลศาสตร์ ของวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงโดยวิธีตรรกะคลุมเครือ
Dynamic System Identification of DC/DC Converter using Fuzzy Model Identification

อธิปตย์ จันทร์ดี(AtipJundee)[1] และสมยศ เกียรติวนิชวิไล(SomyotKaitwanidvilai)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]Atipkmitl@gmail.com, [2]Drsomyot@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอหาพารามิเตอร์ในสมการพลศาสตร์ของวงจรตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรง-ไฟฟ้ากระแสตรง ในที่นี้ คือ วงจรทอนแรงดันไฟฟ้า โดยมีการเปรียบเทียบเทคนิคการหาค่าตัวแปรโดยการใช้วิธีการประมาณค่า OE (Output Error) กับวิธีการหาค่าตัวแปรโดยใช้วิธีการตรรกะคลุมเครือ(Fuzzy Identification) โดยมีเงื่อนไขในการสร้างพลศาสตร์ คือ มีการเปลี่ยนแปลงค่าทางด้านอินพุตคือค่าดิวตี้ไซเคิล และทำการวิเคราะห์ด้านเอาท์พุตที่ได้จากผลการทดลอง จากการวิเคราะห์พบว่าวิธีหาค่าตัวแปรโดยใช้วิธีการตรรกะคลุมเครือนั้นมีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 99 และเมื่อเทียบกับวิธีการประมาณค่า OE (Output Error) จะได้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 80 ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซีได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ตรรกะคลุมเครือ วงจรทอนแรงดันไฟฟ้า แบบจำลองทางพลศาสตร์

Abstract

This paper presents the study of system identification of the DC-DC converter circuit, in this case, the buck converter. The performance of the identification process of the fuzzy identification technique is investigated in comparison with the conventional linear dynamic modeling using the OE (Output Error) model. By proper varying the input signal of the system, the wide range output dynamic response can be achieved. The output is then be analyzed and compared by using the data from the experiments. More than 99% accuracy was achieved by the fuzzy model identification technique while the linear model can achieve only less than 80% accuracy. The proposed technique can be used in the future design of fuzzy controller for this circuit.

Keywords: Fuzzy Model Identification, Buck Converter, System Identification.

1.บทนำ

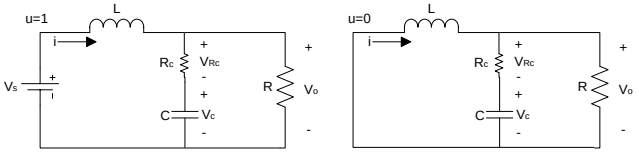
วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง(DC to DC Converter)เป็นวงจรที่มีความสำคัญในอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วงจรนี้ได้ถูกนำไปใช้ในงานหลากหลายประเภท[1-3]ในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังจะต้องมีการวิเคราะห์ผลด้านพลศาสตร์เช่น ผลตอบสนองที่สถานะชั่วขณะ เงื่อนไขความผิดพลาดช่วงสภาวะคงตัว หากไม่มีการวิเคราะห์ปัญหาเหล่านี้อาจส่งผลกระทบกับวงจรในระยะยาวและเป็นปัญหาในการซ่อมบำรุงและอายุการใช้งานของอุปกรณ์ อาทิเช่น อาจเกิดการพุ่งของแรงดันเกินทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายIsmial และคณะ[1] ได้นำเสนอการใช้วงจรทอนแรงดัน(Buck converter) ในการควบคุมการขับเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงโดยออกแบบการควบคุมด้วยอาศัยการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ในการออกแบบวงจรที่มีประสิทธิภาพสูงSzczesniakและ Kaniewski [2] ได้นำเสนอการปรับรูปแบบพลศาสตร์ของสเปซเวคเตอร์(Space-Vector) โดยวงจรที่ถูกวิเคราะห์ในบทความเป็นชนิดวงจรทอนทบแรงดันไฟฟ้าชนิดแมททริกซ์รีแอคแตนซ์ (Buck-boostmatrix-

reactancefrequency)Schittler และคณะนำเสนอการวิเคราะห์แบบจำลองทฤษฎีปริภูมิสถานะสำหรับวงจรทอนแรงดันไฟฟ้า และนำเสนอวิธีการวิเคราะห์รูปแบบพลศาสตร์วงจร จากงานวิจัยในอดีตพบว่ารูปแบบทางพลศาสตร์มีความสำคัญในการออกแบบวงจรที่ต้องคำนึงถึงสมรรถนะทั้งแบบสภาวะชั่วขณะและสภาวะคงตัว ซึ่งนอกจากจะสามารถบ่งบอกถึงความผิดพลาดช่วงสภาวะคงตัว ช่วงแรงดันเกิน ได้แล้วยังสามารถวิเคราะห์ถึงความไวของระบบรวมถึงค่าเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ ซึ่งถือเป็นสมรรถนะหลักอย่างหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ที่นิยมใช้วิธีการหนึ่งในการออกแบบนอกจากการวิเคราะห์แบบโมเดลทางกายภาพคือ การป้อนสัญญาณอินพุตและเอาท์พุตที่เหมาะสมเข้าไปยังระบบ จากนั้นจะหาพารามิเตอร์ที่ทำให้ความผิดพลาดต่ำสุด อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีอีกหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการหาค่าตัวแปรพลศาสตร์เช่น ย่านการทำงานที่กว้างเกินไป ความไม่เป็นเชิงเส้นของระบบ ตัวรบกวนระบบ(noise)เป็นต้น ตัวอย่างของการวิเคราะห์ระบบและการออกแบบระบบควบคุมในที่นี้ คือ การใช้การวิเคราะห์แบบหาค่าต่ำสุดของกำลังสองของความผิดพลาดระหว่างผลจากแบบจำลองและผลที่วัดจริง ซึ่งอาศัยเทคนิคค่ากำลังสองของความผิดพลาดน้อยที่สุด (least square error) อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้มีข้อจำกัดเฉพาะระบบที่เป็นเชิงเส้นเท่านั้น ในวงจรแปลงผันกระแสตรง-กระแสตรง

ในบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้การหาตัวแปรทางพลศาสตร์ของวงจรทอนแรงดันไฟฟ้านั้นคือ วิธีการหาค่าตัวแปรโดยใช้วิธีตรรกะคลุมเครือ(Fuzzy Identification)ในวงจรทอนแรงดันไฟฟ้าซึ่งได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีวิเคราะห์แบบเชิงเส้นโดยวิธีการประมาณค่า OE (Output Error) [4,5] งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการหาค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีตรรกะคลุมเครือ[6] ในการหาพารามิเตอร์ของวงจรโดยทำการศึกษาอินพุตของวงจรโดยใช้สัญญาณขับแบบสวิตช์ชิ่งและเอาท์พุตคือแรงดันไฟฟ้าขาออกแล้วนำทั้งข้อมูลทั้งสองส่วนนำมาใช้ในการหาค่าตัวแปรพารามิเตอร์โดยวิธีตรรกะคลุมเครือ [6] ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในการหารูปแบบความเป็นเชิงเส้นกับรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นในโครงสร้างตรรกะคลุมเครือที่ได้มาจากการใช้ฟังก์ชั่นสมาชิกตรรกะคลุมเครือ(Fuzzy Membership Function)ที่คล้ายกับการรวมรูปแบบจำลองเชิงเส้นโดยหาค่าเฉลี่ย แบบจำลองนี้จะเหมาะสมเมื่อนำไปออกแบบตัวควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้นบางรูปแบบ เช่น ตัวควบคุมชนิดควบคุมการปรับ(Adaptive Controllers) และตัวควบคุมแบบปรับตารางอัตราขยายควบคุม (Fuzzy gain scheduling) ที่เป็นไปได้ การควบคุมเหล่านี้จะปรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุมไปตามจุดการทำงานและอัตราการควบคุมสำหรับจุดการทำงานต่างๆที่นอกเหนือจากจุดที่มีการคำนวณจะใช้วิธีการประมาณค่าหรืออินเตอร์โพเลท (Interpolate) เชื่อมโยงกับจุดที่ทราบค่าสองจุด ในบทความนี้เลือกชนิดของรูปแบบตรรกะคลุมเครือที่เหมาะสมสำหรับการหาพารามิเตอร์ คือวิธีของ Takagi-Sugano Fuzzy Model (TS Fuzzy Model)[6]

2. วงจรทอนแรงดัน

โดยพื้นฐานทฤษฎีปริภูมิสถานะ (State-space model) ของวงจรทอนแรงดันแบ่งช่วงการทำงานเป็น 2 ช่วง ตามการวิเคราะห์ที่มีอยู่ทั่วไปคือ ภาพที่1(a)เป็นช่วงสวิตช์นำกระแสและภาพที่1(b)เป็นช่วงสวิตช์ไม่นำกระแสดังนี้



(a) $0 \le t \le t_{on}$ (b) $t_{on} \le t \le T$

ภาพที่ 1:(a) ช่วงสวิตช์นำกระแส (b)ช่วงสวิตช์ไม่นำกระแส

กำหนดให้ u เป็นเงื่อนไขของการควบคุมสวิตช์

$$u = \begin{cases} 1, & 0 \le t \le t_{on} \\ 0, & t_{on} \le t \le T \end{cases} \qquad (1)$$

จากภาพที่ 1 สามารถวิเคราะห์และจัดรูปให้อยู่ในรูปของสมการอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ได้ดังนี้

$$\frac{di}{dt} = u\frac{V_s}{L} - \frac{v_o}{L} \qquad (2)$$

$$\frac{dv_0}{dt} = \left(\frac{R}{CR_c + RC}\right) i - v_0 \left(\frac{L + RR_cC}{LCR_c + LRC}\right) + \left(\frac{RR_cC}{LCR_c + LRC}\right) V_s u \qquad (3)$$

รูปแบบพลศาสตร์ใน (3) สามารถเขียนในรูปแบบสมการปริภูมิสถานะได้ดังนี้

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$\begin{bmatrix} \frac{di}{dt} \\ \frac{dv_o}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L} \\ \frac{R}{CR_c + CR} & -\left(\frac{L + RR_cC}{LCR_c + LRC}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i \\ v_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{V_s}{L} \\ \left(\frac{RR_cC}{LCR_c + LRC}\right)V_s \end{bmatrix} [u] \quad (4)$$

3. วิธีการหาพารามิเตอร์ระบบแบบเชิงเส้น(Linear System identification)และแบบวิธีตรรกะคลุมเครือ (fuzzy identification methods) [4, 6]

3.1วิธีการหาพารามิเตอร์ระบบแบบเชิงเส้นโดยใช้รูปแบบ OE (Output Error)[5]

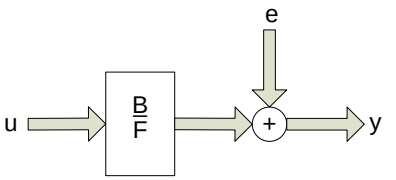
รูปแบบของ OE (Output Error) นั้นถูกใช้อย่างกว้างขวางในวงจรหลากหลายแบบที่มีการวิเคราะห์พลศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้หาแบบจำลองพลศาสตร์สำหรับวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยวิธีนี้จะทำการประมาณค่าความผิดพลาดของฟังก์ชั่นการถ่ายโอนของระบบ โดยรูปแบบสมการของการประมาณค่า OE มีลักษณะดังนี้ [6]

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t - nk) + e(t) \quad (5)$$

จากสมการที่ (5) สามารถเขียนในรูปฟังก์ชั่นการถ่ายโอนในรูปแบบต่อเนื่องดังแสดงใน(6)ตัวแปร bและfคือค่าพารามิเตอร์ระบบที่ระบบต้องการทราบ

$$G(s) = \frac{B(s)}{F(s)} = \frac{b_{nb}s^{(nb-1)} + b_{nb-1}s^{(nb-2)} + ... + b_1}{s^{nf} + f_{nf}s^{(nf-1)} + ... + f_1} \quad (6)$$

โดยที่$y(t)$คือ ค่าเอาท์พุตณเวลา $tu(t)$คืออินพุต ณ เวลาtn_bคือจำนวนซีโร่บวกหนึ่งของระบบบวกหนึ่งn_fคือ จำนวนโพลของระบบn_kจำนวนการสุ่มข้อมูลก่อนที่อินพุตจะมีผลต่อเอาท์พุตของระบ,$e(t)$คือค่าความผิดพลาด, $b_1,...,b_{nb}$ และ $f_1,...,f_{nf}$ คือค่าพารามิเตอร์ของระบบที่ผู้ออกแบบต้องการหา จากสมการที่ (6) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปบล็อคไดอะแกรมดังภาพที่ 2 [8]



ภาพที่ 2:บล็อคไดอะแกรมของวิธี OE [4]

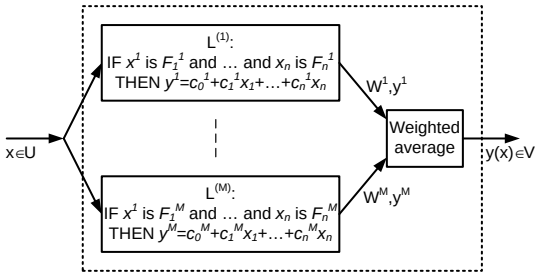
เมื่อวัดข้อมูลค่าอินพุต และเอาท์พุตของระบบเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองด้วยการประมาณการรูปแบบ โดยในการใส่ค่า OE n_b, n_fและ n_kจะอาศัยการสุ่มค่าตามแบบของแบบจำลองสีเทาหรือGray Box model [4] ซึ่งจะได้แบบจำลองของระบบตามทฤษฎีการหาพารามิเตอร์ระบบ

3.2 วิธีการหาพารามิเตอร์ระบบโดยใช้ตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy model identification)

ตรรกะคลุมเครือ(Fuzzy) [6, 7] คือกระบวนการการควบคุมโดยใช้การตัดสินใจแบบคลุมเครือ ซึ่งการตัดสินใจนั้นอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์และกฎของความเป็นจริงในธรรมชาติ หลากหลายวิธีในการปรับพารามิเตอร์ภายใต้กฎพื้นฐานข้อมูลจริง ผู้วิจัยบางท่าน[8-9] ได้นำวิธีนี้ไปควบคุมอุปกรณ์ จากสมการพลศาสตร์ในหัวข้อที่ 2 ได้ถูกนำไปใช้เป็นโครงสร้างของสมการพลศาสตร์ของวงจรทอนแรงดันไฟฟ้า ทั้งนี้วิธีการหาพารามิเตอร์แบบเชิงเส้นจะเหมาะสมกับการทำงานในย่านจุดทำงานที่กำหนด อย่างไรก็ตามในการใช้งานจริงมักมีการทำงานในย่านช่วงการทำงานที่กว้างและมักมีความไม่เป็นเชิงเส้นค่อนข้างสูง ดังนั้นรูปแบบเชิงเส้นยังมีความถูกต้องไม่เพียงพอสำหรับระบบในลักษณะนี้

เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการควบคุมระบบ[10] การควบคุมรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ถูกนำเสนอและหาพารามิเตอร์แบบไม่เป็นเชิงเส้นภายใต้พื้นฐานคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นเชิงเส้นที่ได้จากการทดลองจริง วิธีการนี้ค่อนข้างใช้เวลานานและใช้กระบวนการที่ซับซ้อน ดังนั้นการสร้างแบบจำลองไม่เป็นเชิงเส้นทั่วไปจึงไม่เป็นที่นิยมในการใช้งานจริง อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการอีกรูปแบบหนึ่งในการวิเคราะห์ระบบแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่มีพื้นฐานมาจากวิธีแบบเชิงเส้นและ

มีแนวโน้มสูงในการใช้งานได้จริงนั่นคือ การหาแบบจำลองโดยวิธีตรรกะคลุมเครือ[6] ซึ่งคล้ายกับการหาพารามิเตอร์แบบเชิงเส้นกล่าวคือการหาพารามิเตอร์โดยตรรกะคลุมเครือมีการใช้ชุดข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตในการหาพารามิเตอร์ของระบบแบบไม่เป็นเชิงเส้น จากโครงสร้างแบบจำลองในหัวข้อที่ 2 รูปแบบตรรกะคลุมเครือของทาคางิซึเงะโนะ-(Takagi-Sugano :TS) [6] ของวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรง สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบสมการลำดับที่สองโดยมีการหน่วงเวลาและสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบตรรกะคลุมเครือได้ดัง(7) และแผนภาพระบบฟัซซีแบบทาคางิ-ซึเงะโนะดังภาพที่3



ภาพที่ 3:ภาพระบบฟัซซีแบบทาคางิซึเงะโนะ- [6]

$$R_j: if\ \bar{y}(k)\ is\ A_j,\ then\ \ y^i(k+1) = a_1^j y(k) + a_2^j y(k-1) + b_1^j u(k-d+1) \quad (7)$$

เมื่อ$\bar{y}$คือค่าเฉลี่ยของเอาท์พุตที่ขึ้นกับการปรับค่าดิวตี้ไซเคิล; k คือข้อมูลหมายเลขสุ่มk; dคือหมายเลขค่าหน่วงเวลา; A_jคือฟังก์ชั่นความสัมพันธ์เชิงภาษาของตรรกะคลุมเครือ

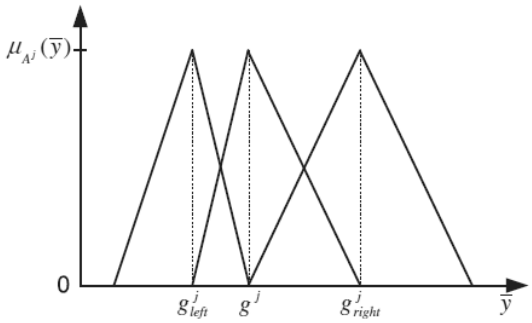
ในบทความนี้ ได้ทำการเลือกจำนวนของกฎในรูปแบบตรรกะคลุมเครืออยู่ที่ 6 กฎ ดังนั้นพารามิเตอร์ของสมการพลศาสตร์จึงสามารถเขียนในรูปแมทริกซ์ดังนี้

$$G = \begin{bmatrix} a_1^1 & a_2^1 & b_1^1 \\ a_1^2 & a_2^2 & b_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1^6 & a_2^6 & b_1^6 \end{bmatrix} \quad (8)$$

รูปแบบกระบวนการหาแบบจำลองโดยการใช้ตรรกะคลุมเครือถูกนำเสนอโดย Abonyi et al.[6] ในวิธีการนี้พารามิเตอร์G จะถูกพิจารณาเพื่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างการจำลองและการวัดการตอบสนองเอาท์พุตขนาดเล็ก เมื่อรูปแบบพลศาสตร์ Gถูกระบุบนพื้นฐานของตรรกคลุมเครือ T-S สมการพลศาสตร์ของรูปแบบจะถูกระบุมาก่อนค่าตัวแปร$\bar{y}$ สามารถกำหนดเป็น$G_{\bar{y}}$ดังนี้

$$G_{\bar{y}} = \frac{\sum_{j=1}^{M} \mu_j G_j}{\sum_{j=1}^{M} \mu_j} \quad (9)$$

เมื่อ$\mu_j = \mu_{Aj}(\bar{y})$คือฟังก์ชันค่าความสัมพันธ์ของรูปแบบj^{th} G_j คือรูปแบบเฉพาะj^{th} Mคือ จำนวนเซ็ตของตรรกะคลุมเครือ (ในบทความนี้คือจำนวนของรูปแบบเฉพาะ) บนด้านอินพุต ฟังก์ชันความสัมพันธ์ในระดับตรรกะคลุมเครือถูกกำหนดตามปกติที่ควรจะเป็นดังฟังก์ชันสามเหลี่ยม(Triangle function, Trapezoidal function or Bell Shape function)ในบทความนี้ ฟังก์ชันความสัมพันธ์สามารถแสดงดังภาพที่ 4



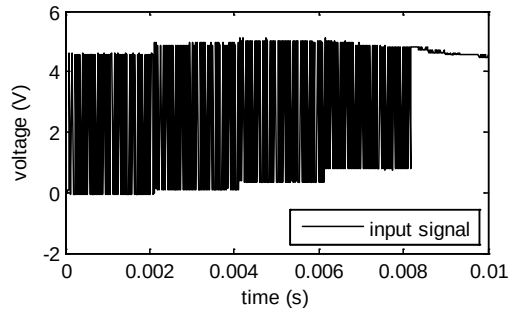
ภาพที่4: ฟังก์ชันความสัมพันธ์สามเหลี่ยม(Triangle membership function)

เมื่อ$g^j, g^j_{left}, g^j_{right}$คือจุดกึ่งกลางของสามเหลี่ยมของj^{th}, อยู่ติดซ้ายและขวา ตรรกะคลุมเครือถูกกำหนดในรูปแบบj^{th}ตามลำดับ

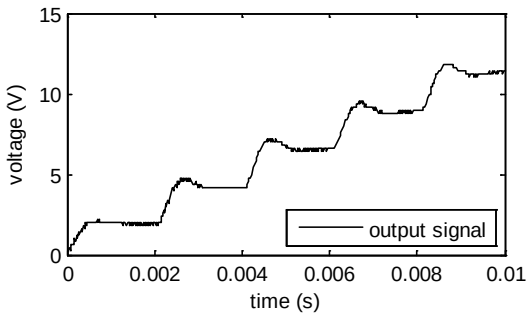
4.ผลการทดลอง

การหาพารามิเตอร์ของระบบจะใช้ข้อมูลจากการทดลองคือข้อมูล $u(t)$และ$y(t)$ดังแสดงในภาพที่ 5ที่ใช้วิธีการหาพารามิเตอร์แบบตรรกะคลุมเครือและวิธีแบบเชิงเส้นเปรียบเทียบกัน จากรูปจะพบว่าสัญญาณด้านออกในที่นี้คือแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตจะปรากฏทุกย่านของระบบ โดยออกแบบการขยับอินพุตที่กำหนดคือดิวตี้ไซเคิ้ลในช่วง[20%, 40%, 60%, 80%, 100%] ในทางปฏิบัติ ได้เลือกย่านการทำงานที่ค่อนข้างกว้างเพื่อความมั่นใจในข้อมูลดังกล่าวแทนความไม่เป็นเชิงเส้นได้ ในบทความนี้ได้ทำการออกแบบวงจรทอนแรงดันโดยแบ่ง

วงจรออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนกำเนิด PWM และส่วนแปลงไฟฟ้ากระแสตรง-ไฟฟ้ากระแสตรง โดย PWM ถูกสร้างโดยการใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ และแรงดันเอาท์พุตที่PWM อยู่ที่ +5V และสามารถเพิ่มได้สูงสุดถึง +15V โดยวงจรขับ MOSFETใช้IR2110 โดยมีความถี่สวิตช์ที่ 50 kHzและในงานวิจัยนี้ ยังแบ่งค่าดิวตี้ออกเป็น 5 ระดับได้แก่ 20% 40% 60% 80% และ 100% สัญญาณดังกล่าวใช้ควบคุมวงจรทอนแรงดันโดยใช้ค่าตัวเหนี่ยวนำที่ 380 มิลลิเฮนรี่, ค่าตัวเก็บประจุที่ 100 ไมโครฟารัดและจ่ายโหลดขนาด 5 โอห์มและแหล่งจ่ายไฟฟ้าอินพุตที่ +12Vจะได้แรงดันเอาท์พุตออกมาอยู่ในช่วง 0 ถึง +12V และวงจรการทดลองแสดงดังภาพที่6

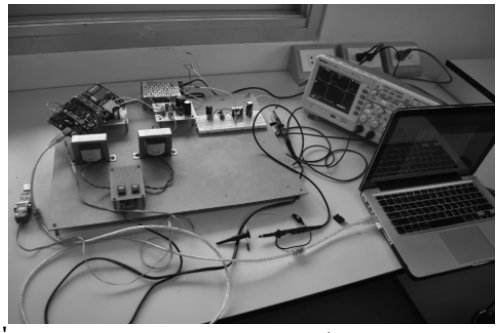


(ก)



(ข)

ภาพที่5: (ก)สัญญาณอินพุต*u(t)* (ข)สัญญาณเอาท์พุต*y(t)*

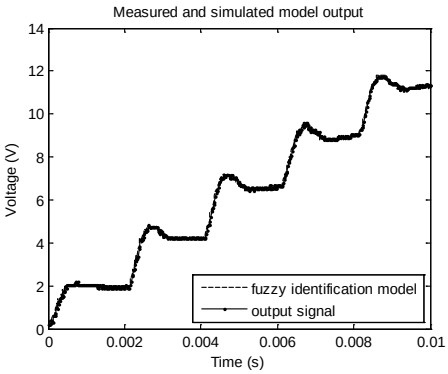


ภาพที่6: วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงและวงจรควบคุม

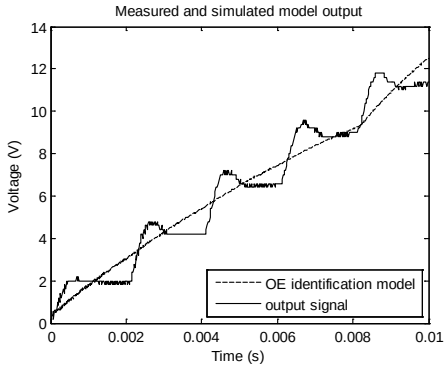
การทดลองนี้ได้ทดสอบเก็บผลข้อมูลโดยมีคาบเวลาการสุ่มเก็บข้อมูลที่ 2 มิลลิวินาทีภายใต้เงื่อนไขรูปแบบของตรรกะคลุมเครือ[6] ค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบตรรกะคลุมเครือนั้นได้ถูกกำหนดดังตารางที่ 1 และภาพที่ 7 (ก) แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเอาท์พุตที่ได้จริงกับค่าจากการใช้รูปแบบตรรกะคลุมเครือในการหาพารามิเตอร์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการหาพารามิเตอร์ระบบแบบตรรกะคลุมเครือสามารถประมาณค่าใกล้เคียงค่าจริงได้และในภาพที่ 7 (ข) แสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเอาท์พุตที่ได้จริงกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบเชิงเส้นโดยใช้วิธีประมาณค่า OE (Output Error) จากผลการทดลองพบว่า ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ได้จากวิธีประมาณ OE จะมีค่ามากกว่ากรณีแบบตรรกะคลุมเครือ โดยผลความถูกต้องเท่ากับ 78.8% ในกรณีเชิงเส้นและมากกว่า 99% ในกรณีตรรกะคลุมเครือ ซึ่งแบบจำลองที่ได้จะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การแปลงเป็นเชิงเส้นแบบ Tustin ในการแปลงแบบจำลองให้เป็นแบบต่อเนื่อง ในกรณีแบบจำลองเชิงเส้นจะเป็นไปตามสมการต่อไปนี้

$$G(s) = \frac{0.1794s^2 + 6.965s + 152}{s^3 + 17.79s^2 + 1066s + 29.62} \quad (10)$$

และในกรณีของตรรกะคลุมเครือจะได้ผลของแบบจำลองตามตารางที่ 1 และ 2



(ก)



(ข)

ภาพที่ 7:ผลเปรียบเทียบกับค่าแรงดันเอาท์พุตที่ได้ (ก) วิธีตรรกะคลุมเครือ (ข) แบบเชิงเส้นโดยการประมาณค่าOE

ตารางที่ 1: ค่าพารามิเตอร์ของระบบแบบตรรกะคลุมเครือ

i	a_1^i	a_2^i	b_1^i	d
1	0.4343	0.5731	0.0006	3
2	0.4136	0.8652	-0.0076	2
3	0.4115	0.5971	-0.0106	2
4	0.1571	0.8536	-0.0120	2
5	0.4024	0.5541	0.0499	2
6	0.1569	0.1363	0.6759	2

ตารางที่ 2: สมการพลศาสตร์แบบต่อเนื่องของระบบแบบตรรกะคลุมเครือ

Duty cycle	Model
20%	$G_1(s) = \frac{0.3876s^2 + 1.551\times10^6 s + 1.551\times10^{12}}{s^2 + 4.3\times10^5 s + 3.062\times10^{12}}$
40%	$G_2(s) = \frac{0.1749s^2 + 6.995\times10^5 s + 6.995\times10^{11}}{s^2 + 1.29\times10^6 s + 1.377\times10^{12}}$
60%	$G_3(s) = \frac{0.2161s^2 + 8.644\times10^5 s + 8.644\times10^{11}}{s^2 + 1.127\times10^6 s + 1.712\times10^{12}}$
80%	$G_4(s) = \frac{0.2892s^2 + 1.157\times10^6 s + 1.157\times10^{12}}{s^2 + 8.529\times10^5 s + 2.332\times10^{12}}$
100%	$G_5(s) = \frac{0.146s^2 + 5.841\times10^5 s + 5.841\times10^{11}}{s^2 + 1.674\times10^6 s + 1.685\times10^{12}}$

4. สรุป

จากการผลการทดลองจริงในวงจรทอนแรงดันไฟฟ้า จะพบว่าแบบจำลองโดยใช้ตรรกะคลุมเครือในวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงนั้นผลการทดลองที่ได้จะดีกว่าแบบวิธีวิเคราะห์แบบเชิงเส้นโดยการประมาณค่า OE (Output Error) ซึ่งดูได้จากความถูกต้องของข้อมูลนั้นมากกว่า99 % ผลที่ได้นี้เนื่องจากโครงสร้างของฟัซซีมีความไม่เป็นเชิงเส้นสูง ซึ่งระบบที่มีย่านการทำงานกว้างเช่นระบบคอนเวอร์เตอร์นี้มีลักษณะความไม่เป็นเชิงเส้นสูง ข้อดีของการออกแบบแบบนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมแบบตัดตารางเกนได้ ซึ่งถือว่าเป็นการควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้นและมีผลตอบสนองที่ดีกว่าการควบคุมแบบเชิงเส้น ซึ่งเป็นงานวิจัยต่อไปในอนาคตของผู้แต่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] R. M. T. Raja Ismail, M. A. Ahmadand M. S. Ramli, “Speed Control of Buck converter Driven DC Motor Based on Smooth Trajectory Tracking,”*3rd Asia International Conference on Modelling&Simulation*,2009

[2] Szczesniak,P.,.Kaniewski,J., “Dynamic model of a space vector modulated buck-boost matrix-reactance frequency converter”,*ISNCC*, 2013.

[3] Schittler, A.C.,Pappis, D., Rech, C. , Campos, A.,“Generalized state-space model for the interleaved buck converter,” *COBEP*, Brazilian, 2011.

[4] LennartLjung, *“System identification”*, New jersey, P T R Prentice Hall.inc, 1987.

[5] Kabaila,P, “On output-error methods for system identification,”*Automatic Control, IEEE Transactions on*, 28:1, 1983

[6] Abonyi J, Babuška R, Verbruggen HB, Szeifert F, “Incorporating prior knowledge in fuzzy model identification”, *Int J SystSci* 2000;31:657–67.

[7] MATLAB 2013a,What is Fuzzy logic ? [Online].Available :http://www.mathworks.com/help/fuzzy/what-is-fuzzy-logic.html

[8] Somyotkaitwanidvilai, PiyapongOlranthichachart, “Robust loop shaping-fuzzy gain scheduling control of a servo-pneumatic system using particle swarm optimization aproach”, *Mechartronics*, 21:1,2011.

[9] Tanaka K, Wang H. *Fuzzy control systems design and analysis. A linear matrix inequality approach*, New York: Wiley Interscience; 2001

[10] Katsuhigo Ogata, *Modern control engineering*, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, One Lake Street, New Jersey 07458.

การจำแนกข่าวภาษาอังกฤษด้านอาชญากรรมออนไลน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อความ
Online English Crime News Classification using Text Mining

ทิชากร เนตรสุวรรณ์(Tichakorn Netsuwon)[1] และ ไกรศักดิ์ เกษร(Kraisak Kesorn)[2]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]ticnet27@gmail.com, [2]kraisakk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำแนกข่าวภาษาอังกฤษด้านอาชญากรรมออนไลน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อความ โดยมีการจำแนกประเภทข้อมูลข่าวออกเป็นหมวดหมู่ที่แตกต่างกัน 6 หมวดหมู่ ผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบคลังข้อมูล (Data Warehouse) สำหรับเก็บข้อมูลอาชญากรรม เพื่ออำนวยความสะดวกและใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้กับสำนักงานตำรวจเพื่อกำหนดพื้นที่อันตรายและการเฝ้าระวังพื้นที่ดังกล่าว ผลการทดลองพบว่า แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม(Neural Network) ให้ประสิทธิภาพการจำแนกได้ดี โดยได้ค่าความเที่ยง(Precision) เท่ากับ 84% ค่าความระลึก(Recall) เท่ากับ 83% และนำเสนอรายงานความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการสร้างการวิเคราะห์การประมวลผลแบบออนไลน์(Online Analytical Processing) แสดงในรูปแบบตารางหลายมิติ(Multidimensional Table) แสดงสถิติการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่เมืองพัทยา

คำสำคัญ: การทำเหมืองข้อความ การจำแนกประเภท คลังข้อมูล การประมวลผลออนไลน์เชิงวิเคราะห์

Abstract

This article presents online English crime news analysis and classification techniques using text mining. The proposed model classifies news into 6 categories and they are exploited to construct data warehouse (DW) in the form of star schema. Information stored in DW can be used as a decision support system to aid polices to determine dangerous areas where should be surveillance. The experimental results show that classification technique using neural network obtains the highest accuracy about 84% and 83% measured by precision and recall respectively. The report presents data relationships by creating an Online Analytical Processing (OLAP). This is multidimensional table representation can show the frequency of crimes in each area in Pattaya city.

Keywords: Text Mining, Text Classification, Data Warehouse, Online Analytical Processing.

1. บทนำ

ในยุคของสังคมออนไลน์ ข้อมูลข่าวสารได้มีการจัดทำ เผยแพร่ และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลข่าวสารเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มนุษย์ต้องการที่จะบริโภค เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ ในแต่ละปีจำนวนผู้อ่านหนังสือพิมพ์ออนไลน์ประเทศไทยแต่ละเว็บไซต์เติบโตอย่างต่อเนื่อง [1] ทำให้เกิดปัญหาการวิเคราะห์ข่าวและสกัดออกมาเป็นสารสนเทศที่มีประโยชน์ในการทำงานของมนุษย์ทำได้ยากขึ้น หรือเกิดการท่วมล้นของข้อมูลข่าวสาร (Overload Information) ซึ่งทำให้ผู้อ่านสับสนหรือได้รับประโยชน์จากข้อมูลได้น้อย [2] เนื่องจากขีดจำกัดมนุษย์ไม่สามารถวิเคราะห์ข่าวสารจำนวนมหาศาลได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในด้านการประมวล ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลหรือช่วยในการตัดสินใจ

การนำเสนอข่าวบนโลกออนไลน์มีหลากหลายประเภท อาทิ การเมือง สังคม เศรษฐกิจ อาชญากรรม บันเทิง กีฬา ไอที และอื่น ๆ ซึ่งปัจจุบันนี้เห็นได้ชัดว่า การนำเสนอข่าวบนเว็บไซต์ล้วนให้ความสำคัญกับข่าวอาชญากรรมกันมาก เพราะข่าวอาชญากรรมเป็นตัวสะท้อนความผิดปกติของสังคมที่เกิดขึ้น

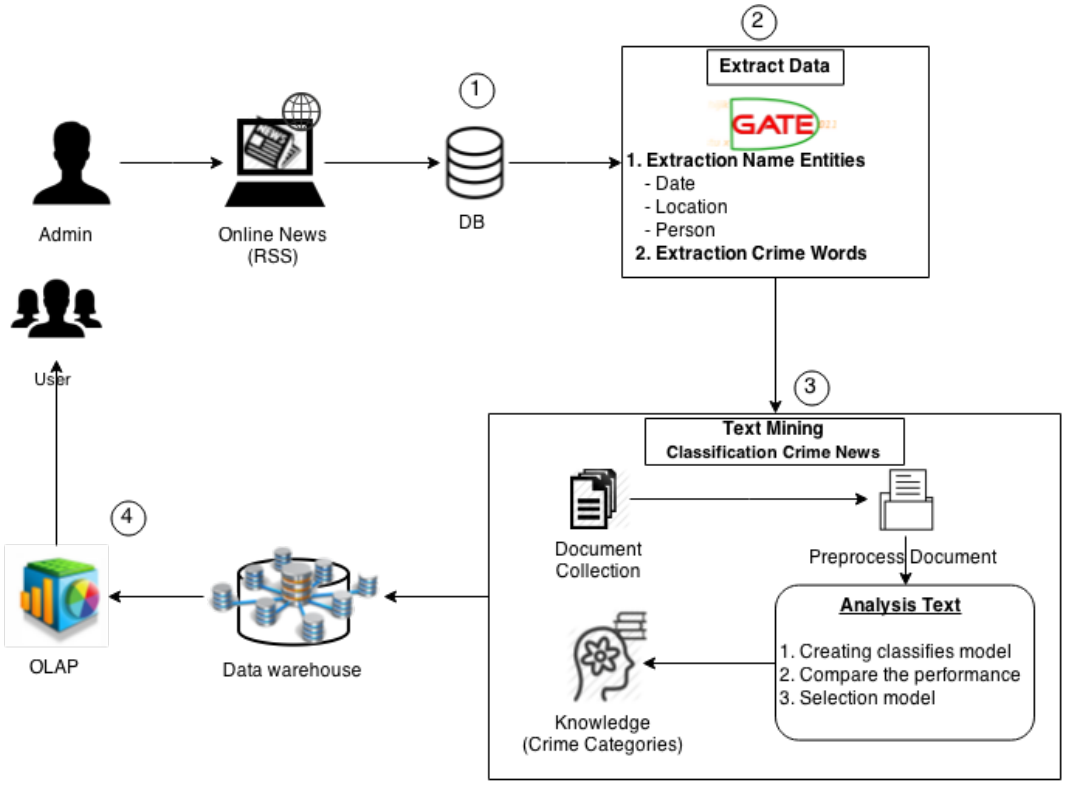
ปัญหาอาชญากรรมเป็นภัยที่ใกล้ตัวและนับได้ว่าเป็นปัญหาสังคมที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

จากปัญหาอาชญากรรมที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญและปัญหาของการนำเสนอการสรุปรายงานคดีอาชญากรรม ซึ่งการรวบรวมสถิติต้องเก็บข้อมูลจากสำนักงานตำรวจในแต่ละพื้นที่ และต้องใช้แรงงานที่เป็นตำรวจคอยทำหน้าที่เก็บสถิติการเหตุเหล่านั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการจำแนกข่าวภาษาอังกฤษด้านอาชญากรรมออนไลน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อความ และพัฒนาคลังต้นแบบคลังข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลอาชญากรรม เพื่ออำนวยความสะดวกและใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้สำนักงานตำรวจใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและปราบปรามปัญหาอาชญากรรมที่อาจจะเกิดขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อประชาชนด้วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันงานวิจัยการวิเคราะห์ข้อความที่เกี่ยวกับข่าวสารยังมีไม่มากนัก ดังเช่นงานวิจัยของวิชุดา โชติรัตน์ [3] ได้ทำระบบวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology) และทำเหมืองข้อความ (Text mining) ผลการวิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ของคำสำคัญในเนื้อข่าวที่มีความเหมาะสมและน่าสนใจ และวิเคราะห์ความรุนแรงที่เกิดขึ้นเพื่อคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ข้อดีคือมีการนำเสนอข้อมูลทางสถิติของการปรากฏคำสำคัญ และการค้นหากฎความสัมพันธ์ระหว่างคำสำคัญในเนื้อหาข่าว เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลข่าวออนไลน์ได้ดี แต่มีข้อจำกัดด้านการประมวลผลที่ใช้เวลานาน เนื่องจากมีคำสำคัญจำนวนมาก ต้องใช้เวลานานในการตรวจสอบ และยังขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อให้สามารถสร้างรายงานที่สนับสนุนการตัดสินใจในอนาคต และงานวิจัยของ Syed Toufeeq Ahmed, Ruchi Bhindwale และ Hasan Davulcu [4] นำเสนอวิธีการการตรวจสอบและติดตามเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรุนแรงและการก่อการร้าย โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อความในการสกัดคำ (Information extraction) พิจารณาคำสำคัญ (keywords) ที่ค้นพบในเนื้อหาข่าวและมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข่าว ข้อดีจากผลการทอดลองจะเห็นว่าการวิเคราะห์เนื้อหาข่าวสองย่อหน้าแรกมีผลดีกว่าการวิเคราะห์เนื้อหาข่าวทั้งหมด และการใช้เทคนิคเหมืองข้อความสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคำสำคัญที่นำไปสู่การติดตามความรุนแรงที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งมีข้อจำกัดที่นำเสนอเพียงแค่เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรุนแรงการก่อการร้ายเท่านั้น หากมีการจำแนกความรุนแรงที่เกิดขึ้นได้ก็จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น และควรสร้างคลังข้อมูลเก็บข้อมูลให้ได้มาก ก็จะสามารถพัฒนาระบบทำให้สนับสนุนการตัดสินใจได้มากกว่าการคาดการณ์ความรุนแรง

นอกจากนี้งานวิจัยของ Saatviga Sudhahar, Roberto Franzosi และ Nello Cristianini [5] ได้นำเสนอระบบการวิเคราะห์ข่าว (Quantitative Narrative Analysis - QNA) เกี่ยวกับความผิดทางอาญาที่ปรากฏบนนิวยอร์กไทมส์ด้วยแนวคิดการทำเหมืองข้อความ โดยใช้ ANNIE plugin ของโปรแกรม GATE (General Architecture for Text Engineering) ในการสกัดคำสำคัญ และใช้ Miniparser ในการแยกประธาน กริยา และกรรม ซึ่งสามารถระบุถึงตัวบุคคลที่สำคัญ (Identifying the key actors) และการกระทำ (action) ของข่าวอาชญากรรม สรุปได้ว่าผู้ชายจะก่อเหตุอาชญากรรมมากที่สุด ส่วนผู้หญิงและเด็กส่วนใหญ่มักจะตกเป็นเหยื่อของอาชญากรรม ข้อดีคือสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบุคคลในเหตุการณ์อาชญากรรมได้ แต่การใช้ Miniparser ยังมีข้อจำกัดด้านระบบ คือ ไม่มีความสามารถในการประมวลผลข้อความที่มีความยาวตัวอักษรมากกว่า 1,024 ตัว และยังขาดการสร้างรายงานนำเสนอข้อมูลข่าวให้มีความหลากหลายอย่างเช่นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของคลังข้อมูล เพื่อให้สามารถนำเสนอรายงานได้มากกว่าหนึ่งมิติ และงานวิจัยของ Meshrif Alruily, Aladdin Ayesh และHussein Zedan [6] ได้สร้างตัวแบบที่ระบุประเภทของอาชญากรรม โดยใช้คำกริยาและคำที่เกี่ยวกับอาชญากรรมในการวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ระบบแบบอิงกฎเกณฑ์ (Rule-based system) ในการวิเคราะห์คำสำคัญ ข้อดีคือระบบสามารถรวมรวมคำที่เกี่ยวข้องกับอาชญากรรมได้มากขึ้น ส่วนข้อจำกัดคือระบบนี้รวบรวมคำกริยาของอาชญากรรมที่ใช้ในการวิเคราะห์จากคลังข้อมูลหนึ่งเท่านั้น ควรจะเพิ่มการเรียนรู้คำอาชญากรรมจากคลังข้อมูลอื่น ๆ และถ้าประยุกต์นำตัวแบบประเภทอาชญากรรมมาจัดเก็บในรูปแบบคลังข้อมูล (Datawarehouse) ก็จะเป็นประโยชน์ต่อ



ภาพที่ 1 : วิเคราะห์ข่าวอาชญากรรมออนไลน์โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อความ

การนำไปวิเคราะห์ในอนาคต ซึ่งดีกว่าการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลธรรมดา (Database) สะดวก รวดเร็ว และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ง่าย อีกทั้งงานวิจัยของ Wei Wang, Xia Cui และ Ai Wang [7] นำเสนอระบบวิเคราะห์ข่าวออนไลน์ในการจำแนกหมวดหมู่ข่าว และวิเคราะห์การจำแนกความคิดเห็นข่าวทั้งทางด้านบวกและด้านลบ โดยการพิจารณาจากความสัมพันธ์กันของข้อมูลข่าว และการพิจารณาคำสำคัญ (Key word) ที่ได้จากข่าว ซึ่งการจำแนกความคิดเห็นของข่าวนั้นมีข้อดีที่ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญมองเห็นมุมมองของข่าวได้มากขึ้น และทราบว่าคนส่วนใหญ่สนใจข่าวไหนอยู่ปัจจุบัน ซึ่งสามารถสนับสนุนการตัดสินใจได้ หากมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อคิดเห็นข่าวกับเนื้อหาข่าว และจัดทำในรูปแบบคลังข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญก็สามารถเรียกดูความหลากหลายของรายงานได้ เพื่อใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ การหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบการทำงานของการวิเคราะห์ข่าวอาชญากรรมออนไลน์ภาษาอังกฤษ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อความประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลจาก RSS มาใช้ในการสกัดสารสนเทศ (Extract Data) การใช้เทคนิคเหมืองข้อความ (Text mining) และการนำเสนอรายงานความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ (Reporting services) แสดงดังภาพที่ 1

1. การรวบรวมข้อมูลจาก RSS มาใช้

ขั้นตอนที่ 1 จากภาพที่ 1 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ http:// www.pattayapeople.com/ ซึ่งมีบริการ RSS (Really Simple Syndication) ที่อยู่ในรูปแบบภาษา XML โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมแท็กที่นำมาใช้ ได้แก่ <title> เป็นแท็กแสดงหัวข้อข่าว และ <link> เป็นแท็กแสดง URL ของข่าว

2. การสกัดสารสนเทศ (Extract Data)

ขั้นตอนที่ 2 จากภาพที่ 1 การสกัดนิพจน์ระบุนาม (Extraction Name Entities หรือ Named Entity Recognition - NER) เป็นการค้นหา และสกัดคำที่เป็นนิพจน์ระบุนาม (Named Entities) จากข้อความ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม GATE Developer 7.1 (General Architecture for Text Engineering) [8], [9] ในการตัดคำ และสกัดนิพจน์ระบุนาม

โปรแกรม GATE Developer 7.1 เป็นโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์ฟรี สามารถขอรับบริการได้จากผู้พัฒนาผ่าน GATE. ac.th เป็นสถาปัตยกรรมสำหรับการประมวลผลภาษา

โดยมีการทำงานที่นำมาใช้ในงานได้หลากหลายด้าน สามารถทำงานผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นและใช้ JAVA library ในการทำงานได้ ซึ่ง GATE เป็นหนึ่งในเครื่องมือสำหรับการทำเหมืองข้อความและการสกัดข้อมูล โดยมีตัวประมวลผล (Processing Resources) ที่เรียกว่า ANNIE (A Nearly-New IE system) ซึ่งมีโมดูลในการประมวลผลข้อความดังนี้

- tokeniser เป็นตัวแยกข้อความด้วยเครื่องหมายวรรคตอนหรือสัญลักษณ์

- sentence splitter เป็นตัวแยกประโยคของข้อความ

- tagger เป็นตัวช่วยในการแยกชนิดของคำ (parts of speech)

- gazetter ใช้แยกคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น องค์กร (organization), สถานที่ (location), วัน (days of the week), บุคคล (person) เป็นต้น

- transducer ใช้ทำงานเป็นตัวแปลงไวยากรณ์ซึ่งสร้างด้วยกฎภาษา JAPE (Java Annotations Pattern Engine) ทำให้สามารถแยกคำในข้อความได้

งานวิจัยนี้สกัดนิพจน์ระบุนามที่ต้องการ ได้แก่ ชื่อบุคคล (Person), วัน/เวลา (Date), และชื่อสถานที่ (Location) ซึ่งจะระบุคุณสมบัติ (Features) ของคำไว้ด้วย จากนั้นทำการ Export นิพจน์ระบุนาม (Named Entity Recognition - NER) ที่ได้เป็น XML ไฟล์ แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2

```
<paragraph gate:gateId="0">
    <Sentence gate:gateId="314"> Nongprue police was called out by the Sawang Boriboon Rescue Team on the morning of
        <Date gate:gateId="332" rule1="DateName" kind="date" rule2="DateOnlyFinal"> Thursday, 23rd October </Date>
    to attend to a fatal road accident. </Sentence>
    <Sentence gate:gateId="315"> At the scene, opposite the railway...
        <Location gate:gateId="333" rule1="LocKey" rule2="LocFinal"> East Pattaya </Location> ... </Sentence>
    <Sentence gate:gateId="316"> There were no witnesses, but police believe the man might have fallen asleep at the....</Sentence>
    <Sentence gate:gateId="317"> The body of 27 year old
        <Person gate:gateId="334" rule1="PersonTitle" gender="male" rule="PersonFinal"> Mr. Srawut </Person>  was taken to Banglamung ..
```

ภาพที่ 2 : ตัวอย่างไฟล์ XML ที่สกัดได้จากโปรแกรม GATE

3. การใช้เทคนิคเหมืองข้อความ (Text Mining)

ขั้นตอนที่ 3 จากภาพที่ 1 ใช้เทคนิคเหมืองข้อความ (Text mining) งานวิจัยนี้จำแนกประเภทของอาชญากรรม (classification crime News) เป็น 6 หมวดหมู่ โดยยึดการแบ่งประเภทอาชญากรรมจากกรมตำรวจ [10] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงตารางประเภทอาชญากรรม

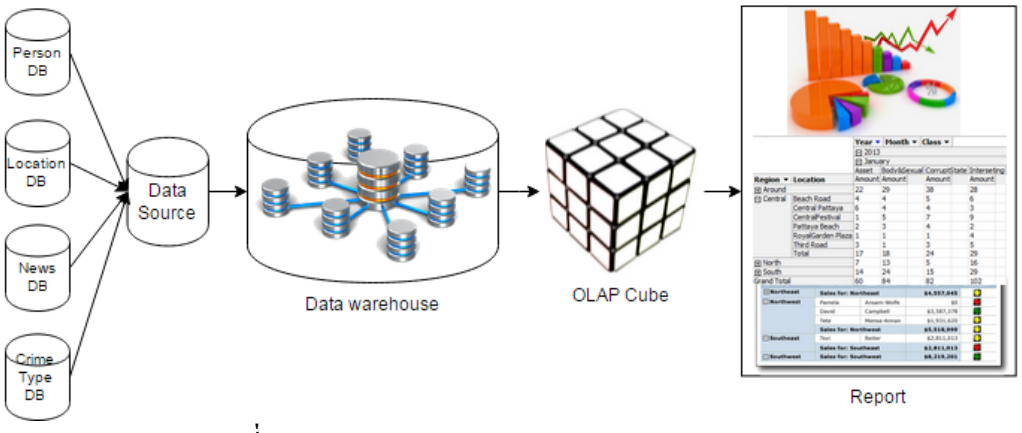
คดีอาชญากรรม	การกระทำความผิด
1. คดีอุกฉกรรจ์และสะเทือนขวัญ (Serious offense and awesome)	การฆ่าผู้อื่นโดยเจตนา, ลักพาเรียกฆ่าไถ่, การลอบวางเพลิง
2. คดีเกี่ยวกับชีวิตร่างกายและเพศ (Life , Body and sexual)	ทำร้ายร่างกาย, ข่มขืนกระทำชำเรา
3. คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ (Asset)	ลักทรัพย์, วิ่งราวทรัพย์, รีดเอาทรัพย์, กรรโชกทรัพย์, ชิงทรัพย์, ปล้นทรัพย์, รับของโจร
4. คดีน่าสนใจ (Interesting case)	โจรกรรมรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์, ปล้น-ชิงรถโดยสารหรือรถแท็กซี่, ฉ้อโกง, ยักยอก
5. คดีรัฐเป็นผู้เสียหาย (Corrupt state)	คดีที่เกี่ยวกับอาวุธปืน, การพนัน, ยาเสพติด, การค้าประเวณี, มีและเผยแพร่วัตถุลามก

ซึ่งมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมเอกสาร (Document - Collection) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจาก RSS ข่าวอาชญากรรม จำนวน 500 ข่าว และเตรียมเอกสารสำหรับการวิเคราะห์ชุดข้อความ (Preprocess Document) และกรองข้อมูลเพื่อคัดเลือกข้อความข่าวนั้นไปใช้ในการวิเคราะห์ชุดข้อความ

การวิเคราะห์ชุดข้อความ (Text Analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองในการจำแนกประเภทข่าวอาชญากรรม (creating classifies model) โดยการเตรียมข้อมูล (Data Set) แบ่งข้อมูลข่าว (Data Set) เป็น 2 ชุด คือ ชุดฝึกสอน (Training Set) จำนวน 80% และชุดทดสอบ (Test set) จำนวน 20% ของข้อมูลจะถูกนำไปทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองกฎความสัมพันธ์ (Ideal Model) โดยแสดงในรูปแบบของ Lift Chart ซึ่งเป็นผังแสดงการทดสอบความแม่นยำโดยเปรียบเทียบ Ideal Model กับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แสดงดังภาพที่ 5

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN) [11] ในการจำแนกประเภทข่าวอาชญากรรม ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก โดยในส่วนของข้อมูลชั้นซ่อน (Hidden Layer) ขึ้นอยู่กับข้อมูลนำเข้า ซึ่งในงานวิจัยนี้คือ คำสำคัญ

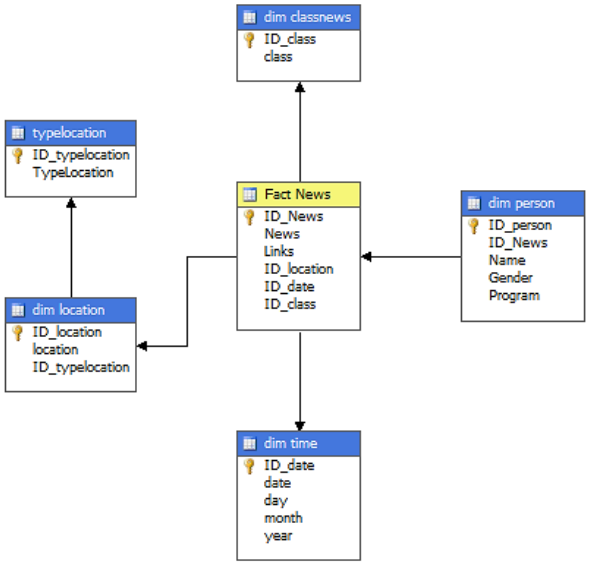
(key words) ที่ได้จากเนื้อข่าว ส่งผลต่อข้อมูลชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ในที่นี้คือ ประเภทข่าวอาชญากรรม



ภาพที่ 3 : แสดงการนำเสนอรายงานความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การนำเสนอรายงานความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 จากภาพที่ 1 งานวิจัยนี้นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการของคลังข้อมูล (Data warehouse : DW) ทำเป็นแบบจำลองข้อมูลเชิงมิติ (Dimensional Data Model) แสดงดังภาพที่ 3 โดยออกแบบโครงสร้างแบบดาว (star schema) ให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์การประมวลผลแบบออนไลน์ (Online Analytical Processing-OLAP) แสดงดังภาพที่ 4 สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ Microsoft SQL Server 2008 R2 [12] นำเสนอรายงานความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่ได้จากข่าว ได้แก่ บุคคล (person), วันที่ (time), สถานที่ (location) และการจำแนกประเภท (class)



ภาพที่ 4 : แสดงโครงสร้างแบบดาว (star schema)

OLAP เป็นเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยเครื่องมือที่ช่วยดึงและนำเสนอข้อมูลในหลายมิติ (Multidimensional) จากหลาย ๆ มุมมอง โดยที่ OLAP ได้รับการออกแบบมาสำหรับผู้ใช้ในระดับของผู้บริหารหรือหน่วยงานในองค์กรที่ต้องวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจระดับสูง [13]

การประมวลผลข้อมูลและเก็บข้อมูลในคิวบ์ (Cube Processing) เป็นมิติให้สามารถเรียกดูความสัมพันธ์ของข้อมูลในช่วงใดก็ได้ และหมุนดูข้อมูลได้จากทุก ๆ ด้านของคิวบ์เพื่อมาประกอบการตัดสินใจ เช่น สามารถพิจารณารายงานสถิติคดีอาชญากรรมประเภทต่าง ๆ, สถิติคดีอาชญากรรมในพื้นที่เกิดเหตุโดยแบ่งตามประเภทอาชญากรรมและเวลา เป็นต้น แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 6

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ประสิทธิภาพการจำแนกข่าว

ผลการสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทข่าวอาชญากรรมด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ได้ค่าความแม่นยำที่ 85.5% และให้ค่า Confusion Matrix ดังตารางที่ 2 และวัดค่าประสิทธิภาพ โดยใช้ค่าความเที่ยง (Precision), ค่าความระลึก (Recall) และค่า F-Measure ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2: Confusion matrix

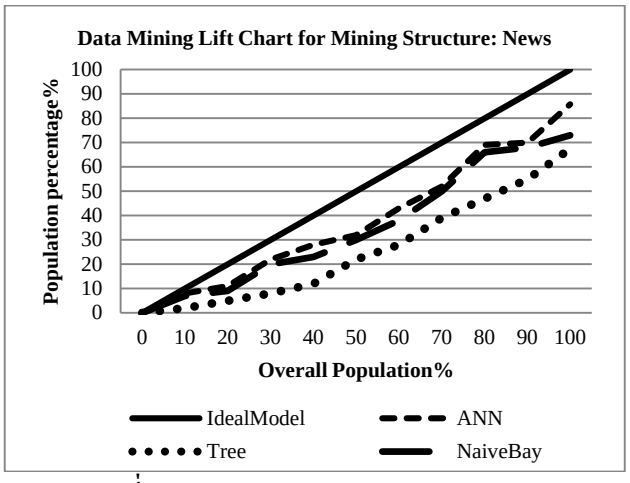
		Predicted						
	Class	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
Actual	0	20	1	0	5	0	5	31
	1	1	69	5	3	2	2	82
	2	1	1	94	0	5	0	101
	3	4	0	5	72	3	5	89
	4	0	4	2	4	68	1	79
	5	1	2	6	2	1	106	118
	Total	27	77	112	86	79	119	500

Accuracy = 85.5%

ตารางที่ 3: ค่าวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง

	Class						
Criteria	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Average**
Precision	0.741	0.896	0.839	0.837	0.861	0.891	0.844
Recall	0.645	0.841	0.931	0.809	0.861	0.898	0.831
F-Measure	0.690	0.868	0.883	0.823	0.861	0.895	0.836

ค่าวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง ตารางที่ 2 สรุปได้ว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมให้ประสิทธิภาพในระดับดี โดยให้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.844 ค่าความระลึกเท่ากับ 0.831 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.836



ภาพที่ 5 : ผลการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง

จากภาพที่ 5 แสดงผลการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง โดย Lift chart แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เข้าใกล้กับเส้น Ideal Model บ่งชี้ว่าแบบจำลองนี้มีความแม่นยำเท่ากับ 85.5% อยู่ในระดับที่สูง เพราะใกล้เคียงกับเส้น Ideal Model มากกว่าแบบจำลองนาอีฟ เบย์ (Naive Bay Model) และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Model)

4.2 รายงานสนับสนุนการตัดสินใจ

		Year ▾	Month ▾	Class ▾	
		⊟ 2013			
		⊟ January			
		Asset	Body&Sexual	CorruptState	Interseting
Region ▾	**Location**	Amount	Amount	Amount	Amount
⊞ Around		22	29	38	28
⊟ Central	Beach Road	4	4	5	6
	Central Pattaya	6	4	4	3
	CentralFestival	1	5	7	9
	Pattaya Beach	2	3	4	2
	RoyalGarden Plaza	1	1	1	4
	Third Road	3	1	3	5
	Total	17	18	24	29
⊞ North		7	13	5	16
⊞ South		14	24	15	29
Grand Total		60	84	82	102

ภาพที่ 6 : แสดงรายงานความพันธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล

การแสดงรายงานความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้มาจากการออกแบบ star schema และสามารถนำเสนอในรูปแบบตารางหลายมิติ (Multidimensional table) ดังภาพที่ 6 โดยสามารถเจาะลึก (Drill-down) ไปถึงรายละเอียดของข้อมูลตามปีและเดือนของประเภทอาชญากรรมที่สัมพันธ์กับพื้นที่การเกิดเหตุได้ เช่น ในปี 2013 ช่วงเดือนมกราคม มีการก่ออาชญากรรมคดีเกี่ยวกับประทุษร้ายต่อทรัพย์สิน (Asset) ในเขตพัทยากลาง จำนวน 17 คดี แบ่งเป็น Beach Road, ถนนพัทยากลาง, CentralFestival, Pattaya Beach, Royal Garden Plaza และถนนพัทยาสายสาม จำนวน 4, 6, 1, 2, 1 และ 3 คดี ตามลำดับ ในเขตรอบเมืองพัทยา จำนวน 22 คดี เขตพัทยาเหนือ 7 คดี และเขตพัทยาใต้ 14 คดี และสรุปจำนวนการเกิดอาชญากรรมของปี 2013 จำนวน 60 คดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการจำแนกข่าวภาษาอังกฤษด้านอาชญากรรมออนไลน์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อความ โดยทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) พบว่าให้ค่าความแม่นยำอยู่ในระดับที่สูง

จากการศึกษาทำให้ผู้วิจัยได้เห็นประโยชน์ของการทำเหมืองข้อความ (Text mining) เพื่อจำแนกข่าวอาชญากรรมภาษาอังกฤษได้ และข้อดีของการเก็บข้อมูลที่สกัดได้เป็นคลังข้อมูล (DW) และการสร้างข้อมูลในรูปแบบ star schema ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลสร้างรายงานความสัมพันธ์ของข้อมูลอาชญากรรม เพื่อให้ความสะดวกและรวดเร็วกับสำนักงานตำรวจในการสรุปรายงานการเกิดเหตุอาชญากรรมได้

หลายมิติ (Multidimensional table) และสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อเป็นแนวทางในการหาทางป้องกันและแก้ไขปัญหาอาชญากรรมที่อาจจะเกิดขึ้นได้

การพัฒนางานวิจัยในอนาคต หากมีการสกัดคำสำคัญ เช่น ช่วงเวลาการเกิดเหตุ อาวุธที่ใช้ก่อเหตุ ก็จะสามารถวิเคราะห์เนื้อข่าวได้มากขึ้น และวิเคราะห์ตัวบุคคล (ผู้กระทำหรือผู้ถูกกระทำ) โดยใช้ระบบแบบอิงกฎเกณฑ์ (Rule-based System) มาช่วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์มากขึ้นก็จะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารได้มากขึ้น และงานวิจัยนี้ทำเป็นเพียงตัวแบบเพื่อใช้ในการศึกษา เมื่อมีข่าวใหม่เพิ่มเข้ามา ควรปรับระบบให้สามารถอัพเดทการวิเคราะห์ข้อมูลได้อัตโนมัติ (real time) ก็จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ๆ ได้ทันเหตุการณ์หรืออาจจะทำนายเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

[1] เกรียงไกร ทวีโชคกิจเจริญ, "แนวโน้มหนังสือพิมพ์ออนไลน์ในประเทศไทย," วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. นิเทศศาสตร์ (วารสารสนเทศ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[2] ชานันต์ รัตนโชติ, "ประโยชน์ในการรับข่าวสารจากหนังสือพิมพ์ออนไลน์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร," ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2552.

[3] วิชุดา โชติรัตน์, "ระบบวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยีและการทำเหมืองข้อความกรณีศึกษาข่าวในพื้นที่5จังหวัดชายแดนภาคใต้ ประเทศไทย," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[4] S. T. Ahmed, *et al.*, "Tracking terrorism news threads by extracting event signatures," in *Intelligence and Security Informatics, 2009. ISI '09. IEEE International Conference on*, 2009, pp. 182-184.

[5] S. Sudhahar, *et al.*, "Automating Quantitative Narrative Analysis of News Data," *JMLR: Workshop and Conference Proceedings 17*, pp. 63-71, 2011.

[6] M. Alruily, *et al.*, "Crime Type Document Classification from Arabic Corpus," in *Developments in eSystems Engineering (DESE), 2009 Second International Conference on*, 2009, pp. 153-159.

[7] W. Wang, *et al.*, "News Analysis Based on Meta-synthesis Approach," in *Computer Software and Applications, 2008. COMPSAC '08. 32nd Annual IEEE International*, 2008, pp. 923-928.

[8] H. Cunningham, *et al.*, *Developing Language Processing Components with GATE Version 7 (a User Guide)*. United Kingdom: The University of Sheffield, Department of Computer Science, 2013.

[9] T. U. o. Sheffield. (1995-2014). *GATE general architecture for text engineering*. Available: https://gate.ac.uk/

[10] สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. (2557). *ข้อมูลสถิติคดีอาญา*. แหล่งที่มา: http://www.royalthaipolice.go.th/

[11] I. A. Basheer and M. Hajmeer, "Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application," *Journal of Microbiological Methods*, vol. 43, pp. 3-31, 2000.

[12] Microsoft. (2014). *Microsoft SQL Server 2008 R2*. Available: https://www.microsoft.com/en-us/download/

[13] ไกรศักดิ์ เกษร, *ระบบค้นคืนสารสนเทศ:แนวคิดและแนวทางการพัฒนาในอนาคต*, พิมพ์ครั้งที่ 1. พิษณุโลก: ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.

Blows2Safe: เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจหาแอลกอฮอล์ในลมหายใจเพื่อป้องกันผลกระทบจากแอลกอฮอล์ต่อการขับขี่ยานพาหนะ

Blows2Safe: a Wireless Sensor Network for Detection of Breath Alcohol to Prevent Alcohol-Impaired Driving

อภิรักษ์ ทูลธรรม(Apirak Tooltham)[1] และ ภูมินทร์ ฮงมา(Phumin Hongma)[2]

[1]สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

[1]apirak.tl@rmuti.ac.th, [2]phumin@npu.ac.th

บทคัดย่อ

การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ถือเป็นมูลเหตุหลักของอุบัติเหตุบนท้องถนนทั่วโลกมาตั้งแต่อดีต แม้ที่ผ่านมาหน่วยงานของภาครัฐต่างจัดตั้งด่านเพื่อตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่ เพื่อป้องปรามและดำเนินคดีก็ตาม แต่ปริมาณการเกิดอุบัติเหตุก็ไม่ได้ลดลง ส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ รวมถึงขบวนการขั้นตอนในการดำเนินการที่ขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้การตรวจสอบผู้ขับขี่จึงเป็นในลักษณะของการสุ่มตรวจในรายที่ต้องสงสัย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ Blows2Safe ซึ่งเป็นต้นแบบของระบบการตรวจหาแอลกอฮอล์ในลมหายใจรูปแบบใหม่ โดยอาศัยเทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จากการทดลองพบว่า Blows2Safe สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขบวนการตรวจสอบได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: อาดุยโน ระบบตรวจหาแอลกอฮอล์ในลมหายใจ ระบบสมองกลฝังตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

Abstract

From the past until now, drinking alcoholic beverages is a major cause of the road traffic accidents around the world. Although the agencies of government are established many checkpoints to measure the breath alcohol level of the drivers to deter and prosecute them, but the amount of the accident was not reduced. Partly due to the availability of tools used to measure the amount of breath alcohol, including procedures to implement are ineffective. As a result, monitoring the driver is in the form of random testing in cases of doubt. Hence, this paper proposes a new prototype system to detect alcohol in the breath (named Blows2Safe), the new format based on wireless sensor networks technology. From the experimental, Blows2Safe can be effective and tackling the problem in the process as well.

Keywords: Arduino, Breath Alcohol Detector, Embedded System, Microcontroller, Wireless Sensor Network.

1. บทนำ

การดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงเทศกาลเป็นสาเหตุหลักของการเพิ่มจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในแต่ละปีของคนไทย [1] ซึ่งพบว่าสัดส่วนของการบาดเจ็บที่สูงเป็นกลุ่มชายวัยรุ่นและผู้ใหญ่ตอนต้น มีความถี่ของการเกิดอยู่ในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือสูงกว่าภูมิภาคอื่น โดยในของเทศกาลปีใหม่และสงกรานต์มีปริมาณการเกิดอุบัติเหตุสูงสุด

กฎกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 16 พ.ศ. 2537 ตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 กำหนดให้ผู้ขับขี่ต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดไม่เกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (mg%) ซึ่งใช้การตรวจวัด 3 วิธี คือ จากเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ การตรวจวัดจากปัสสาวะ และการตรวจวัดจากเลือด โดยกำหนดให้ต้อง

ตรวจสอบด้วยวิธีเป่าลมหายใจเป็นวิธีการแรก เนื่องจากการวัดไม่ยุ่งยากและผู้วัดไม่ได้รับบาดเจ็บจากการตรวจ

ที่ผ่านมามีการศึกษาวิธีพัฒนาเครื่องมือการตรวจหาปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจมาหลากหลายรูปแบบ แต่วิธีการที่ถูกเสนอก่อนหน้านี้ยังเป็นเพียงการนำเสนอการสร้างเครื่องมือวัดที่มีขนาดเล็ก ใช้งานง่าย ลดต้นทุนการผลิต หรือมีความเที่ยงตรงแม่นยำสูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังขาดการเพิ่มความสามารถที่สำคัญในบางด้านอยู่ เช่น การรองรับกับปริมาณของผู้ถูกตรวจจำนวนมาก หรือในด้านของความโปร่งใสของเจ้าหน้าที่และเครื่องมือที่วัด เนื่องจากผลของการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ดังกล่าว มีผลต่อการใช้ดำเนินคดีกับผู้ถูกตรวจ

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอ Blows2Safe ซึ่งเป็นต้นแบบของระบบการตรวจหาแอลกอฮอล์ในลมหายใจรูปแบบใหม่ โดยอาศัยเทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบ และสามารถประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ของรัฐได้ เนื่องจากการตรวจวัดสามารถกระทำพร้อมกันได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน และแสดงผลการตรวจวัดทันทีที่เครื่อง นอกจากนั้น ข้อมูลการตรวจวัดจะถูกส่งไปแสดงผลและเก็บบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ที่ตั้งอยู่อีกแห่งด้วย เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน หรือนำไปพัฒนาเป็นระบบรายงาน เช่น การออกเอกสารเพื่อใช้ดำเนินคดีต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

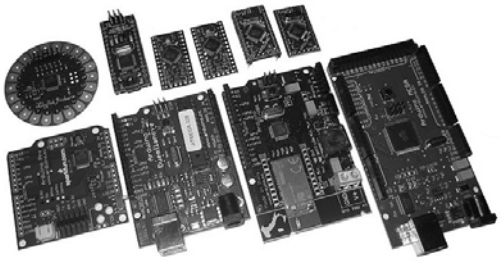
2.1 การตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์

วิธีการตรวจหาระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration: BAC) [2] มี 3 วิธี คือ การตรวจทางลมหายใจ การตรวจทางเลือด และการตรวจทางปัสสาวะ โดยเมื่อดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เข้าไป แอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมทางปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือด บางส่วนจะถูกทำลายโดยตับ จากนั้นแอลกอฮอล์ที่เหลือจะเคลื่อนที่ตามกระแสเลือดผ่านหัวใจด้านขวา สูบฉีดไปยังปอดและส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยแอลกอฮอล์บางส่วนจะแพร่ออกสู่อากาศทางลมหายใจ ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจจึงสามารถนำไปสู่การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดได้

การมีปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกายมากกว่า 50 mg% ถือว่าอยู่ในสภาวะ “เมาสุรา” จะมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้การทำงานช้าลง หากขับขี่ยานพาหนะจะเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากกว่าคนที่ไม่มีแอลกอฮอล์ในร่างกายสูงถึง 2 เท่า

2.2 Arduino

อาดุยโน่ (Arduino) [3] เป็นบอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบโอเพ่นซอร์สฮาร์ดแวร์ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีความยืดหยุ่น ราคาถูก ง่ายต่อการพัฒนาทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ผู้ใช้สามารถต่อวงจรไฟฟ้าจากภายนอกเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา Input/output ของบอร์ดได้ทันที สามารถรองรับสัญญาณทั้งในแบบแอนะล็อก (Analog) และดิจิทัล (Digital) ปัจจุบัน Arduino มีบอร์ดหลักและบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ให้เลือกใช้มากมายตามลักษณะของงานที่นำไปพัฒนา



ภาพที่ 1: ฮาร์ดแวร์ของบอร์ด Arduino ในรูปแบบต่างๆ [4]

2.3 Wireless Sensor Network

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network: WSN) [5] เป็นการใช้อุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นโหนดเซ็นเซอร์ (Sensor Node) ในการส่งข้อมูลที่ตรวจวัดได้ผ่านทางคลื่นวิทยุ และโหนดสถานีฐาน (Base Station Node) ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่ให้ความสนใจ และประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว หรือตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งมีการนำไปประยุกต์ใช้งานในหลายด้าน เช่น ด้านสุขภาพ ด้านการเกษตร ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการทหาร เป็นต้น

2.4 Alcohol Sensor

หลักการของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจนั้น จะให้ผู้ถูกตรวจทำการเป่าลมหายใจเข้าไปในเครื่องที่มีตัวตรวจจับแอลกอฮอล์ (Alcohol Sensor) [2] ซึ่งมี 4 แบบ คือ

1. ตัวตรวจจับประเภท Colorimeter: ใช้หลักการเปลี่ยนสีของโพแทสเซียมไดโครเมท (Potassium Dichromate) ถ้าได้รับไอของแอลกอฮอล์จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียว ใช้ทดสอบแอลกอฮอล์ในลมหายใจได้เพียงครั้งเดียว

2. ตัวตรวจจับประเภท Semiconductor: ใช้หลักการที่ไอของแอลกอฮอล์ไปจับกับสารกึ่งตัวนำแล้วจะส่งผลให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป มักใช้เพื่อทดสอบตัวเอง มีขนาดเล็กพกพาสะดวก แต่ความเที่ยงตรงต่ำ

3. ตัวตรวจจับประเภท Fuel Cell: มีลักษณะเป็นเซลไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Fuel Cell) เมื่อไอของแอลกอฮอล์ถูกดูดซับโดยเซลจะทำให้เกิดปฏิกิริยากลายเป็นกรดอะเซติค และเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์ แม้จะตัวเครื่องมีขนาดเล็ก แต่มีความเที่ยงตรงและราคาที่สูง สามารถใช้เป็นหลักฐานทางคดีได้

4. ตัวตรวจจับแบบ Infrared Absorption: ใช้หลักการที่ปริมาณของแสงอินฟราเรดจะถูกดูดซับเท่าใดนั้น ขึ้นกับระดับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ ซึ่งตัวเครื่องมีขนาดใหญ่เหมาะกับใช้งานประจำที่ มีความเที่ยงตรงสูง สามารถใช้เป็นหลักฐานทางคดีได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐิติรัตน์ ศรีสวัส [6] ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข ด้วยหัววัดก๊าซแบบสารกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์ โดยเปรียบเทียบระหว่างหัววัดรุ่น MiCS 5131 และ 5135 ของ Microchemical ซึ่งพบ MiCS 5135 มีความเหมาะสมกว่า จากการทดสอบด้วย Alcohol Simulation ที่ระดับความเข้มในช่วง 0 - 100 mg% พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้าของเครื่องวัดจะแปรเปลี่ยนกับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ ซึ่งเมื่อวัดซ้ำจำนวน 10 ครั้งที่ระดับความเข้มข้น 50 mg% พบว่าค่าเฉลี่ยที่อ่านได้คือ 50.2 mg% มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 1.687 คิดเป็นสัมประสิทธิ์ความแปรผันประมาณ 3.4 %

สาธิตา ศักดิ์วิเศษ [7] ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยศึกษาถึงผลกระทบของอัตราการไหลของแก๊ส ระยะเวลาในการรับแก๊ส และอุณหภูมิของห้องทดสอบ ว่ามีอิทธิพลต่อความถูกต้องในการวัดหรือไม่ ซึ่งการศึกษาพบว่าอัตราการไหลของแก๊สที่ทำให้ผลการวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดคือ 14 ลิตรต่อนาที ในขณะที่ระยะเวลาไม่มีผลต่อการวัด ส่วนค่าอุณหภูมิของห้องทดสอบมีผลกระทบต่อความถูกต้องของค่าวัด แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าการวัดโดยวิธีเป่าลมหายใจ พบว่ามีความเป็นเชิงเส้น รวมถึงมีความคลาดเคลื่อน ± 1.000 mg% และความเที่ยงมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด ± 1.064 mg% อยู่ในเกณฑ์สากลที่ใช้ในการดำเนินคดี

สุวิทย์ วงศ์ศิลา [8] ได้สร้างและทำการทดสอบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจแบบพกพาที่มีการแสดงผลของการวัดด้วยหลอด LED เพื่อนำไปใช้ในระดับการตรวจคัดกรอง โดยใช้ตัวตรวจวัดแบบสารกึ่งตัวนำประเภทดีบุกออกไซด์ ในการทดลองจะใช้การสอบเทียบค่าด้วยการจำลองไอแอลกอฮอล์ด้วย Alcohol Simulation ที่ระดับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ 10, 30, 45, 50 และ 80 mg% ซึ่งจากการทดลองดังกล่าวพบว่าเครื่องวัดที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น มีความผิดพลาดประมาณ ± 5%

Hök และคณะ [9] ได้พัฒนา AlcoLock ขึ้น เป็นต้นแบบเครื่องมือวัดระดับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ไม่ต้องใช้ปากเป่าเพื่อลดปริมาณอุบัติเหตุในสวีเดน ด้วยการใช้ Optical Module ร่วมกับ IR Sensor ซึ่งมีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ เพื่อใช้ในการตรวจคัดกรอง ซึ่งผู้ถูกตรวจสอบเพียงแค่ถือเครื่องวัดให้มีระยะห่างเพียง 5 – 15 เซนติเมตร แล้วหายใจออกตามปกติเท่านั้น เครื่องต้นแบบนี้มีหน่วยความจำที่สามารถบันทึกค่า และเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB พอร์ตได้ จากการทดสอบจำนวน 45 ครั้ง เทียบกับเครื่องมือวัดสอบเทียบมาตรฐานพบว่าผลที่ได้มีความเที่ยงตรง โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 0.05 mg/L ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ เกิดจากปัจจัยของ Noise และปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลให้ลมหายใจเจือจางลงโดยเฉลี่ย 0.6

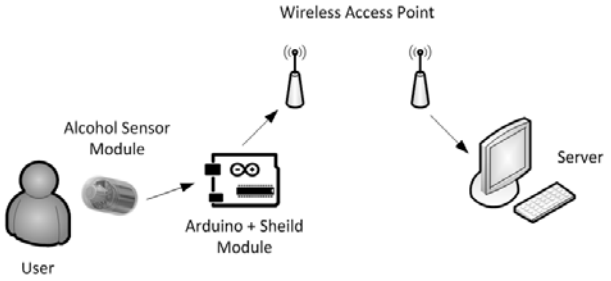
Sakakibara และคณะ [10] ได้ทำการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจรูปแบบใหม่ โดยไม่ต้องใช้ปากเป่าลมหายใจในการตรวจสอบ เนื่องจากลมหายใจออกของผู้ถูกตรวจสอบจะถูกดูดเข้าไปโดยพัดลม (Suction Fan) แทนการเป่า ซึ่งกรณีนี้ในการสอบเทียบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์

จะไม่มีผลกระทบที่เกิดจากความไม่ร่วมมือของผู้ถูกตรวจสอบ ในการขั้นตอนตรวจสอบนั้นจะทำการวัดค่าปริมาณของระดับออกซิเจนไปพร้อมกันกับปริมาณของแอลกอฮอล์ ซึ่งในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครพบว่าเครื่องตรวจสอบรูปแบบใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ สามารถวัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้สะดวกรวดเร็วกว่า และมีความถูกต้องเที่ยงตรงไม่แตกต่างจากเครื่องวัดแบบที่ต้องใช้ปากเป่า

Wagiran และคณะ [11] ได้พัฒนาเครื่องตรวจสอบปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจและการรั่วไหลของก๊าซในลักษณะของ Multiple Detector System ที่พัฒนาง่าย ต้นทุนต่ำ และมีขนาดเล็ก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F84 และ Gas Sensor TGS822 มีการแสดงผลของการวัดเป็นข้อความเตือนบนจอ LCD ในการทดสอบนั้นจะใช้ก๊าซบิวเทนที่ได้จากบุหรี่และลมหายใจของกลุ่มตัวอย่างที่ดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งพบว่าผลการวัดที่ได้มีความเที่ยงตรงในระดับที่ยอมรับได้ หากต้องการปรับให้ค่ามีความละเอียดขึ้น จะใช้การสอบเทียบร่วมกับเครื่องมือวัดที่ได้มาตรฐาน แล้วทำการปรับระดับของสัญญาณที่ป้อนให้กับ PIC จนแสดงผลได้ค่าที่ถูกต้องตรงกัน

3. รายละเอียดการพัฒนา

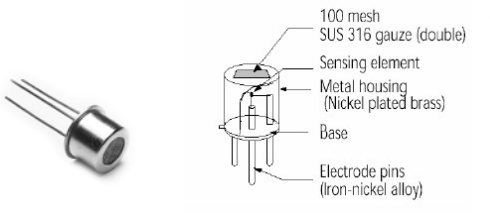
ระบบการทำงานจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เซิร์ฟเวอร์ และส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 2: ภาพรวมของระบบ Blow2Safe ที่ถูกพัฒนา

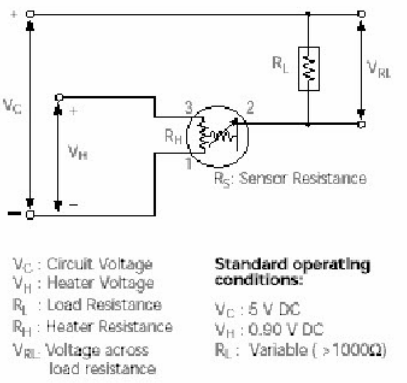
1) เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในระบบประกอบไปด้วยโหนดเซ็นเซอร์และโหนดสถานีฐาน โดยโหนดเซ็นเซอร์จะทำการวัดปริมาณของแอลกอฮอล์จากเซ็นเซอร์ MQ303A แล้วส่งค่ากลับไปยังโหนดสถานีฐาน ซึ่งสร้างจาก Arduino และ Ethernet Shield เพื่อทำการส่งค่าต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทาง Wireless Access Point เพื่อใช้ในการแสดงผลและเก็บบันทึกค่าการตรวจวัด

โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกนำ MQ303A ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์แบบ Semiconductor ที่มีขนาดเล็ก และถูกนำมาใช้งานทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีความเที่ยงตรงในระดับที่ยอมรับได้ ภายในตัวเซ็นเซอร์ประกอบไปด้วย Micro-ball, Heater และ Metal Electrode ถูกบรรจุอยู่ภายใน Mesh Metal Case ซึ่งมีแผ่นตาข่ายเพื่อป้องกันการระเบิดอยู่ด้านบนของเซ็นเซอร์ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: MQ303A Alcohol Sensor [12]

เมื่อจ่ายพลังงานให้กับตัวเซ็นเซอร์ จะส่งผลให้ขดลวดภายในเกิดพลังงานความร้อนเพื่อให้ Sno2 กลายเป็นสารกึ่งตัวนำ เกิดอิเล็กตรอนไหลเวียน เมื่อมีแอลกอฮอล์มากระทบกับอิเล็กตรอนจะทำให้แอลกอฮอล์เผาไหม้เป็นกรดอาเซติก (Acetic Acid) เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น หากมีแอลกอฮอล์มาก ปริมาณของกระแสไฟฟ้าก็จะมากตามไปด้วย



ภาพที่ 4: Standard Circuit ของ MQ303A [12]

2) เซิร์ฟเวอร์ จะรับค่าการวัดที่ถูกส่งมาจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายผ่านทาง Wireless Access Point เพื่อนำค่าที่ได้มาประมวลผลและบันทึกเก็บค่าไว้เป็น Log File



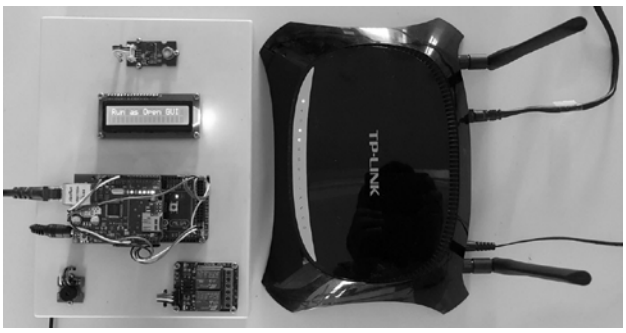
ภาพที่ 5: โปรแกรม WSN Monitoring

3) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน หรือ WSN Monitoring นั้น จะถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C# เพื่อเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและคอมพิวเตอร์ให้สามารถสื่อสารกันได้ผ่านทาง Wi-Fi จากนั้นจึงทำการรับค่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ ซึ่งถูกส่งมา นำไปแสดงผลค่า พร้อมทั้งเก็บบันทึกเป็น Log File ลงบนฐานข้อมูล

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบนั้น ใช้อุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) จำนวน 2 ชุด โดยในการทดลองครั้งแรกติดตั้งอุปกรณ์ห่างกัน 10 เมตร โดยวัดจาก Wireless Access Point ที่เชื่อมต่อกับโหนดเซ็นเซอร์ ไปถึง Wireless Access Point ที่เชื่อมต่อกับฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นทดสอบการวัดค่าปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ทราบค่า โดยให้ผู้ถูกทดสอบทำการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดกับเครื่องมือวัดแอลกอฮอล์ในลมหายใจมาตรฐานก่อน แล้วจึงวัดด้วย Blows2Safe จำนวน 10 ครั้ง จากนั้นจึงเพิ่มระยะห่างของอุปกรณ์ขึ้นเป็นลำดับ ครั้งละ 10 เมตร ทำการทดลองซ้ำ จนระยะห่างของระบบเท่ากับ 50 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ว่าเป็นระยะหวังผลสูงสุดของระบบ



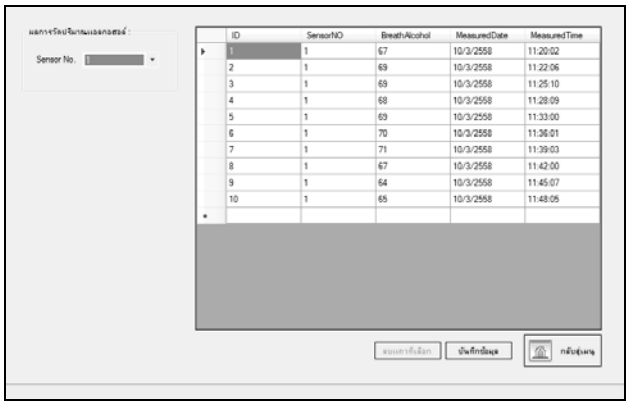
ภาพที่ 6: ต้นแบบ Blow2Safe ที่พัฒนาขึ้น

4.2 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบ Blows2Safe

Node Sensor	ระยะ (m)	ค่าที่วัดจากอุปกรณ์มาตรฐาน (mg%)	ค่าเฉลี่ยที่วัดจาก Blows2Safe (mg%)	เปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อน
1	10	65	67.9	4.46
	20	66	68	3.03
	30	65	67.8	4.31
	40	65	67.4	3.69
	50	64	67.3	5.16
2	10	70	72.3	3.29
	20	71	72.5	2.11
	30	70	72	2.86
	40	72	74.1	2.92
	50	71	72.9	2.68

เมื่อระบบเริ่มต้นการทำงาน เครื่องต้นแบบ Blows2Safe จะรันโปรแกรมที่อยู่ภายใน Arduino เพื่อติดต่อกับเซ็นเซอร์ โดยเปิดพอร์ตทางด้าน Analog Input เพื่อใช้ในการรับค่าเข้ามา แล้วส่งข้อมูลต่อไปยังโหนดสถานีฐาน เมื่อข้อมูลถูกส่งมาถึงโปรแกรมใน Arduino จะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงฐานข้อมูล โดยสามารถแสดงผลลัพธ์ของการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้ทั้งบนจอ LCD ของโมดูล Arduino หรือส่งค่ามาแสดงผลบน WSN Monitoring ทางด้านเซิร์ฟเวอร์นั้น โปรแกรม WSN Monitoring จะต้องทำการเชื่อมต่อตัวเองเข้าระบบเครือข่ายด้วย IP Address เสียก่อน เพื่อให้สามารถสื่อสารข้อมูลกับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายผ่าน Wireless Network ได้



ภาพที่ 7: ผลการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย Blows2Safe ที่พัฒนาขึ้น

5. สรุปผลการวิจัย

ระบบ Blows2Safe ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ สามารถตรวจวัดค่าปริมาณแอลกอฮอล์จากจุดตรวจสอบในระยะไกลได้ โดยในการทดลองพบว่า แม้จะมีการเพิ่มระยะห่างระหว่างโหนดเซ็นเซอร์

และโหนดสถานีฐานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับจนถึงระยะหวังผลสูงสุดของระบบที่ 50 เมตรแล้วนั้น การสื่อสารระหว่างโหนดเซ็นเซอร์และโหนดสถานีฐานยังคงสามารถเชื่อมต่อและทำการวัดค่าแสดงผลได้ตามปกติ จากการทดลองพบว่าระบบที่พัฒนานี้มีเปอร์เซ็นต์ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 ซึ่งนับว่ามีผลการวัดเที่ยงตรงในระดับที่ยอมรับได้เมื่อเทียบผลกับเครื่องมือวัดมาตรฐานทั่วไป ในส่วนของการใช้งานนั้น นอกจากผลการวัดที่แสดงบนจอแสดงผลที่เครื่องต้นแบบแล้ว ผู้ใช้ยังสามารถตรวจสอบค่าของการวัดผ่านทางโปรแกรม WSN Monitoring ได้ หรือหากต้องการนำข้อมูลเดิมที่ถูกวัดไปแล้วมาทำการวิเคราะห์ผลก็สามารถกระทำได้ เพียงนำค่าที่เก็บไว้ใน Log File มาใช้งาน นอกจากนี้ระยะห่างของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยังสามารถเพิ่มระยะทางได้โดยการใช้ Wireless Access Point ที่มีประสิทธิภาพและกำลังส่งที่สูงขึ้น

แนวทางการนำต้นแบบระบบ Blows2Safe ไปใช้จริงเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน คือ พัฒนาชุดตรวจวัดให้มีขนาดเล็กลง แล้วเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับโหนดเซ็นเซอร์ที่จะถูกนำมาเพิ่มเติมได้ในจำนวนมากขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่รัฐสามารถทำการวัดระดับปริมาณแอลกอฮอล์ในกลุ่มผู้ต้องสงสัยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาอันสั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดกรองผู้เมาสุรา ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงการปรับปรุง User Interface ของโปรแกรม WSN Monitoring ให้สามารถแสดงและวิเคราะห์ผล รวมถึงการจัดพิมพ์เอกสารรายงานที่สามารถตรวจสอบได้ เพื่อสร้างความโปร่งใสในการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าพนักงาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนมที่ให้การสนับสนุนสถานที่ ตลอดจนอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทักษพล ธรรมสี, ประพักตร์ เนรมิตพิทักษ์กุล, กมลา วัฒนาพร, “ผลการศึกษาแอลกอฮอล์กับการบาดเจ็บในช่วงเทศกาลวันหยุดยาวเมื่อเทียบกับช่วงปกติ,” ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา, 2554.

[2] กองรังสีและเครื่องมือแพทย์, “การวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ,” กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2546.

[3] Arduino S.r.l, “What is Arduino?,” http://arduino.cc/en/Guide/Introduction, 2014.

[4] A. HAFESJI, “ The different types of Arduino boards,” http://ahmed.hotglue.me/?arduino/, 2014.

[5] P. Baronti, P. Pillai, V. Chook, S. Chessa, A. Gotta, Y. Fun Hu, “Wireless sensor network: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and Zigbee standard,” *Computer Communication in Wire/Wireless Internet Communications*, Vol.30, No.7, May 2007, pp. 1655-1695.

[6] ฐิติรัตน์ ศรีสวัส, “การสร้างเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจแบบตัวเลข,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, เชียงใหม่, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

[7] สาธิตา ศักดิ์วิเศษ, “ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[8] สุวิทย์ วงศ์ศิลา, “การสร้างและการทดสอบเครื่องวัดปริมาแอลกอ-ฮอล์ในลมหายใจแบบพกพา,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, เชียงใหม่, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

[9] B. Hök, H. Pettersson, A. Andersson and S. Haasl, “Breath Analyzer for Alcolocks and Screening Devices,” *IEEE SENSORS JOURNAL*, Vol.10, No.1, Jan 2010, pp. 10-15.

[10] K. Sakibara, T. Taguchi, A. Nakashima and T. Wakita, “ Development of a New Breath Alcohol Detector without Mouthpiece to Prevent Alcohol-Impaired Driving,” *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*, Sep 22-24, 2008, Columbus, OH, USA, pp. 229-302.

[11] R. Wagiran, A. Chong and I. Ahmad, “Development of a Simple In Situ Instrumentation for Detection of Breath Alcohol and Gas Leak ,” *Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics*, Dec 19-21, 2002, Penang, Malaysia, pp. 470-474.

[12] Seeed Technology Limited, “ Alcohol Sensor MQ303A,” http://www.seeedstudio.com/document/pdf/MQ303A.pdf, 2014.

การกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด

Fairness Bandwidth Allocation for Control of Multiple Internet Connections with Max-Min Usage Threshold Policy

เกศสุดา คำลือวงค์(Kassuda Kamluewong)[1] อธิคม ศิริ(Atikhom Siri)[2]
ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์(Thanawut Thanavanich)[3] และกมล บุญล้อม(Kamol Boonlom)[4]
ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์
สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
[1]kassuda_j@hotmail.com, [2]atikhom.s@gmail.com, [3]thanawut.cru@gmail.com, [4]kamol.b@yahoo.com

บทคัดย่อ

การกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด เป็นวิธีแก้ไขปัญหาการใช้งานการเชื่อมต่อแบบทวีคูณโดยการทำงานกำหนดนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด ปรับค่าแบนด์วิธของเครื่องลูกข่ายที่ใช้งานสูงสุดลงตามความเหมาะสมเพื่อให้เกิดความยุติธรรมโดยใช้เทคนิคการลดลงแบบขั้นบันได การทดลองทำการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะการใช้งานค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่าย ซึ่งผลการทดลองพบว่าค่าผลต่างของแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่ายใน 120 วินาทีแรก การใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่าเฉลี่ย 35.22% และการกำหนดแบนด์วิธกำหนดอัตราการลดที่ 5%, 10%, 15% มีค่าเฉลี่ยที่ 18.15% ,14.22% และ 9.48%

คำสำคัญ: สมรรถนะเน็ตเวิร์ก จัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณ

Abstract

A problem of assigning a bandwidth network not considers a fairness of usage from multiple Internet connections environment, which leads to inefficient use of Internet application. One of solution for solving this problem is to allocate bandwidth network with the max-min usage threshold policy, considered a fairness of allocating bandwidth network. The objective of the proposed method is to suitably adjust a client bandwidth with step-down decreasing technique. The experimental results show that the technique can improve an average of network utilization at 18.15, 14.22 and 9.48 percent from the determined bandwidth set with decreasing ratio of 5, 10, and 15 percent respectively.

Keywords: Network Utilization, Network Controller, Multiple Internet Connections.

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานบริการบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีบริการเว็บที่หลากหลายเป็นที่นิยมต่อการใช้งานทางด้านต่างๆ รวมทั้งการดาวน์โหลดไฟล์ซึ่งมีคุณลักษณะการเชื่อมต่อโดยสามารถระบุตำแหน่งการดาวน์โหลด ส่งผลให้การใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีอัตราที่สูง จึงทำให้ทรัพยากรแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่พอใช้งานทำให้เกิดการแย่งการใช้งานระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย จากการใช้งานที่มากของผู้ใช้รายหนึ่งอาจจะทำให้เกิดผลเสีย ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานรายอื่นที่เข้าใช้งานภายหลัง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการใช้งานที่ช้าหรือเข้าใช้งานไม่ได้เลยตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด เพื่อส่งเสริมการจัดการบริหารทรัพยากรแบนด์วิธที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้งานทุกคนให้ได้ใช้งานบริการบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยมีสิทธิการใช้งานที่ยุติธรรมยิ่งขึ้น และไม่เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้งานมากนัก

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การบริหารจัดการแบนด์วิธ (Bandwidth Management) ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือ การจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยพิจารณาจากสองส่วนหลัก คือ การลำดับความสำคัญของผู้ใช้งานโดยแยกกำหนดตามประเภทเว็บเซอร์วิส แอพพลิเคชั่นต่างๆ และการกำหนดสิทธิตามผู้ใช้งานในแต่ละราย เพื่อให้การส่งข้อมูลในเครือข่ายถูกควบคุมตามที่กำหนด (Quality of Service) [13]

การจัดการแบนด์วิธปัจจุบันมีรูปแบบการจัดการที่หลากหลายทั้งการจัดการแบนด์วิธแบบคงที่ (Static) ซึ่งเป็นการกำหนดค่าแบนด์วิธในอัตราที่เหมาะสมเท่ากัน ค่าการใช้งานคงที่ แต่ค่าสมรรถนะในระบบอาจใช้ได้อย่างไม่คุ้มค่าในกรณีมีจำนวนผู้ใช้งานน้อย และการจัดการแบนด์วิธแบบพลวัต (Dynamic) แบ่งตามสัดส่วนพบว่าการใช้งานมีผลที่เท่าเทียมกันแต่เมื่อพิจารณาจากการใช้งานจริง พฤติกรรมการใช้แตกต่างกัน อัตราการใช้งานในแต่ละรายไม่สามารถเพิ่มค่าสมรรถนะให้สูงขึ้นได้

รูปแบบการบริหารจัดการแบนด์วิธ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ Elastic utility การจัดการที่มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานตามแอปพลิเคชั่น, Real-time utility การจัดการในรูปแบบเรียลไทม์ซึ่งเกิดอัตราการลงอย่างรวดเร็ว, Rate-adaptive utility เป็นรูปแบบการปรับตัวแบบเรียลไทม์ตามอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูล และStepwise utility การปรับค่าตามลำดับในลักษณะของขั้นบันได ซึ่งเป็นวิธีที่ได้นำมาศึกษาในงานวิจัย โดยอัตราการลดลงของการจัดการแบนด์วิธผู้ใช้งานสูงสุด มีอัตราที่ลดลงอย่างต่อเนื่องแบบขั้นบันได [4]

การบริหารจัดการควบคุมปริมาณแบนด์วิธ (Traffic Control) เป็นวิธีการจัดการวิธีหนึ่ง โดยมีระบบคิวแบบการเข้าก่อนออกก่อน เข้ามาทีหลังออกทีหลัง คำสั่งประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนดังนี้ 1) Queuing Discipline (qdisc) ทำหน้าที่บริหารจัดการข้อมูลที่เข้ามาในคิวและส่งข้อมูลออกจากคิวของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามลำดับที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง qdisc 2) Class ทำหน้าที่โดยกำหนดคลาสแต่ละประเภทตามความเหมาะสมการใช้งาน, จำนวนค่าแบนด์วิธ ซึ่งคำสั่งของ class นั้นประกอบไปด้วยกฎที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 3) Filter ทำหน้าที่นำข้อมูลส่งไปทำงานตามกฎของ class โดยกำหนดหมายเลขไอพีให้ส่งไปยังกฎของ class เพื่อกำหนดสิทธิของผู้ใช้แต่ละราย [9]

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบค่าปริมาณแบนด์วิธ (Traffic Monitor) ในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาคือ iftop ซึ่งสามารถอ่านค่าปริมาณแบนด์วิธการรับส่งข้อมูลทั้งขาเข้า และขาออก ไอพีต้นทาง ไอพีปลายทางโดยสามารถอ่านค่าความเร็วในแต่ละช่วงเวลาที่ 2, 10, 40 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ในเรื่องของการตรวจสอบค่าการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายได้ [5]

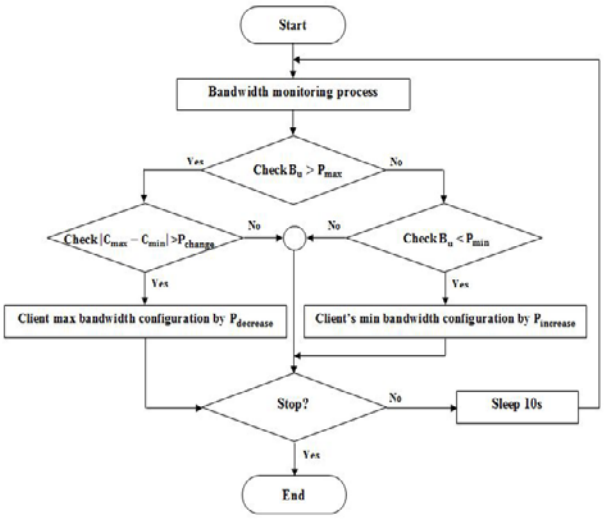
จากการศึกษาผลงานวิจัยเรื่องการเพิ่มสมรรถนะสูงสุดของการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตโดยเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ พบว่าเป็นวิธีการจัดการกำหนดค่าแบนด์วิธโดยเพิ่มสมรรถนะการใช้งานสูงสุดตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายซึ่งคำนึงถึงค่าต่ำสุด สามารถเพิ่มอัตราค่าการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแต่ละรายได้ แต่ไม่สามารถควบคุมปัญหาการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาการกำหนดแบนด์วิธด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุดควบคุมพฤติกรรมและลดการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่มีการใช้งานสูงเพื่อให้มีอัตราค่าแบนด์วิธของแต่ละผู้ใช้งานที่ใกล้เคียงอย่างยุติธรรมและมีค่าสมรรถนะการใช้งานที่เต็มประสิทธิกว่า [12]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด เมื่อระบบเริ่มต้นการทำงานระบบทำการตรวจสอบค่าการใช้งานแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Bandwidth Monitoring Process) หากค่าแบนด์วิธมีค่าการใช้งานเกินค่านโยบายระดับกั้นค่าสูงสุด (Maximum Threshold Policy) ระบบจะทำการตรวจสอบค่าผลต่างของแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย หากผลต่างมีค่าเกินที่กำหนด

ให้ทำการเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่มีค่าแบนด์วิธสูงสุดเพื่อกำหนดการใช้งานค่าแบนด์วิธ แต่หากค่าแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือค่าผลต่างการใช้งานระหว่างเครื่องลูกข่ายมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดให้ทำการตรวจสอบการหยุดทำงาน

ส่วนค่าแบนด์วิธรวมที่มีค่าต่ำกว่านโยบายระดับกั้นค่าต่ำสุดให้ทำการคืนค่าแบนด์วิธของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ถูกจำกัดการใช้งานมีค่าการใช้งานต่ำสุด และหากไม่มีการหยุดการทำงานให้กลับไปทำงานในส่วนของขั้นตอนการตรวจสอบแบนด์วิธ โดยระบบจะทำงานทุกๆ 10 วินาที หากหยุดการทำงานให้สิ้นสุดการทำงาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด

โดยกำหนดให้

$$B_u = \sum_{computer\ i} C_i \quad (1)$$

$$C_{max} = \max(C_1, C_2, \ldots, C_i) \quad (2)$$

$$C_{min} = \min(C_1, C_2, \ldots, C_i) \quad (3)$$

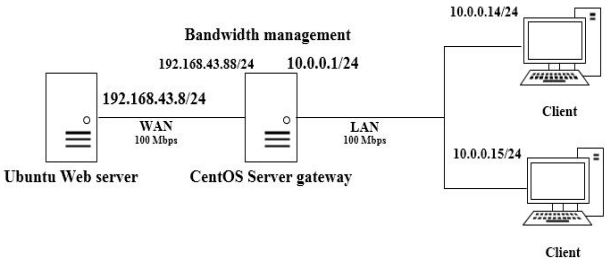
$$P_{decrease} = C_{max} - (C_{max} \times P_{change}) \quad (4)$$

$$P_{increase} = C_{max} + (C_{max} \times P_{change}) \quad (5)$$

P_{max} (Maximum Threshold Policy) คือ ค่าร้อยละนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุด, จากสมการที่ (1) B_u คือ ค่าผลรวมการใช้งานแบนด์วิธของเครื่องลูกข่ายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์, P_{min} (Minimum Threshold Policy) คือ ค่าร้อยละของนโยบายระดับกั้นค่าต่ำสุด, สมการที่ (2) C_{max} (Client Bandwidth Max) คือค่าแบนด์วิธสูงสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย, สมการที่ (3) C_{min} (Client Bandwidth Min) คือค่าแบนด์วิธต่ำสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย, P_{change} คือค่าร้อยละการกำหนดแบนด์วิธอัตราการลดลง (Allocation Multiple Connections), สมการที่ (4) $P_{decrease}$ คือค่ากำหนดแบนด์วิธโดยเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้งานสูงสุด, และสมการที่ (5) $P_{increase}$ คือ ค่ากำหนดการคืนค่าแบนด์วิธที่ถูกจำกัดการใช้งาน เมื่อการใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดต่ำสุดของระบบ

3.1 การทดลอง

การทดลองกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์มีการเชื่อมต่ออยู่สองส่วน คือ ส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายภายนอก (WAN) โดยเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ทำหน้าที่ในการให้บริการเว็บ และส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) โดยทำการกำหนดไอพีแอดแดรส คือ 192.168.43.88 และ 10.0.0.1 2) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์โดยมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดแอดแดรส คือ 192.168.43.8 3) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 2 เครื่อง โดยทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์ ซึ่งมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดไอพีแอดแดรส คือ 10.0.0.14 และ 10.0.0.15 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: รูปแบบการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณด้วยนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุด

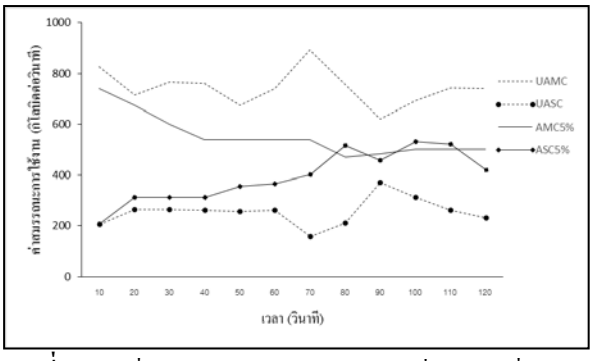
การเชื่อมต่อในการทดลองกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีไฟล์ทั้งหมด 2 ไฟล์ โดยส่งขนาดไฟล์ 1 จิกะไบต์ กำหนดความเร็วแบนด์วิธที่ 1 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีการร้องขอดาวน์โหลดไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์เซิร์ฟเวอร์ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายดาวน์โหลดไฟล์ต่างกัน โดยทำการดาวน์โหลดไฟล์ทั้ง 2 เครื่อง แบ่งการใช้งานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้โปรแกรมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณ (Multiple Internet Connections) ใช้ชื่อย่อ MIC ในการดาวน์โหลดโดยกำหนดค่าการเชื่อมต่อที่ 1, 2, 4, 8 และ16 เครื่อง และส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายทำการดาวน์โหลดปกติผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Single Internet Connections) โดยกำหนดช่วงเวลาบันทึกผลทุกๆ 10 วินาที

การทดลองกำหนดนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ 80% และ 20% แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un Allocation Multiple Connections) และการทดลองการกำหนดแบนด์วิธโดยแบ่งการควบคุมอัตราการลด (Allocation Multiple Connections) 3 ส่วน คือ 5%, 10% และ 15% ของนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดควบคุมดังสมการที่ (4) และ (5)

4. ผลการดำเนินงาน

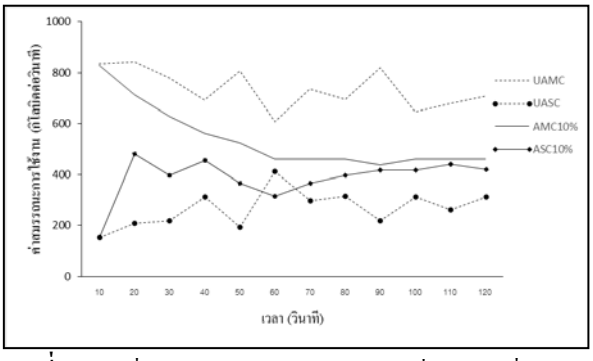
ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 เครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการกำหนดแบนด์วิธแสดงผลการใช้งานที่เวลา 10-120 วินาที และส่วนการกำหนดแบนด์วิธแสดงผลค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 ค่าเฉลี่ยจาก 10-120 วินาที โดยผลการทดลองทั้งสองส่วนแสดงผลการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธเพื่อการเปรียบเทียบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยแบ่งเส้นกราฟออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบทวีคูณโดยไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un Allocation Multiple Connections) ใช้ชื่อย่อ UAMC 2) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบปกติโดยไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un Allocation Single Connections) ใช้ชื่อย่อ UASC 3) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบทวีคูณโดยกำหนดแบนด์วิธ (Allocation Multiple Connections) ใช้ชื่อย่อ AMC 4) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบปกติโดยกำหนดแบนด์วิธ (Allocation Single Connections) ใช้ชื่อย่อ ASC

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 4 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และช่วงเวลาที่ 80-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 3



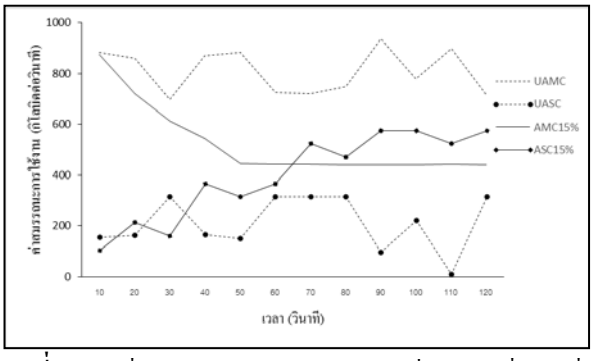
ภาพที่ 3: การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 4 เครื่อง โดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 8 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และช่วงเวลาที่ 70-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4



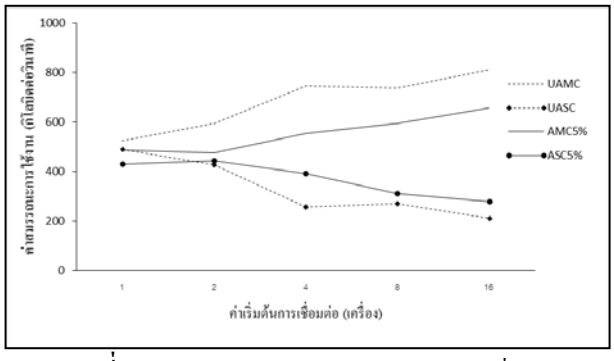
ภาพที่ 4: การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 8 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10%

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 16 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องและช่วงเวลาที่ 60-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 5



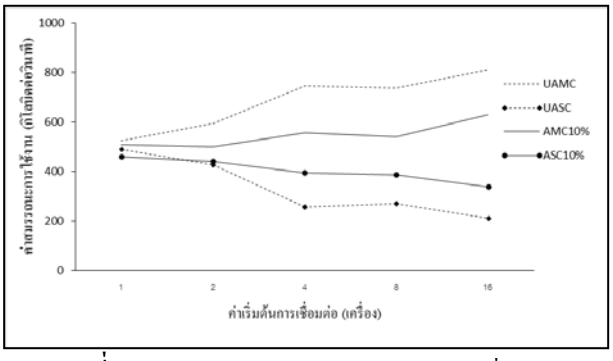
ภาพที่ 5: การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 16 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ ดังภาพที่ 6



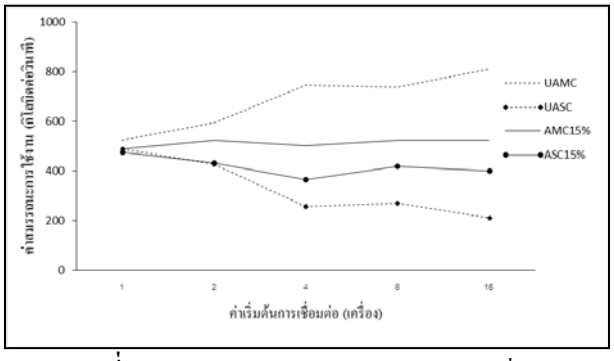
ภาพที่ 6: การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% พบว่าค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15%

5. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลองการจัดการแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยการสรุปผลการทดลอง 4 ส่วน คือ ส่วนการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ และส่วนการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%, 10% และ 15% พบว่า จากการสรุปค่าผลต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดปกติและการเชื่อมต่อแบบทวีคูณกำหนดค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 เครื่อง ค่าเฉลี่ยของการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่า 3.48%, 16.99%, 48.90%, 46.78% และ59.94% ค่าเฉลี่ยรวม 35.22%, การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% มีค่า 5.67%, 3.10%, 15.88%, 28.32% และ 37.80% ค่าเฉลี่ยรวม 18.15% การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่10%

มีค่า 4.78%, 5.68%, 16.33%, 15.28% และ 29.05% ค่าเฉลี่ยรวม 14.22% และการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% มีค่า 1.20%, 9.23%, 13.71%, 10.57% และ 12.71% ค่าเฉลี่ยรวม 9.48% ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปค่าผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

MIC (เครื่อง)	ผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (%)			
	UAMC	AMC(5)	AMC(10)	AMC(15)
1	3.48	5.67	4.78	1.20
2	16.99	3.10	5.68	9.23
4	48.90	15.88	16.33	13.71
8	46.78	28.32	15.28	10.57
16	59.94	37.80	29.05	12.71
เฉลี่ย	35.22	18.15	14.22	9.48

จากผลการทดลองเมื่อกำหนดแบนด์วิธตามค่าดังกล่าว หากให้ค่าควบคุมอัตราการลดที่สูงขึ้นจะช่วยลดเวลาการใช้งานที่ไม่ยุติธรรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ค่าแบนด์วิธสูงให้ต่ำลงเร็วกว่าตามลำดับ ซึ่งสามารถปรับค่าลดระดับตามความเหมาะสมของระบบ เนื่องจากการเชื่อมต่อบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่หลากหลาย หากระบบมีค่าการใช้งานแบนด์วิธสูง มีการใช้งานค่าแบนด์วิธที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานรายอื่น ระบบสามารถปรับค่าสรรถนะการใช้งาน เพื่อคืนสิทธิการใช้งานต่อผู้ใช้ทุกรายได้อย่างยุติธรรมยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] A.Buecker, K.Browne, L.Foss, J.Jacobs, V.Jeremic, C.Lorenz, C.Stabler, J.Herzele, “Multiple Internet Connections” *IBM Security Solutions Architecture for Network, Server and Endpoint*, pp.399-461, February 2011.

[2] A.Konig, A.Dengel, K.Hinkelmann, K.Kise, J.Howlett, and C.Jain, “Bottleneck Flow Control” *Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, New York, pp.178-189, 2011.

[3] B.Anjum, G. Perros, “Bandwidth Allocation” *Bandwidth Allocation for Video Under Quality of Service Constraints* USA, pp.28-46, 2015.

[4] J.Filipe and J.Cordeiro, “Stepwise” *Enterprise Information Systems*, Portugal, pp.163-855, 2009.

[5] J.D.Pascual, Y.Shavitt add S.Uhlig. “Traffic Monitoring” *Traffic Monitoring and Analysis*. pp. 22-63, 2011.

[6] K.Orlando, D.Frueh, D.Angelo, L.Dean, “Threshold Policy” *SAN Storage Performance Management Using Tivoli Storage Productivity Center*, pp.91-117, 2011.

[7] K. Chandrasekaran, “Survey on transport control in data center networks” *Essentials of Cloud Computing*, pp.26-269, 2015.

[8] M.Schubert and H.Boche, "Allocation and Transceiver" *QoS-based Resource Allocation and Transceiver Optimization*, vol 2, no.6, pp.383-529, 2006.

[9] R.Rosen, “Traffic Control”, *Linux Kernel Networking: Implementation and Theory*, pp.509-595, 2013

[10] S.Stidham “a new approach to performance-oriented flow control” *Optimal Design of Queueing Systems*, pp.22-188, 2010.

[11] S.Sethi, Y.Hnatyshin, “ABR” *The Practical OPNET User Guide for Computer Network Simulation*, pp.346-482, 2013.

[12] เกศสุดา คำลือวงค์ และอธิคม ศิริ, “การเพิ่มสมรรถนะสูงสุดของการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตโดยเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ”, *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยพายัพ* หน้า 398-407, 2015.

[13] เอกชัย ศรีปทุมรีภรณ์, “Bandwidth management” *Bandwidth management บริหารโครงข่ายอย่างมีประสิทธิภาพด้วยตนเอง*, โปรวิชั่น, กรุงเทพฯ, หน้า. 11-36, 2008.

การวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยการใช้ทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

The Analysis of Internet Infrastructure Network by Graph Theory: The Case Study of Internet Infrastructure in Phetchaburi Rajabhat University

วรวุทธิ์ ยิ้มแย้ม(Worawut Yimyam)[1] วีระชัย คอนจอหอ(Veerachai Khonchoho)[2]

และองอาจ อุ่นอนันต์(Aongart Aun-a-nan)[3]

[1]คณะวิทยาการจัดการ [2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

worawut_yimyam@hotmail.com, vekhon@gmail.com, aidedecampc31020@hotmail.co.uk

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเชื่อมต่อของโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีเพื่อค้นหาจุดที่ควรเฝ้าระวังโดยใช้ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) ในการสร้างแบบจำลองเครือข่ายและวิเคราะห์ค่า Degree Centrality (DC) ในการหาปริมาณการเชื่อมต่อหนาแน่น ค่า Betweenness Centrality (BC) ในการหาค่าหา อุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณ (Switch) ที่ทำหน้าที่เป็นสะพาน ที่เชื่อมโหนด และค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณ (Capability: C) แล้วนำค่าทั้งสามมาสร้างแบบจำลองทางเครือข่ายแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า Switch ที่มีค่า DC มากที่สุดคือ จุด It_DS2 อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (DC = 13) ส่งผลให้มีปริมาณการเชื่อมต่อหนาแน่นที่สุด ส่วน Switch ที่มีค่า BC มากที่สุดคือ จุด It_DS2 อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (BC = 0.609524) ส่งผลให้เป็นสะพานที่เชื่อมโหนดมากที่สุด และ Switch ที่มีค่า C มากที่สุดคือ จุด Ind_DS1 อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (C = 0.5) ส่งผลให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากการศึกษาพบว่า Switch ที่มีการเชื่อมต่อและเป็นสะพานเชื่อมต่อที่มากและมีค่าประสิทธิภาพน้อยควรเป็นจุดที่ควรเฝ้าระวังหากมีความเสียหายควรมีมาตราการรองรับ

คำสำคัญ: ทฤษฎีกราฟ ศูนย์กลาง ค่าประสิทธิภาพ โครงสร้างพื้นฐานระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

Abstract

The objectives of this research are to study and analyze the internet network system of Phetchaburi Rajabhat University. The research tools were the Graph Theory and the software "Pajek" to simulate network and analyze connected network which is known as Switches. Three measures were used to analyze the network: 1)Degree Centrality (DC) was employed to investigate connection density of switches, 2)Betweenness Centrality (BC) was used to investigate center of network, and 3)Capability (C) was employed to measure values capability of switches. The results showed that the highest value of Degree Centrality and Betweenness Centrality is It_DS2 point Information Technology Building (DC = 13, BC = 0.609524), the highest value of Capability is Ind_DS1 point Industry Technology Building (C=0.5). The study found that the most important switch is Information Technology Building.

Keywords: Graph Theory, Complex Network Theory, Degree Centrality, Betweenness Centrality.

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญต่อหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อใช้การค้นหาข้อมูลติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กรทำให้สร้างความได้เปรียบในการแข่งขันหลายด้าน เช่น ด้านธุรกิจการค้า

ด้านธุรกิจการเงิน ด้านอุตสาหกรรมและด้านการศึกษา ให้สามารถดำเนินการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ทั้งนี้ในด้านการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ มีการกำหนดแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา (พ.ศ. 2554 – 2556) [1] โดยมีกำหนดยุทธศาสตร์ในด้านการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของการศึกษาให้มีเอกภาพและสามารถบูรณาการสารสนเทศเพื่อการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยความสำคัญข้างต้น มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จึงต้องมีการพัฒนาเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ ในการพัฒนาเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำเป็นต้องมี อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่าย เช่น อุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณแบบ Access Switch และอุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณแบบ Distribution Switch เป็นจำนวนมาก และจำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่าย อุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เป็น Distribution Switch เดิมที่มีอยู่นั้นมีประสิทธิภาพที่ไม่เท่ากัน ซึ่งบ้างจุดนั้นมีเส้นทางที่เชื่อมต่อกับ Access Switch ที่ไม่เท่ากัน ทำให้ Distribution Switch บางตัว ได้ภาระโหลดของเครือข่ายมากเกินไปกว่าประสิทธิภาพของตัวเองที่มีอยู่

จากปัญหาดังกล่าว ผู้เขียนจึงได้ทำการวิเคราะห์ระบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนและปรับปรุงอุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เป็น Distribution Switch ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ทฤษฎีของกราฟมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัย เพื่อทำการหาความเป็นจุดศูนย์กลาง (Degree Centrality) และความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากการคั่นกลาง (Betweenness Centrality) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพในแต่ละ Distribution Switch ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์ลำดับความสำคัญ Distribution Switch แต่ละตัว เพื่อใช้ในการวางแผนและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ในบทความวิจัยนี้ได้แบ่งเนื้อหาเป็นส่วนดังนี้คือ ส่วนที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 วิธีการดำเนินงาน ส่วนที่ 4 ผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ทฤษฎีเครือข่ายซับซ้อน (Complex Networks)

เครือข่ายซับซ้อน (Complex Network) เป็นเครือข่ายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับระบบธรรมชาติ เช่น ระบบเซลล์ประสาทของสมอง ระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เครือข่ายของเว็บไซต์ เครือข่ายขององค์กร เครือข่ายการตลาดและการแพร่กระจายของไวรัส เป็นต้น โดยมีลักษณะที่มีการเชื่อมโยงกันของเครือข่ายที่ซับซ้อนและไม่สามารถควบคุมได้ ทฤษฎีนี้จึงได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือด้านการแพทย์ เช่น ในการหาเครือข่ายของเชื้อโรคเพื่อหยุดการแพร่กระจายของเชื้อโรค การหาเครือข่ายทางสังคมเพื่อใช้ในการกระจ่ายข่าวสารได้ทั่วถึงที่สุด จากงานวิจัยแบ่งรูปแบบ Complex Network ได้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ Random Network [2], Small-World Network [2], Scale-free Network [2]

2.1.1 เครือข่ายแบบสุ่ม (Random Network) ผู้ที่คิดคือ Erdos และ Renyo (ER) เป็นนักคณิตศาสตร์ ใช้ทฤษฎีกราฟมาแสดงรูปแบบการนำเสนอของเครือข่ายซับซ้อน โดยจะเป็น กราฟแบบสุ่ม (Random Graph) จะกำหนดจุด (Vertices) และเส้นเชื่อมต่อ (Edge) มาและให้ทำการสุ่ม เพราะฉะนั้นจะมีโอกาสที่ Vertices ไม่มีการเชื่อมต่อ

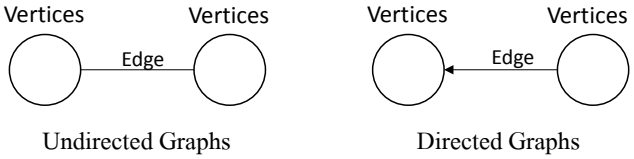
2.1.2 เครือข่ายโลกใบเล็ก (Small-World Network) ผู้ที่คิดคือ Watts และ Strogatz (WS) เป็นรูปแบบหนึ่งของเครือข่ายซับซ้อนใช้แนวคิดจากเครือข่ายสังคมโดยคนที่อยู่ในกลุ่มหรือคนที่ใกล้ชิดจะมีโอกาสรู้จักกันมากกว่าคนที่อยู่ไกลกัน นั้นหมายความทุกคนในกลุ่มของเรานั้นมีโอกาสรู้จักกัน และก็ยังมีโอกาสรู้จักกับคนที่อยู่ไกลกันที่อยู่กลุ่มอื่นได้เช่นกัน กลายเป็นโลกใบเล็ก

2.1.3 เครือข่ายที่มีขนาดไร้ขีดจำกัด (Scale-free Network) ผู้ที่คิดคือ Barabasi และ Albert (BA) เป็นรูปแบบหนึ่งของเครือข่าย คือจะเป็นการกระจายตัวของการเชื่อมโยงจะเป็นไปตาม power-law distribution คือ กระจายตัวแบบเบ้ขวาตามกฎแห่งอำนาจ นั้นหมายความว่า โดยธรรมชาติโหนดที่มีความนิยมมากจะมีอยู่ในปริมาณที่น้อย ซึ่งกลับกัน โหนดที่มีความ

นิยมน้อยจะมีอยู่ปริมาณมาก ดังนั้นในการเพิ่มโหนดใหม่จะพิจารณาโหนดที่มีดีกรีมากเสมอ

2.2 ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory)

ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) เป็นทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมาจากสาขาคณิตศาสตร์และได้นำมาแก้ไขปัญหามากมายในทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ [3] กราฟจะประกอบด้วยจุด (Vertices) และเส้น (Edge) ในการเชื่อมต่อระหว่างจุด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การเชื่อมต่อของกราฟ

จากภาพที่ 1 แสดงการเชื่อมต่อของกราฟ ซึ่งในการแบ่งประเภทของกราฟจากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ กราฟไม่มีทิศทาง (Undirected Graphs) ซึ่งมีการรับส่งข้อมูลสามารถรับและส่งข้อมูลได้ทั้งไปและกลับ และกราฟมีทิศทาง (Directed Graphs) ซึ่งมีการรับส่งข้อมูลสามารถรับและส่งข้อมูลตามทิศทางของหัวลูกศร ในการเขียนนิยามกราฟ นั้นจะอยู่ในรูปของ Set ในทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$G = (V_G, E_G) \quad (1)$$

โดยที่ $E_G \in E_G(V_G)$ ให้ V_G แทนเซตของจุดในกราฟ G และให้ E_G แทนเซตของเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดในกราฟ G

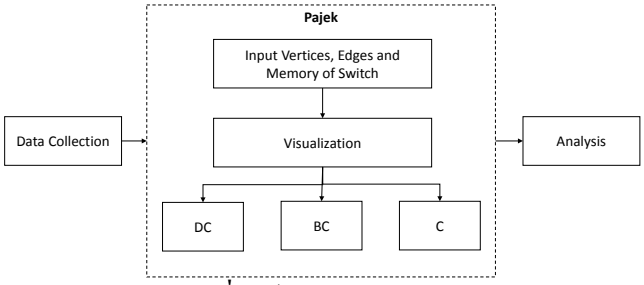
2.3 โปรแกรมปาเจค (Pajek)

โปรแกรม Pajek เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเครือข่าย และใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ โปรแกรม Pajek ถูกสร้างขึ้นมาในปี 1996 โดยนักวิจัยได้นำมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เครือข่าย [4] เช่น วิเคราะห์เครือข่ายความสัมพันธ์คนในองค์กร วิเคราะห์โมเลกุลอินทรีย์เคมี วิเคราะห์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์ด้านการตลาด [5] การวิเคราะห์ความซับซ้อนของเครือข่ายและเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายเชิงพื้นที่ [6] และวิจัยในด้านการแพทย์ในเรื่องของเซลมะเร็ง [7]

จากงานวิจัยต่างๆสรุปได้ว่า โปรแกรม Pajek ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยจำลองข้อมูลเป็นเครือข่าย โดยใช้ ทฤษฎีของกราฟมาวิเคราะห์ข้อมูลรวมกับโปรแกรม Pajek ในลักษณะต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่า การวิเคราะห์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัย ต้องจำลองเครือข่าย โดยใช้โปรแกรม Pajek ในการวิเคราะห์เครือข่าย โดยแทน Switch ที่เป็น Distribution Switch และ Switch เป็น Node และเส้นทางการเชื่อมต่อจาก Distribution Switch กับ Switch เป็น Edge และใช้โปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. วิธีการดำเนินงาน

วิธีดำเนินงานวิจัยสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ค่าค่า Degree Centrality (DC) ค่า Betweenness Centrality (BC) และค่า Capability (C) ได้เตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์คุณลักษณะ การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ปริมาณการเชื่อมต่อหนาแน่น โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานแสดง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ในการศึกษาและรวมรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่าย ที่เป็น Switch และ Core Switch ที่ทำหน้าที่เป็น Distribution Switch โดยที่เชื่อมต่อตามจุดต่างๆ พบว่า มีอุปกรณ์การเชื่อมต่อเครือข่าย ที่เป็น Switch มีทั้งหมด 12 ตัว และที่เป็น Core Switch ทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งใน จำนวน 4 ตัวนั้น มี Core Switch 1 ตัว ที่เป็น Main Switch ซึ่งไม่ได้นำไปใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์ และ Core Switch จำนวน 3 ตัว เป็น Distribution Switch อยู่ตาม อาคารต่าง ๆ ได้แก่ อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาคารคณะวิทยาการจัดการ และ

อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่ง Distribution Switch ทั้ง 3 ตัวนั้น ได้มี Switch ต่าง ๆ เชื่อมต่อ

3.2 สร้างแบบจำลองเครือข่าย (Visualization)

ในการสร้างแบบจำลองเครือข่าย ผู้เขียนได้นำข้อมูล จากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด และใช้โปรแกรม Pajek ในการสร้างแบบจำลองเครือข่าย โดยให้ Distribution Switch ทั้ง 3 ตัวเป็น Node หลัก ที่ใช้ในการพิจารณา และ Switch จำนวน 12 ตัว เป็น Node ที่ใช้ในการต่อเชื่อมกับ Node หลักทั้ง 3 ตัว และสร้างแบบจำลองเครือข่าย

3.3 วิเคราะห์คุณลักษณะ

ในการวิเคราะห์คุณลักษณะใช้ค่า Degree Centrality (DC) ค่า Betweenness Centrality (BC) และค่า Capability (C)

การหาค่า DC เป็นการหาค่าจำนวนสมาชิกใดบ้างที่มีเป็นจุดศูนย์กลางที่มีการเชื่อมโยงมากที่สุด ในทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะหมายถึง ค่าที่มีอุปกรณ์ต่อเชื่อมมากที่สุด จุดนี้จะเป็นจุดที่สำคัญ ถ้าชำรุดไป จะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ [8] โดยมีสมการดังนี้

$$d(i) = \sum_j m_{ij} \quad (2)$$

โดยให้ m_{ij} = 1 ถ้ามีการเชื่อมต่อระหว่างโหนด i และ j หรือ m_{ij} = 0 ถ้าไม่มีการเชื่อมต่อระหว่างโหนด i และ j

การหาค่า BC เป็นการค้นหาสมาชิกตัวใด ที่เป็นสะพานเชื่อมไปยังสมาชิกอื่นๆ ในทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะหมายถึง อุปกรณ์การเชื่อมต่อ (Switch) ที่ยอมให้ อุปกรณ์การเชื่อมต่อ (Switch) อื่น ส่งผ่านข้อมูลกันได้ เปรียบเสมือนสะพานในการเชื่อมกับอุปกรณ์ที่อยู่ห่างไกลกันให้เข้าหากันได้ โดยมีสมการดังนี้

$$BC_u = \sum \frac{\sum \in S_{ij}\delta_l^u}{|S_{ij}|} \quad (3)$$

โดยให้ $\in S_{ij}\delta_l^u$ แทนจำนวนระยะทางที่สั้นที่สุดจาก i ไป j ที่ผานจุด δ_l^u และให้ S_{ij} แทนจำนวนระยะทางที่สั้นที่สุดจาก i ไป j

การหาค่า C วิเคราะห์จากข้อมูลของเครื่อง Switch เช่น Memory หรือ Flash Memory นำมาหาความสัมพันธ์และสร้างสมการใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพ โดยมีสมการดังนี้

$$C_n = \frac{M_n}{Max_{i-j}} \quad (4)$$

โดยให้ M_n คือค่าหน่วยความจำ (Ram) ของ Distribution Switch ตัวที่ n และให้ Max_{i-j} คือค่าหน่วยความจำมากที่สุดของ Distribution Switch ตัวที่ $i-j$

3.4 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์

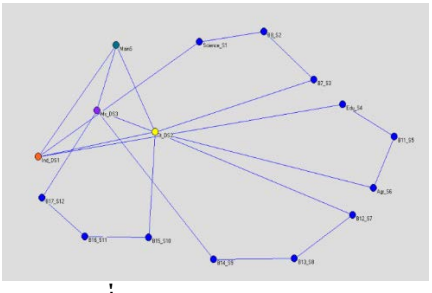
ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากแบบจำลองแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์หา Switch ที่มีปริมาณการเชื่อมต่อหนาแน่น จากค่า DC โดยใช้สมการที่ (2) การวิเคราะห์หา Switch ที่ทำหน้าที่เป็นสะพาน ที่เชื่อมโหนดที่อยู่ห่างกันให้สามารถติดต่อสื่อสารกัน จากค่า BC โดยใช้สมการที่ (3) และการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพจากค่า C โดยใช้สมการที่ (4) เมื่อได้ค่า DC BC และ C แล้วนำค่าทั้งสามมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์

4. ผลการดำเนินงาน

คณะผู้วิจัยได้ทำการจำลองโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์คุณลักษณะ และเปรียบเทียบค่า DC ค่า BC และค่า C

4.1 ผลการจำลองจำลองโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

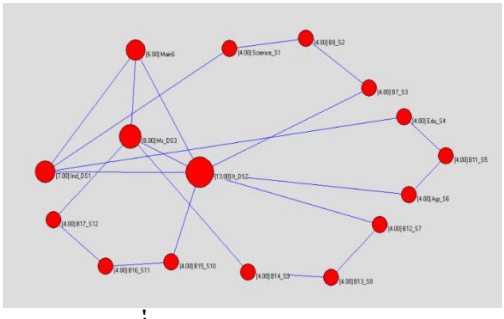
จากการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัย โดยใช้โปรแกรม Pajek ในการสร้างแบบจำลองเครือข่าย โดยให้ความสำคัญกับ Distribution Switch ทั้ง 3 ตัว และแต่ตัวมีความสัมพันธ์กับ Switch แสดงภาพความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการจำลองเครือข่าย

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะ

ตัวอย่างผลการจำลองเครือข่ายโดยใช้ค่า DC ร่วมกับเครือข่าย โดยสามารถแสดงจากค่า DC ที่มีค่ามาก จุดวงกลมจะมีขนาดใหญ่แต่ถ้าค่า DC ที่มีค่าน้อย จุดวงกลมจะมีขนาดเล็ก โดยแสดงดังภาพที่ 4 โดยได้ค่าเฉลี่ยของค่า DC เท่ากับ 9.333 สามารถเรียงลำดับค่า DC จากมากไปน้อย 3 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 4: ตัวอย่างค่า DC ของเครือข่าย

ตารางที่ 1: จุดที่มีค่า DC มากที่สุด 3 อันดับ

Rank	Label	Val
1	It_DS2	13
2	Ms_DS3	8
3	Ind_DS1	7

จากตารางที่ 1 แสดงการเรียงลำดับของค่า DC ซึ่งมีค่ามากที่สุดแสดงถึง Switch ที่มีปริมาณการเชื่อมต่อหนาแน่นมากที่สุดในเครือข่าย คือ จุด iT_DS2 เป็น Switch อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าเท่ากับ 13

ตัวอย่างผลการจำลองเครือข่ายโดยใช้ค่า BC ร่วมกับเครือข่าย โดยสามารถแสดงจากค่า BC ที่มีค่ามาก จุดวงกลมจะมีขนาดใหญ่แต่ถ้าค่า BC ที่มีค่าน้อย จุดวงกลมจะมีขนาดเล็ก โดยแสดงดังภาพที่ 5 โดยได้ค่าเฉลี่ยของค่า BC เท่ากับ 0.35873 สามารถเรียงลำดับค่า BC จากมากไปน้อย 3 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 2



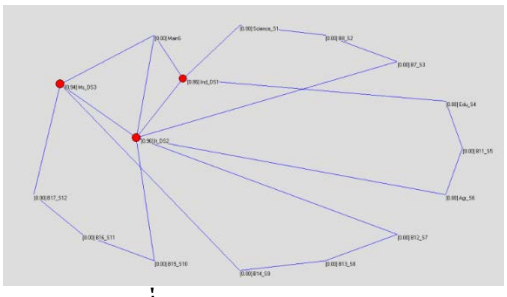
ภาพที่ 5: ตัวอย่างค่า BC ของเครือข่าย

ตารางที่ 2: จุดที่มีค่า BC มากที่สุด 3 อันดับ

Rank	Label	Val
1	It_DS2	0.609524
2	Ms_DS3	0.233333
3	Ind_DS1	0.233333

จากตารางที่ 2 แสดงการเรียงลำดับของค่า BC ซึ่งมีค่ามากที่สุดแสดงถึง Switch ที่ทำหน้าที่เป็นสะพาน ที่เชื่อมโหนดที่อยู่ห่างกันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้มากที่สุดในเครือข่าย คือ จุด iT_DS2 เป็น Switch อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าเท่ากับ 0.609524

ตัวอย่างผลการจำลองเครือข่ายโดยใช้ค่า C ร่วมกับเครือข่าย โดยสามารถแสดงจากค่า C ที่มีค่ามาก จุดวงกลมจะมีขนาดใหญ่แต่ถ้าค่า C ที่มีค่าน้อย จุดวงกลมจะมีขนาดเล็ก โดยแสดงดังภาพที่ 6 โดยได้ค่าเฉลี่ยของค่า C เท่ากับ 0.667 สามารถเรียงลำดับค่า C จากมากไปน้อย 3 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 6: ตัวอย่างค่า C ของเครือข่าย

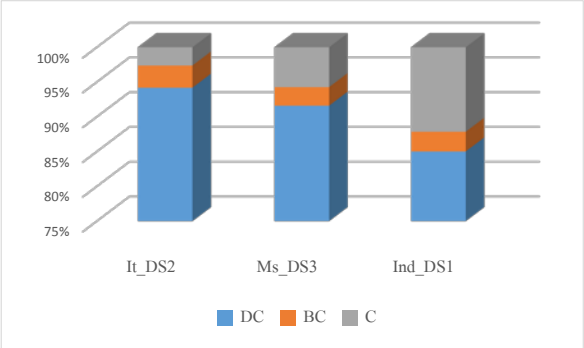
ตารางที่ 3: จุดที่มีค่า C มากที่สุด 3 อันดับ

Order	Label	Memory	Capability
1	Ind_DS1	512 MB	1
2	It_DS2	256 MB	0.5
3	Ms_DS3	256 MB	0.5

จากตารางที่ 3 แสดงการเรียงลำดับของค่า C ซึ่งมีค่ามากที่สุดแสดงถึง Switch ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมาก โดยค่าที่มากที่สุดในเครือข่าย คือ จุด Ind_DS1 เป็น Switch อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีค่าเท่ากับ 1

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าระหว่างค่า DC ค่า BC และค่า C

เมื่อนำทั้งสามค่ามาเปรียบเทียบกันแล้ว พิจารณาค่า DC ในตารางที่ 1 และค่า BC ในตารางที่ 2 จุด It_DS2 อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่ามากที่สุดโดยมีค่า ดังนี้ ค่า $DC_{It\_DS2} = 13$ ค่า $BC_{It\_DS2} = 0.609524$ แต่เมื่อนำมาเทียบกับค่า C ในตารางที่ 3 กลับพบว่าไม่ได้มีค่ามากที่สุด โดยแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: กราฟเปรียบเทียบค่า DC BC และ C

จากภาพที่ 7 นำเสนอได้ว่า Switch ของอาคารใดที่มีค่า DC และค่า BC สูง แล้วมีค่า C สูง จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้ามีค่า DC และค่า BC สูง แล้วมีค่า C ต่ำ จะทำให้ Swatch นั้นรับภาระโหลดงานที่มาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เป็น Distribution Switch ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ทฤษฎีของกราฟมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายทั้ง 3 รูปแบบ มีค่ามากที่สุดคือ Distribution Switch จุด It_DS2 อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศจุดเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าเป็น Distribution Switch ที่มีความสำคัญ เพราะรับภาระหนักในเครือข่าย ดังนั้นในการปรับปรุงอุปกรณ์ ควรที่พิจารณาเป็นลำดับแรก

ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ระบบเครือข่าย โดยใช้ทฤษฎีกราฟ โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบนั้น ในรูปแบบที่ 3 พิจารณาที่ Capability กับ Degree นั้นผู้เขียนเห็นว่า ค่า Capability นั้นพิจารณาที่หน่วยความจำของ Distribution Switch เพียงอย่างเดียว ควรเพิ่มตัวแปรในการคำนวณค่า Capability เช่น Flash Memory เข้าไปเพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อีกทั้งควรเพิ่มค่าทราฟฟิก (Network Traffic) เป็นค่าน้ำหนักของลิงค์และใช้ในการคำนวณด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ, “แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา พ.ศ. 2554 - 2556.” กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว, 2554.

[2] X. F. Wang and G. Chen, “Complex networks: small-world, scale-free and beyond,” *IEEE Circuits Syst. Mag.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–20, 2003.

[3] เกษม นครเขตต์, *เอกสารวิชาการแนวคิดและทฤษฎีเครือข่ายทางสังคม (Social Network Theory)*. นนทบุรี: สำนักงานโครงการสร้างพันธมิตรการสร้างพันธมิตรการสร้างสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.

[4] A. M. Vladimir Batagelj, “Pajek Program for Analysis and Visualization of Large Networks Reference Manual List of commands with short explanation version BE,” 1999.

[5] P. Wang, “Analysis of the Topology Structure of Network of Chinese Stock Market,” in *2012 International Conference on Management of e-Commerce and e-Government (ICMeCG)*, 2012, pp. 403–407.

[6] J. Li and J. Ma, “Complexity and Optimization Analysis of Spatial Network,” in *International Seminar on Future Information Technology and Management Engineering, 2008. FITME ’08*, 2008, pp. 206–209.

[7] X. Tan, T. Tian, and G. Liu, “Features analysis of small-cell lung cancer signal transduction network by method of complex network,” in *BioMedical Information Engineering, 2009. FBIE 2009. International Conference on Future*, 2009, pp. 9–12.

[8] รุจเรขา วิทยาวุฒิกุล และ น้ำทิพย์ วิภาวิน, “การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม กับงานวิจัยทางสารสนเทศศาสตร์,” บรรณศาสตร์ มศว, vol. 5, no. 2, Jan. 2013.

การป้องกันระบบดีเอชซีพีเถื่อนโดยลายมือชื่อดิจิทัลอีซีดีเอสเอ
Rogue DHCP Protection Using Elliptic Curve Digital Signature Algorithm

ธีระศักดิ์ ธงยันต์ (Theerasak Thongyan)[1] และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ (Somnuk Puangpronpitag)[2]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]theerasak.t@msu.ac.th, [2]somnuk.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

Rogue DHCP เป็นภัยคุกคามต่อระบบ DHCP ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งโดยอุบัติเหตุหรือการตั้งใจจู่โจม ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ได้มีข้อเสนอหลายอย่างเพื่อแก้ปัญหานี้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับการพิสูจน์ว่า ใช้ไม่ได้ผลจริง การใช้ลายมือชื่อดิจิทัลเพื่อแก้ปัญหานี้ เป็นแนวทางหนึ่งที่มีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาได้ดี แต่ RFC 3118 ในปี ค.ศ. 2001 ได้ชี้ให้เห็นว่า การใช้ลายมือชื่อดิจิทัลกับระบบ DHCP น่าจะสร้างปัญหาด้านประสิทธิภาพการคำนวณ ดังนั้น ลายมือชื่อดิจิทัล จึงไม่ได้ถูกนำมาแก้ปัญหาเป็นระยะเวลายาวนาน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เชื่อว่าประสิทธิภาพในการคำนวณของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายของระบบ DHCP ได้มีความเร็วเพิ่มขึ้นมากในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา นอกจากนี้ อัลกอริธึม ECDSA ก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาประสิทธิภาพการคำนวณต่ำได้ เมื่อเทียบกับอัลกอริธึมการลงลายมือชื่อดิจิทัลแบบเดิมอย่าง DSA / RSA ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงเสนอวิธีการแก้ปัญหา DHCP เถื่อนด้วยลายมือชื่อดิจิทัลจากอัลกอริธึม ECDSA นอกจากนี้ยังได้พัฒนาต้นแบบและทดลองบนระบบเครือข่ายทดสอบ โดยผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า วิธีที่เสนอมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาสูง และมีปัญหาด้านประสิทธิภาพจากการคำนวณที่ไม่สูงเกินไป จนมีความเป็นไปได้สูงที่จะถูกนำมาใช้งานจริง

คำสำคัญ: ดีเอชซีพีเถื่อน ลายมือชื่อดิจิทัล อีซีดีเอสเอ

Abstract

Rogue DHCP is an intimidating threat to DHCP systems. It can happen both accidentally and intentionally. During the last few years, there have been several proposals to solve this problem. However, most of all proposed solutions have been proven to be ineffective. Applying digital signature to DHCP can be one of the promising solution to this problem. Yet, since 2001, RFC 3118 has suggested that the overhead of the digital signature would make it very inefficient. So, the digital signature solution has been long ignored. However, we believe that the computation powers of DHCP servers/clients have been dramatically increased during the last 14 years. Also, the Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) has a very lightweight overhead comparing to the classical DSA/RSA digital signature. Hence, in this paper, we propose a solution, based on an ECDSA digital signature, to fix the rogue DHCP problem. We have also prototyped our solution and implemented it on a test-bed. The experiments on the test-bed have revealed the high effectiveness of our solution. Furthermore, the overhead of ECDSA seems to be in a level of high possibility to be implemented in the real world.

Keywords: Rogue DHCP, Digital Signature, ECDSA.

1. บทนำ

ระบบจัดสรรหมายเลขไอพีแบบอัตโนมัติ หรือ DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) [1] เป็นมาตรฐานการสื่อสารในระบบเครือข่ายอย่างหนึ่ง ใช้สำหรับจัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรสและค่าอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับเครื่องลูกข่าย ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากอำนวยความสะดวกแก่ผู้ดูแลระบบในการกำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรส ให้กับเครื่องลูกข่าย

แต่ DHCP เป็นระบบที่ทำงานโดยอัตโนมัติ จึงทำให้เกิดปัญหาตามมา คือ ระบบจัดสรรไอพีแอดเดรสเถื่อนในเครือข่าย

หรือที่เรียกว่า “Rogue DHCP” [2] ซึ่งอาจเกิดจากอุบัติเหตุ เช่น การตั้งค่าอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง หรืออาจเกิดจาก malware หรือความตั้งใจจู่โจม เช่น ผู้ไม่ประสงค์ดีจงใจก่อให้เกิดความเสียหายในระบบเครือข่าย คือ เครื่องลูกข่ายได้รับไอพีที่ผิดและทำงานไม่ได้ ที่เรียกว่า DoS (Denial of Services) [3] หรือต้องการแทรกแซงการสื่อสาร (MITM: Man in the Middle) [4] เพื่อดักจับข้อมูล หรืออาจต้องการทำ website hijacking การ browse web ของเครื่องลูกข่าย โดยการหลอกโดเมนเนม (DNS Spoofing) [5]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางการป้องกัน Rogue DHCP ที่ผ่านมายังมีข้อจำกัดบางอย่างที่ เช่น บางงานวิจัยเสนอการใช้ plaintext token เพื่อยืนยันตัวตนระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย DHCP ซึ่งอาจไม่อาจป้องกันได้จริง เพราะ hacker สามารถดักจับ token ดังกล่าวแล้วนำไปใช้ประกอบ Rogue DHCP ได้โดยง่าย [6] บางเทคนิควิธีใช้ shared key ระหว่างเครื่องแม่ข่ายและลูกข่าย DHCP เพื่อคำนวณค่า HMAC ซึ่งอาจรั่วไหลและถูกนำไปใช้ประกอบ Rogue DHCP ได้ง่าย [6] บางวิธีเสนอการพิสูจน์ตัวตนบนพื้นฐานของใบรับรองดิจิทัล ซึ่งเกิด overhead สูง [7-8] บางวิธีเสนอให้เครื่องลูกข่าย DHCP กำหนดค่า IP address ของ DHCP server ซึ่งทำให้สูญเสียคุณสมบัติการทำงานอัตโนมัติที่มีปัญหาการ configure ค่าต่ำ [9] บางข้อเสนอก็ให้ใช้การยืนยันตัวตนกับ ADDS (Active Directory Domain Services) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการซื้อซอฟต์แวร์ของ Microsoft และอาจการยืนยันตัวตนดังกล่าว อาจไม่ใช่ขบวนการที่ต้องการในหลายระบบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Unix-based OS [10]

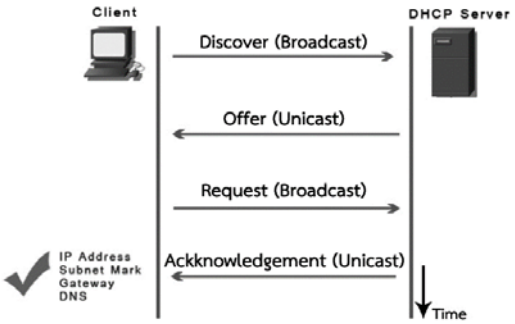
ข้อเสนอในการแก้ปัญหาหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การใช้ลายมือชื่อดิจิทัล เข้ามาประกอบ DHCP ซึ่งดูมีประสิทธิผลสูงมาก แต่จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ [6-8] ชี้ว่าน่าจะมีปัญหากับประสิทธิภาพในการคำนวณ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากเลือกใช้ลายมือชื่อดิจิทัล จากอัลกอริธึม RSA หรือ DSA

ในงานวิจัยนี้ เสนอแนวทางการป้องกัน Rogue DHCP โดยการใช้ลายมือชื่อดิจิทัลพิสูจน์ตัวตน ด้วยอัลกอริธึม ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) ซึ่งมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการคำนวณต่ำกว่า DSA และ RSA โดยมีความเชื่อว่า ด้วย ECDSA ที่มี overhead ต่ำ กอปรกับความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาผ่านมากว่า 10 ปี วิธีนี้นอกจากจะมีประสิทธิผลสูงแล้ว น่าจะมีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้ได้จริง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบจัดสรรหมายเลขไอพีอัตโนมัติ (DHCP)

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) [1] เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่จัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรสแบบอัตโนมัติและข้อมูลที่จำเป็น ให้กับเครื่องลูกข่ายเพื่อเข้าร่วมเครือข่าย โดยมีการทำงานหลัก ๆ 4 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนภาพแสดงการขั้นตอนการทำงานของ DHCP

1. Discover เครื่องลูกข่ายทำการส่งข้อมูลไปในเครือข่ายเพื่อรอการตอบรับจากเครื่องแม่ข่าย

2. Offer เครื่องแม่ข่ายจะทำการจองหมายเลขไอพีแอดเดรสที่ว่างและค่าอื่น ๆ แล้วแจ้งกลับไปยังเครื่องลูกข่ายที่ร้องขอมา

3. Request เครื่องลูกข่ายแสดงความต้องการหมายเลขไอพีแอดเดรสและค่าอื่น ๆ ตามที่ได้รับแจ้ง

4. Acknowledgement เครื่องแม่ข่ายจะจัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรสและค่าอื่น ๆ ให้กับเครื่องลูกข่าย และทำการติดต่อเครื่องลูกข่ายจนกว่าจะครบกำหนดเวลาที่ตั้งค่าไว้

2.2 Rogue DHCP

Rogue DHCP [2] หรือ ระบบจัดสรรหมายเลขไอพีอัตโนมัติปลอม หรือ DHCP เถื่อน คือระบบจัดสรรหมายเลขไอพีอัตโนมัติที่ไม่ได้อยู่ภายใต้การดูแลของผู้ดูแลระบบ อาจเกิดมาจากทั้งอุบัติเหตุ เช่น การตั้งค่าอุปกรณ์ไม่ถูกต้องแล้วเกิดการจ่ายไอพีโดยไม่รู้ตัว หรืออาจเกิดจากความตั้งใจจู่โจมโดย hacker ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาร้ายแรง ได้แก่

1. DoS (Denial of Services) [3] คือ การทำให้เครื่องแม่ข่ายไม่สามารถให้บริการได้ หรือเครื่องลูกข่ายไม่สามารถรับบริการได้ เมื่อ Rogue DHCP จัดสรรหมายเลขไอพีที่ไม่ถูกต้อง

2. MITM (Man in the Middle) attack [4] คือ การแทรกแซงการสื่อสาร เพื่อดักจับข้อมูล เมื่อ Rogue DHCP แจ้ง gateway ปลอมไปยังเครื่องลูกข่าย แล้วทำการติดตั้งโปรแกรมดักจับข้อมูลของเครื่องลูกข่าย ณ gateway ปลอมที่แจ้งไว้

3. DNS Spoofing [5] คือการหลอกลวงหมายเลขโดเมนเนม เมื่อ Rogue DHCP จัดสรรหมายเลขไอพี DNS ปลอมให้กับเครื่องลูกข่าย จากนั้น DNS ปลอมดังกล่าว จะกำหนดโดเมนที่ไม่ถูกต้องให้ เพื่อให้เครื่องลูกข่ายจะถูก redirect เข้าไปสู่เว็บไซต์ปลายทางปลอม ซึ่งเทคนิคนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ web site hijacking หรือ pharming อันส่งผลในการถูกล้วงข้อมูลในที่สุด

2.3 ลายมือชื่อดิจิทัล (Digital Signature)

ลายมือชื่อดิจิทัล [11] คือข้อความหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ติดมากับข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแสดงการยืนยันตัวบุคคล (Authentication) ว่าผู้ส่งข้อความเป็นใคร และข้อมูลนั้นได้ถูกส่งมาจากผู้ส่งคนนั้นจริง ๆ ข้อความไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงและแก้ไข โดยอาศัยหลักการกุญแจคู่ ซึ่งจะใช้กุญแจส่วนตัว (Private Key) เข้ารหัสลับ และอาศัยกุญแจสาธารณะ (Public Key) ในการถอดรหัสลับ

แม้ลายมือชื่อดิจิทัล น่าจะมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา rogue DHCP แต่ลายมือชื่อดิจิทัล (เช่น RSA, DSA) ต้องอาศัยอัลกอริธึมในการสร้างกุญแจ เข้ารหัสและถอดรหัสที่ล่าช้า จนทำให้ที่ผ่านมาไม่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้ [6-7]

2.4 ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm)

ECDSA เป็นอัลกอริธึมสำหรับการลงลายมือชื่อดิจิทัล ซึ่งต่างจาก RSA และ DSA เพราะมาจาก ECC (Elliptic Curve Cryptography) [11] ได้รับการเสนอโดย Neal Koblitz และ Victor S. Miller ใน ค.ศ. 1985 โดยพัฒนาจากสมการของเส้นโค้งวงรี $y^2=x^3+ax+b$ มันใช้คีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า RSA/DSA แต่สามารถให้ความปลอดภัยเท่ากัน ดังตารางที่ 1 ECC จึงมีจุดเด่นที่ ความสามารถในการคำนวณที่รวดเร็ว ใช้พลังงานต่ำ และใช้หน่วยความจำน้อย ดังนั้น ECC จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในอุปกรณ์เคลื่อนที่ขนาดเล็กอย่าง เช่น โทรศัพท์มือถือ Pocket PC และ PDA เป็นต้น แต่ยังไม่มีผลสรุปที่ชัดเจนว่า ECC นำมาใช้กับ DHCP ได้หรือไม่ จะมีประสิทธิผล และประสิทธิภาพเพียงใด

ตารางที่ 1: แสดงการเปรียบเทียบขนาดกุญแจของอัลกอริธึมต่าง ๆ [8]

Key Size: DSA/RSA vs. ECC	
DSA/RSA Key (bits)	**ECDSA key (bits)**
1,024	160
2,048	224
3,072	256
7,680	384
15,360	512

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Droms และ Arbaugh [6] ได้นำเสนอแนวทางการป้องกัน Rogue DHCP ด้วย (1) การใช้ Token หรือ (2) ใช้เทคนิค Delayed Authentication ซึ่งภายหลังได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐาน RFC3118 ของ IETF

โดย Token จะเป็นข้อความธรรมดา (Plain Text) ที่ถูกกำหนดขึ้นและรู้กันเฉพาะเครื่องลูกข่ายและแม่ข่าย DHCP เพื่อเอาไว้ใช้ยืนยันตัวตน ซึ่งวิธีนี้ไม่มีความปลอดภัย เพราะ Token อาจจะรั่วไหลหรืออาจจะถูกดักจับได้

สำหรับการใช้ Delayed Authentication จะมีการ shared key ระหว่างเครื่องลูกข่ายและแม่ข่าย โดยการยืนยันความถูกต้องจะใช้ฟังก์ชัน HMAC (Hash Message Authentication Code) ที่อาศัยค่า shared key ดังกล่าวร่วมกับ MD5 hash algorithm แต่ปัญหาเรื่องที่เสี่ยงต่อ DoS เมื่อใช้เทคนิคให้เครื่องลูกข่ายร้องขอไอพีไม่หยุด (Flooding) และยังมีปัญหาว่า การ shared key ในเครื่องลูกข่าย DHCP จำนวนมากๆ ขององค์การ โดยไม่ให้รั่วไหลไปถึง Hacker อาจทำไม่ได้ ซึ่งหากมีการรั่วไหล Hacker ก็จะสามารถนำค่า key ดังกล่าวไปประกอบ Rogue DHCP ได้

กำธร สารวรรณ และสุชาติ คุ้มมะณี [9] ได้นำเสนอแนวทางให้เครื่องลูกข่ายสามารถตรวจสอบเครื่องแม่ข่าย ด้วยการระบุไอพีแอดเดรสของเครื่องแม่ข่าย DHCP และปรับปรุงโปรแกรม DHCP Client ให้ต้องใส่ค่า DHCP Server IP address จุดด้อยของวิธีนี้คือ เครื่องลูกข่ายจำเป็นต้องรู้จักไอพีของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งทำลายคุณสมบัติอัตโนมัติของระบบ DHCP ลง และกรณีที่ Hacker ทำการปลอม IP ของ Rogue DHCP ที่ส่งออกไป วิธีการนี้ก็ไม่อาจป้องกันได้

Dinu และ Togan [7] ได้เสนอให้ใช้ลายมือชื่อดิจิทัลเพื่อแก้ปัญหานี้มาก่อน แต่พบกว่า overhead ของลายมือชื่อดิจิทัลจากอัลกอริธึม RSA/DSA มี overhead ค่อนข้างสูงและอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการใช้งานจริง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

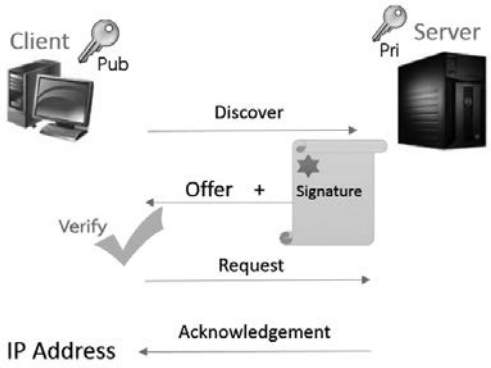
3.1 การออกแบบกลไกในการพิสูจน์ตัวตน

จากการวิเคราะห์การทำงานของ DHCP ทั้ง 4 กระบวนการ ได้แก่ Discover, Offer, Request และ Acknowledgement พบว่าจุดอ่อนคือ ไม่มีการพิสูจน์ตัวตนระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย ดังนั้นจึงออกแบบให้มีการพิสูจน์ตัวตนในขั้นตอนการ Offer ดังภาพที่ 2

หลักการคือ หลังการ Discover ของ เครื่องลูกข่าย เครื่องแม่ข่าย จะส่ง Offer message มาพร้อมกับลายมือชื่อดิจิทัลเพื่อให้เครื่องลูกข่ายทำการพิสูจน์ลายมือฯ โดยเครื่องลูกข่ายจะพิสูจน์ลายมือฯของ Server ด้วย Public Key ของ Server ที่มีเก็บไว้ก่อน (ทั้งนี้ โดยอาศัย Digital Certificate ของ PKI (Public Key Infrastructure)) ซึ่งหากพิสูจน์แล้ว พบว่าเป็น DHCP server ที่ถูกต้องจริง จึงยอมรับค่า IP และ network configuration โดยการส่ง request message ในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัลแล้วไม่ผ่าน ก็จะไม่ยอมรับค่า แต่จะทำการส่ง DHCP discover message เพื่อร้องหา DHCP Server ที่ถูกต้องต่อไป

วิธีการนี้ การลงลายมือชื่อฯ จะทำได้โดย DHCP Server เท่านั้น เพราะเป็นผู้เดียวที่มี Private Key โดยไม่มีการ share กับ DHCP client จึงดีกว่าวิธี delay authentication [6] ที่มีการ share key สำคัญไปยัง DHCP client ทำให้รั่วไหลและถูกจู่โจมได้ ในส่วน Public Key ที่ share กันในกลุ่ม DHCP client แม้รั่วไหลก็ไม่มีปัญหาอะไร เพราะใช้ในการพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัล ไม่ได้ใช้ในการลงลายมือฯ

ส่วนการใช้งานในเครือข่ายจริงนั้น การแลกเปลี่ยน public key ควรให้ digital certificate ลงทะเบียนกับ CA (Certification Authority) ที่ได้มาตรฐาน เพื่อที่จะทำให้ operating system ของเครื่องลูกข่ายในองค์กรรู้จักและสามารถใช้งานได้

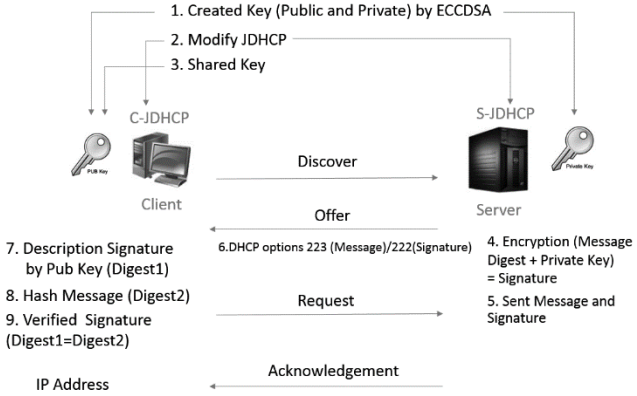


ภาพที่ 2: แผนภาพแสดงการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

3.2 พัฒนาโปรแกรมต้นแบบ

งานวิจัยใช้ JDHCP (Java Implement for DHCP) ซึ่งเป็นโอเพ่นซอสที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา มาพัฒนาต่อยอดเป็นโปรแกรมต้นแบบ ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นำเสนอ โดยเลือกใช้ลายมือชื่อดิจิทัล 3 ขนาด คือ (1) ECC 224 บิต ซึ่งมีระดับความมั่นคงเทียบเท่า RSA 2048 บิต ซึ่งเป็นขนาดขั้นต่ำของลายมือชื่อดิจิทัลที่ยอมรับในปัจจุบัน [12] (2) ECC 256 บิต ที่ใช้กับ Google Mail และ (3) ECC 384 บิต ซึ่งมีความมั่นคงในระดับชั้นความลับ top secret ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐ [12]

โดยมีการต่อยอด JDHCP ด้วยการเพิ่มขั้นตอนการลงและพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัล ทั้งนี้การส่ง Message ไปพร้อมกับลายมือชื่อดิจิทัล ให้ Message เป็น DHCP Option 223 และลายมือชื่อดิจิทัลเป็น DHCP Option 222 โดยขนาดของความยาวของ Message มีขนาดคงที่คือ 20 ไบต์ ส่วน Length ของลายมือชื่อดิจิทัล จะขึ้นอยู่กับขนาดของกุญแจ ซึ่งรายละเอียดการพัฒนาแสดงในภาพที่ 3



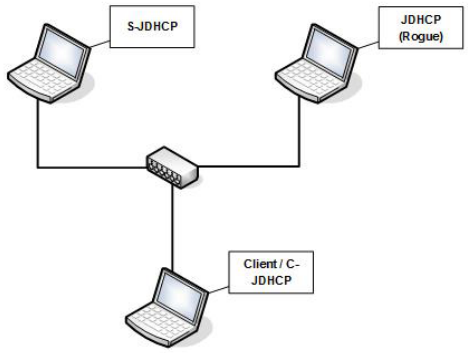
ภาพที่ 3: แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมต้นแบบ

3.3 การทดสอบโปรแกรมต้นแบบ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบ ผู้วิจัยจึงทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ถูกกำหนดขึ้นเป็นเครือข่ายส่วนตัว โดยฝัง public key ไว้ในโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย และ private key ไว้ในเครื่องแม่ข่าย ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows7 แล้วทดสอบดังนี้

1. ทดสอบประสิทธิผลในการป้องกัน Rogue DHCP

ทดลองในสภาพแวดล้อมที่กำหนดขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 2 เครื่อง สำหรับเป็น Valid DHCP Server และ Rogue DHCP เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย 1 เครื่อง เพื่อทดสอบการรับหมายเลขไอพีแอดเดรส อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ 8 พอร์ต 1 ตัว และสาย LAN เชื่อมต่อ



ภาพที่ 4: แผนภาพแสดงสภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เนื่องจากการทดสอบนี้จะใช้ JDHCP เป็นระบบ DHCP จึงต้องทำการปิด DHCP Service ของวินโดว์ก่อน เริ่มทำการทดสอบด้วยการใช้ JDHCP เป็นเครื่องแม่ข่ายเครื่องที่ 1 (ซึ่งจะจำลองเป็น Rogue DHCP) และใช้ S-JDHCP (JDHCP ที่เพิ่มการลงลายมือชื่อดิจิทัล เพื่อจำลองเป็น Valid DHCP Server) เป็นเครื่องแม่ข่ายเครื่องที่ 2 ใช้ทดสอบกับเครื่องลูกข่ายธรรมดาและเครื่องลูกข่ายที่ติดตั้ง C-JDHCP (JDHCP ที่เพิ่มการพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัล) ทดสอบว่า C-JDHCP สามารถป้องกันเครื่องแม่ข่ายที่ 1 และสามารถทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายที่ 2 ได้หรือไม่

2. ทดสอบประสิทธิภาพเวลาในการร้องขอไอพีแอดเดรส

ทดสอบประสิทธิภาพ ด้วยการทดสอบช่วงเวลาในการร้องขอหมายเลขไอพีแอดเดรสว่า เกิดปัญหาด้านประสิทธิภาพจากการคำนวณหรือไม่ โดยจับเวลาตั้งแต่ขั้นตอน Discover ไปจนถึง Acknowledgement แล้วใช้โปรแกรม Wireshark จับเวลาโดยมีการใช้ ขนาดของกุญแจ ECDSA ที่ต่างกันดังเหตุผลที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2

ทั้งนี้ ในการทดลองแต่ละกรณี จะทำซ้ำ 50 ครั้ง มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที ซึ่งจะได้ผลต่างกันเล็กน้อย แล้วหาค่าเฉลี่ยพร้อมค่า error bar ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% มาเป็นผลสรุป

โดยทั้งนี้ระยะเวลาในการร้องขอหมายเลขไอพีแอดเดรสไม่ควรเกิน 60 วินาที เพราะหากเกินกว่านี้ จะเกิดปัญหาที่ APIPA (Automatic Private IP Addressing) จะทำการแจก IP Address assign 169.158.x.x ให้แทนการรอ DHCP [13]

4. ผลการดำเนินงานและวิเคราะห์ผล

4.1 ประสิทธิผลการป้องกัน Rogue DHCP

ผลจากการทดสอบการป้องกัน Rogue DHCP นั้นพบว่าวิธีที่เสนอสามารถป้องกันปัญหา Rogue DHCP ได้มีประสิทธิผลสูงมาก โดยเครื่องลูกข่ายจะตอบรับหมายเลขไอพีแอดเดรสจากเครื่องแม่ข่าย ที่สามารถพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัลได้ และปฏิเสธการรับหมายเลขไอพีแอดเดรสจากเครื่องแม่ข่าย ที่ไม่สามารถพิสูจน์ลายมือชื่อดิจิทัล ดังนั้นจึงสามารถแก้ปัญหา Rogue ทั้งสองแบบคือจากอุบัติเหตุและแบบตั้งใจจู่โจม

การทดสอบใน environment ที่มี Rogue DHCP server อยู่ร่วมกับ Valid DHCP server พบว่าเครื่องลูกข่าย ยอมรับค่าจาก Valid DHCP Server เท่านั้น และเมื่อเหลือเพียง Rogue DHCP เครื่องลูกข่าย ก็จะไม่ยอมรับค่า configuration ใด ๆเลย

4.3 ประสิทธิภาพและ overhead

เมื่อทดสอบช่วงเวลาในการร้องขอหมายเลขไอพีนั้นพบว่าโปรแกรมต้นแบบใช้เวลามากกว่า JDHCP ของเดิมที่ไม่มีการลงลายมือชื่อดิจิทัล และเมื่อทดสอบเพิ่มจำนวนบิตของกุญแจและลายมือชื่อดิจิทัลเป็นขนาดที่ใหญ่ขึ้น พบว่าไม่ส่งผลต่อเวลามากนัก ดังผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการทดลองช่วงเวลาในการร้องขอไอพีแอดเดรส

ขนาดกุญแจ (บิต)	เวลาในการร้องขอ IP (ms)
224	95.1 ± 1.3
256	98.1 ± 1.3
384	121.2 ± 2.3
No Signature	18.7 ± 1.5

จากผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาของกุญแจ 224, 256, 384 บิต ในระดับความเชื่อมั่น 95% อยู่ที่ 95.1, 98.1 และ

121.2 มิลลิวินาที ตามลำดับ และเทียบกับ JDHCP ที่ไม่มีการลงลายมือชื่อดิจิทัลซึ่งอยู่ที่ประมาณ 18.7 มิลลิวินาที พบว่าเพิ่มขึ้นกว่า 5 เท่าตัว แต่เมื่อเทียบว่าใช้งานได้หรือไม่ พบว่าปัญหาด้านประสิทธิภาพจากการคำนวณอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เพราะจะมีปัญหาก็ต่อเมื่อมีต้องมี delay ถึง 60 วินาที ที่ APIPA จะทำงาน คือ เครื่องจะ generate IP 169.158.x.x ให้ตัวเองโดยไม่รอ DHCP Server

เมื่อทดสอบเพิ่มจำนวนเครื่องลูกข่ายจำนวน 10 เครื่องพบว่าไม่มีผลต่อความเร็ว แต่ทั้งนี้งานวิจัยในอนาคต ควรจะมีการทดสอบการใช้งานจริงเพื่อทดสอบว่า ประสิทธิภาพการคำนวณของ server ในปัจจุบัน สามารถให้บริการบน overhead ที่ทดสอบนี้ได้หรือไม่ และสามารถรับมือกับปัญหา DoS ที่อาจจะเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด

S-JDHCP ที่ใช้ในการทดลองนี้ ถูกพัฒนามาจาก JAVA ซึ่งมี overhead สูงกว่าปกติมาก ในการนำไปใช้งานจริง หากพัฒนาด้วย C บน kernel ของระบบปฏิบัติการย่อมมีความเร็วมากกว่านี้เป็นอย่างยิ่ง และ DHCP Server ที่ใช้ในการทดลองนี้ มี spec CPU เพียง 2.8 GHz และ RAM เพียง 2 GB ซึ่งเป็น Hardware คุณภาพต่ำกว่า DHCP Server ทั่วไปมาก ใน Hardware ที่เป็น DHCP server จริงๆ ย่อมได้ผลที่เร็วกว่านี้

5. สรุป

งานวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอวิธีการป้องกันปัญหา Rogue DHCP ตามแนวคิดการพิสูจน์ตัวตน โดยอาศัยหลักการลงลายมือชื่อดิจิทัล ด้วยอัลกอริธึม ECDSA และได้ทำการทดสอบประสิทธิผลการป้องกันพบว่ามีผลสัมฤทธิ์ที่ดีมาก นอกจากนี้ยังได้ทดสอบ overhead เพื่อดูประสิทธิภาพด้วยว่า overhead ที่เกิดจากการลงลายมือชื่อจะสามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ ผลปรากฏว่า ไม่ว่าจะด้วยขนาดกุญแจ 224 บิตขั้นต่ำ หรือ 384 บิต ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ ตามมาตรฐานที่ยอมรับขณะนี้ ก็มีระดับ overhead ที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหา APIPA (Auto IP) จึงมีความเป็นไปได้สูงว่า การลงลายมือชื่อด้วย ECDSA จะสามารถเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา Rogue DHCP ได้จริง

สำหรับแนวทางในการวิจัยต่อในอนาคต คือการพัฒนาระบบดังกล่าวในระบบ OS kernel จริง และนำไปใช้ใน DHCP Server จริง และพัฒนา module ในส่วน DHCP client ที่มีการทดสอบลายมือชื่อดิจิทัลให้กับเครื่อง client ทั้งระบบปฏิบัติการ Linux และ Windows เพื่อนำไปใช้จริงในองค์การที่มีขนาดเล็กใหญ่ต่างกันไป และวิเคราะห์ประสิทธิผลและประสิทธิภาพในsite งานจริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] R Droms, “Dynamic Host Configuration Protocol,” IETF RFC2131, Mar 1997.

[2] E. Maiwald. “Network Security A Beginner's Guide, Third Edition,” Paperback, pp. 15-22, Sep 2012.

[3] W. Stallings. “Cryptography and Network Security: Principles and Practice (5th Edition),” Hardcover, pp. 809-814, 2011

[4] P. Kim, “The Hacker Playbook: Practical Guide To Penetration Testing”,Paperback, Mar 2012.

[5] W. Stanek. “Windows Server 2012 R2 Inside Out Volume 2: Services, Security, & Infrastructure,” Paperback, pp.171-198, May 2014.

[6] R. Droms, W. Arbaugh, “Authentication for DHCP Messages,” IETF RFC 3118, Jun 2001.

[7] D. Dinu, M. Togan, “DHCP Server Authentication using Digital Certificates”, Proceeding of the International Conference on Communications, Bucharest, pp. 1-6, May 2004.

[8] S. Duangphasuk, S. Kungpisdan, S.Hankla, “Design and implementation of improved security protocols for DHCP using digital certificates”, International Conference on Networks (ICON), Singapore, pp. 287 - 292, Dec 2011.

[9] กำธร สารวรรณ, สุชาติ คุ้มมะณี. “การวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางตรวจสอบป้องกัน Rogue DHCP”. การประชุมวิชาการ CIT2011, pp.171-176, 2554

[10] W. Stanek. “Windows Server 2012 R2 Inside Out Volume 2: Services, Security, & Infrastructure,” Paperback, pp.623-650, May 2014.

[11] W. Stallings. “Cryptography and Network Security: Principles and Practice (5th Edition),” Hardcover, pp 344-347, 2011

[12] Information Technology Laboratory. Digital Signature Standard (DSS). National Institute for Standards and Technology (NIST), FIPS PUB 186-4, Jul 2013.

[13] D. Lowe. “Networking All-in-One for Dummies,” Paperback, pp.316-319, Nov 2012.

การพัฒนาการป้องกันการชนกันของข้อมูลสำหรับระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ
Development of Anti-Collision for Radio Frequency Identification (RFID)

ศรัทธญา บุญเฉลียว(Sataya Boonchaleaw)[1] และชัยพร ใจแก้ว(Chaiporn Jaikaeo)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1]sataya.b@yais.me, [2]chaiporn.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Identification, RFID) เป็นการระบุตัวตนหรือสิ่งของใดๆ ด้วยคลื่นวิทยุอย่างอัตโนมัติ เมื่อต้องการอ่านป้าย RFID จำนวนมาก จะทำให้เกิดเหตุการณ์การชนกันของข้อมูลขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลารวมในการอ่านป้าย RFID สูงขึ้น บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดการจัดการการชนกันของข้อมูลในระบบ RFID ให้ใช้ระยะเวลาในการอ่านน้อยลงเมื่อเทียบกับมาตราฐาน EPC Global Class 1 Generation 2 (EPC C1G2) ด้วยการประมาณจำนวนป้ายที่มีอยู่ในระบบจากการประยุกต์ใช้สมการการแจกแจงแบบทวินาม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีที่ได้นำเสนอใช้เวลารวมในการอ่านป้ายน้อยกว่ามาตราฐาน EPC C1G2 โดยเฉลี่ย 18.83%

คำสำคัญ: ระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ การชนกันของข้อมูล

Abstract

RFID system is an identification system that uses radio frequency to automatically identify objects. When two or more RFID tags transmit data at the same time, a collision can occur, which results in more time spent to read all tags in the system. This paper proposes two anti-collision algorithms, called Collision Multiplier and Adaptive Binomial, which are compatible with the EPC C1G2 standard using frame slot estimation with Binomial distribution. Numerical results show that, on average, the proposed methods use 18.83% less identification time than ECP C1G2 does.

Keyword: RFID, Collision

1. บทนำ

ระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ หรือ RFID system ประกอบด้วยเครื่องอ่าน (Reader) และป้าย (Tag) คล้ายการอ่านป้ายสองมิติทั่วไปเช่นระบบบาร์โค้ด แต่ RFID ทำงานโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุในการระบุตัวตนของสิ่งของใดๆ อย่างอัตโนมัติ โดยที่เครื่องอ่านไม่จำเป็นต้องมองเห็นตัวป้าย (Non – Line of Sight) [1]

ป้าย RFID แบ่งออกเป็นสองประเภทคือ Passive Tag ไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่แต่ใช้พลังงานที่ได้รับจากเครื่องอ่าน และ Active Tag ที่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายให้ป้าย [1] ด้วยเหตุนี้เอง Passive Tag จึงถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีราคาถูก มีขนาดเล็กไม่จำเป็นต้องดูแลรักษามากนัก ย่านความถี่ที่ใช้ในระบบ RFID มี 4 กลุ่ม [2] คือย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) ใช้ความถี่ 125 KHz ย่านความถี่สูง (High Frequency, HF) ใช้ความถี่ 13.56 MHz ทั้งสองย่านความถี่นี้ถูกนำมาใช้ในการอ่านป้ายเพียงป้ายเดียวต่อการอ่าน 1 ครั้ง เช่นบัตรเข้าออกประตู ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra-High Frequency, UHF) ใช้ความถี่ 868 MHz หรือ 915 MHz และย่านความถี่ไมโครเวฟใช้ความถี่ 2.4 GHz ย่านความถี่ UHF มีความสามารถในการส่งคลื่นไปในระยะไกลได้ เช่นเครื่องอ่านของบริษัท Motorola [3] ที่มีระยะการอ่านสูง สามารถอ่านป้ายในสถานการณ์ที่มีความหนาแน่นของป้ายมากๆได้ ทำให้ป้าย RFID แบบ UHF ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมที่ต้องการระบุตัวตนของสินค้าจำนวนมากๆ เช่น ท่าเรือ คลังเก็บสินค้า ระบบขนส่งขนาดใหญ่

เมื่อมีป้าย RFID ที่ต้องการอ่านมากขึ้นทำให้เกิดโอกาสที่ป้ายจะส่งข้อมูลพร้อมกันได้ จึงมีการกำหนดมาตราฐานในอ่านป้ายจัดทำโดยกลุ่ม Hardware Action Group (HAG) ภายใต้องค์กร EPCglobal Network มีชื่อเรียกโพรโทคอลนี้ว่า EPC Global Class 1 Generation 2 [4] มาตรฐานนี้ออกแบบมาให้ใช้กับ RFID ย่านความถี่สูงยิ่ง และถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางสำหรับงานที่ต้องการอ่านป้าย RFID จำนวนมากๆ ในงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการประมาณจำนวนช่องสัญญาณที่เหมาะสม ที่ทำให้การอ่านป้าย RFID มีความเร็วสูงขึ้นโดยที่ผู้ที่นำวิธีดังกล่าวไปใช้ ไม่มีความจำเป็นต้องปรับแก้ป้าย RFID แต่อย่างใด เพียงแต่ปรับแก้การทำงานของเครื่องอ่านเท่านั้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Dynamic Frame Slotted ALOHA (DFSA)

การป้องกันการชนกันของข้อมูลแบบ ALOHA [5] มีการพัฒนาต่อเนื่องหลากหลายรูปแบบ รูปแบบแรกคือ ALOHA เมื่อป้ายได้รับคำสั่งอ่าน ป้ายจะทำการสุ่มระยะเวลาที่จะเริ่มทำการส่ง หากเครื่องอ่านพบว่ามีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้น เครื่องอ่านจะส่งคำสั่งให้ป้ายทำการหน่วงเวลาเพื่อส่งใหม่อีกครั้ง รูปแบบนี้มาความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชนกันของข้อมูลสูงมาก Slotted ALOHA ได้ปรับปรุงให้ป้ายทำการส่งข้อมูลเป็นช่องสัญญาณทางเวลา อย่างไรก็ตาม ALOHA ทั้งสองรูปแบบนี้ไม่มีขอบเขตระยะเวลาในการอ่านชัดเจน ทำให้ไม่สามารถทราบได้แน่ชัดว่าระบบจะทำการอ่านเสร็จสิ้นเมื่อใด เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการปรับปรุงเพิ่มเติมให้ป้ายทำการส่งข้อมูลเพียง 1 ครั้งต่อการอ่าน 1 คาบ แต่ละคาบจะมีจำนวนช่องสัญญาณเท่ากันทุกคาบ หากเครื่องอ่านทำการอ่านป้ายสำเร็จ ป้ายนั้นๆ จะไม่ทำการส่งอีกจนกว่าจะเริ่มทำการอ่านใหม่ หากเกิดการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้น ป้ายเหล่านั้นจะต้องทำการส่งใหม่ในคาบถัดไป เครื่องอ่านจะทำการอ่านไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงคาบที่ไม่มีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นจึงจะหยุดทำการอ่าน รูปแบบนี้เรียกว่า Frame Slotted ALOHA (FSA) ความน่าจะเป็นที่ป้ายจะสามารถส่งข้อมูลได้สำเร็จหรือไม่สำเร็จ $BB(rr)$ สามารถอธิบายได้ด้วยสมการการแจกแจงแบบทวินาม [6], [7], [8] ดังสมการที่ (1) เมื่อ nคือจำนวนป้ายในระบบ L คือจำนวนช่องต่อ 1 คาบ r คือจำนวนป้ายที่ระบบสามารถอ่านได้ต่อ 1 ช่องสัญญาณ หากนำจำนวนช่องสัญญาณใน 1 คาบ ไปคูณกับสมการที่ (1) จะทำให้ทราบจำนวนช่องที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นๆกำหนดให้จำนวนช่องของเหตุการณ์ r ที่น่าจะเกิดขึ้นใน 1 คาบการอ่านแทนด้วย aa_{rr} เราสามารถคำนวนค่า aa_{rr} ได้จากสมการที่ (2) เมื่อแทนค่า rr ด้วย 1 จะทำให้ทราบความน่าจะเป็นของจำนวนช่องสัญญาณที่ส่งข้อมูลสำเร็จใน 1 คาบ (Success Slot) ดังสมการที่ (3) เมื่อแทนค่า rr ด้วย 0 จะทำให้ทราบความน่าจะเป็นของจำนวนช่องสัญญาณใน 1 คาบ (Idle Slot) ดังสมการที่ (4) และ เมื่อนำจำนวนช่องสัญญาณต่อ 1 คาบ มาลบกับผลจากสมการที่ (3) และ (4) จะทำให้ทราบความน่าจะเป็นของจำนวนช่องสัญญาณที่เกิดการชนกันของข้อมูล (Collision Slot) แทนด้วย aa_{kk} จากสมการที่ (5)

$$B(r) = \binom{n}{r}\left(\frac{1}{L}\right)^{r}\left(1-\frac{1}{L}\right)^{n-r} \quad (1)$$

$$a_r = L \times B(r) = L\binom{n}{r}\left(\frac{1}{L}\right)^{r}\left(1-\frac{1}{L}\right)^{n-r} \quad (2)$$

$$a_1 = n\left(1-\frac{1}{L}\right)^{n-1} \quad (3)$$

$$a_0 = L\left(1-\frac{1}{L}\right)^{n} \quad (4)$$

$$a_k = L - a_1 - a_0 \quad (5)$$

ข้อเสียของระบบ FSA คือจำนวนช่องสัญญาณในหนึ่งคาบจะมีจำนวนที่เท่าเดิมเสมอ เมื่อมีป้ายอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก อาจส่งผลให้ระบบไม่ได้สามารถอ่านป้ายใดๆ ได้ จึงมีรูปแบบการอ่านที่เรียกว่า Dynamic Frame Slotted ALOHA (DFSA) รูปแบบนี้ใช้หลักการคล้ายกับ FSA แต่มีความแตกต่างตรงที่จำนวนช่องในแต่ละคาบสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามแต่ผู้ใช้จะกำหนด เนื่องจาก DFSA ไม่มีรูปแบบการจัดการช่องสัญญาณชัดเจน และเพื่อให้เกิดความเข้ากันได้กับ RFID ที่จะนำมาใช้งาน จึงมีการสร้างมาตราฐานสำหรับ RFID ขึ้น เรียกว่า EPC Global Class 1 Generation 2

2.2 EPC Global Class 1 Generation 2 (EPC C1G2)

หลักการทำงานของโพรโทคอล EPC C1G2 [4] อ้างอิงจากโพรโทคอล DFSA โดยเริ่มต้นจากเครื่องอ่านกำหนดค่า QQ_{ffff} และส่งคำสั่ง QUERY พร้อมค่า QQ=4 รวม 22 บิต เมื่อป้ายในระบบได้รับคำสั่ง จะทำการสุ่มเลขช่องสัญญาณมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง $2_{QQ}-1$ และทำการสุ่มเลขอีก 16 บิต เรียกว่า RN16 แล้วจึงส่งเลข RN16 ออกไปในช่องสัญญาณที่สุ่มขึ้น หากสัญญาณที่ส่งไปมีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นหรือไม่มีการส่งข้อมูลใดๆในช่องสัญญาณนั้นๆ เครื่องอ่านจะส่งคำสั่งQueryRep ขนาด 4 บิตออกไป เพื่อเรียกรับข้อมูลในช่องสัญญาณถัดไป หากการส่งเลข RN16 ไปยังเครื่องอ่านสำเร็จ เครื่องอ่านจะทำการตอบกลับด้วยคำสั่ง ACK ขนาด 2 บิต พร้อมรหัส RN16 ที่อ่านได้ รวม 18 บิต เพื่อให้ป้ายที่ส่ง RN16 สำเร็จ ทำการส่งรหัสประจำตัวขนาด 96 บิต หรือ

256 บิต พร้อมกับรหัสตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูลขนาด 16 บิต (CRC Code) ไปยังเครื่องอ่านเพื่อทำการบันทึก หลังจากส่งเลขประจำตัวสำเร็จแล้วเครื่องอ่านจะส่งคำสั่ง QueryRep ขนาด 4 บิตออกไป เพื่อเรียกรับข้อมูลในช่องสัญญาณถัดไป จนกระทั่งจบคาบการอ่าน และทุกๆครั้งที่จบการสื่อสาร 1 ช่องสัญญาณจะมีการคำนวณค่า Qfp ดังนี้

- หากมีการตอบกลับเพียงป้ายเดียว (Success) ให้ค่า Qfp คงที่
- หากมีการตอบกลับมากกว่า 1 ป้าย (Collision) ให้

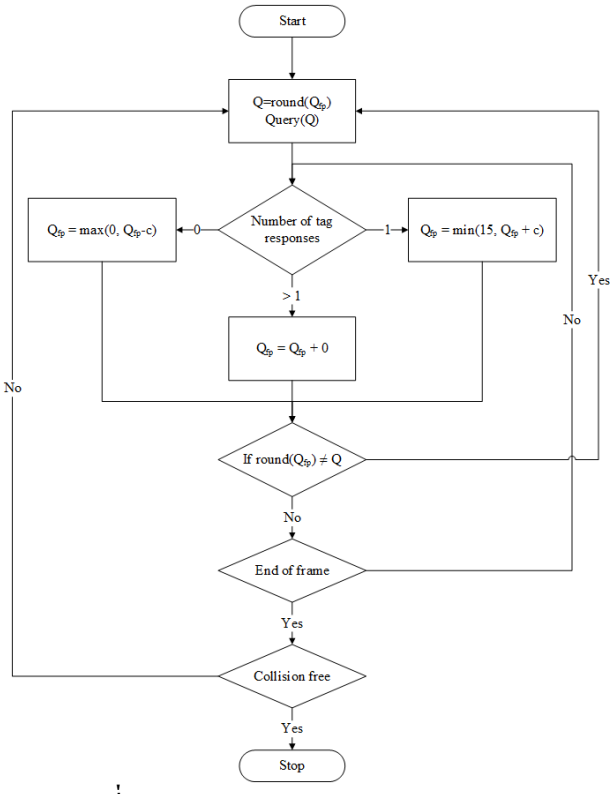
2.2 EPC Global Class 1 Generation 2 (EPC C1G2)

หลักการทำงานของโพรโทคอล EPC C1G2 [4] อ้างอิงจากโพรโทคอล DFSA โดยเริ่มต้นจากเครื่องอ่านกำหนดค่า Q_{fp} และส่งคำสั่ง QUERY พร้อมค่า $Q = 4$ รวม 22 บิต เมื่อป้ายในระบบได้รับคำสั่ง จะทำการสุ่มเลขช่องสัญญาณมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง $2^Q - 1$ และทำการสุ่มเลขอีก 16 บิต เรียกว่า RN16 แล้วจึงส่งเลข RN16 ออกไปในช่องสัญญาณที่สุ่มขึ้น หากสัญญาณที่ส่งไปมีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นหรือไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ ในช่องสัญญาณนั้นๆ เครื่องอ่านจะส่งคำสั่ง ***QueryRep*** ขนาด 4 บิตออกไป เพื่อเรียกรับข้อมูลในช่องสัญญาณถัดไป หากการส่งเลข RN16 ไปยังเครื่องอ่านสำเร็จ เครื่องอ่านจะทำการตอบกลับด้วยคำสั่ง ACK ขนาด 2 บิต พร้อมรหัส RN16 ที่อ่านได้ รวม 18 บิต เพื่อให้ป้ายที่ส่ง RN16 สำเร็จ ทำการส่งรหัสประจำตัวขนาด 96 บิต หรือ 256 บิต พร้อมกับรหัสตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูลขนาด 16 บิต (CRC Code) ไปยังเครื่องอ่านเพื่อทำการบันทึก หลังจากส่งเลขประจำตัวสำเร็จแล้วเครื่องอ่านจะส่งคำสั่ง ***QueryRep*** ขนาด 4 บิตออกไป เพื่อเรียกรับข้อมูลในช่องสัญญาณถัดไปจนกระทั่งจบคาบการอ่าน และทุกๆครั้งที่จบการสื่อสาร 1 ช่องสัญญาณจะมีการคำนวณค่า Q_{fp} ดังนี้

- หากมีการตอบกลับเพียงป้ายเดียว (Success) ให้ค่า Q_{fp} คงที่
- หากมีการตอบกลับมากกว่า 1 ป้าย (Collision) ให้คำนวน $Q_{fp} = \min(Q_{fp} + c, 15)$
- หากไม่มีป้ายใดๆตอบกลับ (Idle) ให้คำนวน $Q_{fp} = \text{celi}(Q_{fp} - 0.15)$
- ค่า Q_{fp} จะต้องอยู่ระหว่าง 0 และ 15

ผู้วิจัยจึงเลือกใช้หลักการดังกล่าวมาใช้ในการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบกับโพรโทคอลอื่นๆรวมถึงโพรโทคอลที่ผู้ใช้ได้นำเสนอด้วย

ส่งออกไปพร้อมคำสั่ง QUERY และจะหยุดการทำงานเมื่อคาบการอ่านล่าสุดไม่มีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นดังที่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ผังลำดับการทำงานของโพรโทคอล EPC C1G2

2.3 ทฤษฎีขอบเขตต่ำ (Lower Bound)

ทุกๆครั้งที่มีการอ่านป้าย เครื่องอ่านสามารถจดจำได้ว่ามีจำนวนช่องที่เกิด Collision Idle และ Success เท่าใด งานวิจัย [7] ได้นำเสนอทฤษฎีที่ว่า การชนกันของข้อมูลจะต้องเกิดจากการที่ป้ายอย่างน้อยสองป้าย พยายามที่จะส่งข้อมูลพร้อมๆกัน ดังนั้น จำนวนป้ายที่คงเหลือในระบบควรมีจำนวนเป็นสองเท่าของจำนวนช่องที่เกิดการชนกันของข้อมูล กำหนดให้ n_{est} แทนจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบ และ c_k แทนจำนวนช่อง Collision Slot ที่เกิดขึ้นจริงใน 1 คาบจะได้ว่า

$$n_{est} = 2 \times c_k \quad (6)$$

2.4 ทฤษฎีอสมการของ Chebyshev โดย H. Vogt

งานวิจัยของ H. Vogt [8] ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีอสมการของ Chebyshev ที่นิยามไว้ว่า เมื่อ X เป็นตัวแปรสุ่มใดๆ ผลลัพธ์ของการทดลองการสุ่มค่าจาก X จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าคาดหวังของตัวแปรสุ่ม X จากนิยามดังกล่าว Vogt ได้กำหนดให้ c_0 คือ

จำนวน Idle Slot ใน1 คาบ c_1 คือจำนวน Success Slot ใน 1 คาบ และ c_k คือจำนวน Collision Slot ใน 1 คาบ นำมาประยุกต์เป็นฟังก์ชันการประมาณค่า $\varepsilon(L,n,c_0,c_1,c_k)$ โดยอาศัยระยะทางเชิงเวคเตอร์ระหว่างผลลัพธ์จากการอ่านป้ายจริง c_0,c_1,c_k กับค่าคาดหวัง (a_0,a_1,a_k) ตามสมการที่ (3) (4) และ (5) เพื่อหาค่า n ที่ทำให้ $\varepsilon(L,n,c_0,c_1,c_k)$ มีค่าน้อยที่สุด สามารถกำหนดเป็นสมการได้ดังนี้

$$\varepsilon(L,n,c_0,c_1,c_k) = \arg\min_{n} \left\| \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_k \end{pmatrix} \right\| \quad (7)$$

ผู้ใช้จำเป็นต้องแทนค่า n ลงไปใน a_0,a_1,a_k เรื่อยๆ จนกระทั่งผลลัพธ์ของฟังก์ชันมีค่าน้อยที่สุด ให้ถือว่า n เป็นจำนวนโดยประมาณของจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบ เมื่อได้ค่า n ให้นำมาเลือกค่า Q ที่เหมาะสมในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การเลือกใช้ค่า Q สำหรับวิธี Chebyshev Estimation

Q	4	5	6	7	8
Lowest n	1	10	17	51	112
Highest n	9	27	56	129	∞

3. วิธีการที่นำเสนอ

วิธีการที่ได้นำเสนอนี้ เป็นการแก้ไขโพรโทคอล EPC C1G2 โดยแก้ไขเพียงในส่วนของการประมาณจำนวนช่องสัญญาณที่จะถูกใช้ในคาบการอ่านถัดไปเท่านั้น คำสั่งในการอ่านทุกคำสั่ง เช่น ***QueryAdj QueryRep*** รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละเหตุการ ยังคงมีการทำงานตามโพรโทคอล ECP C1G2 เช่นเดิม ผู้วิจัยได้นำเสนอการประมาณจำนวนช่องสัญญาณในหนึ่งคาบการอ่าน 2 วิธีดังนี้

3.1 การประมาณช่องสัญญาณในแต่ละคาบโดยการคูณจำนวนช่องสัญญาณที่เกิดการชนกันด้วยค่าคงที่ (Collision Multiplier)

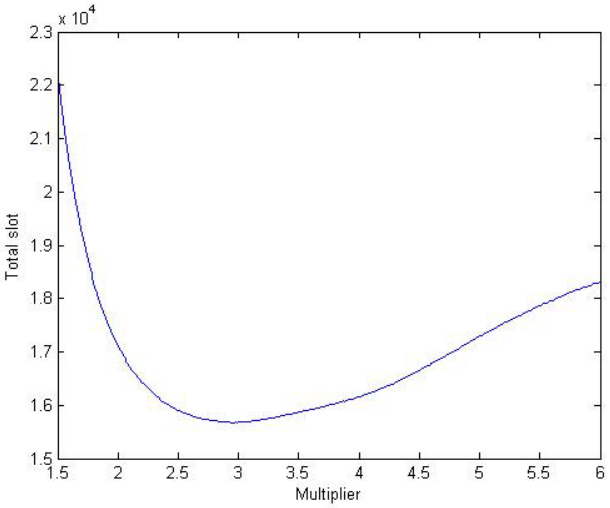
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการอ่านป้ายของโพรโทคอล DFSA และได้ตั้งสมมุติฐานว่า ค่าที่แสดงถึงจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบคือจำนวนช่องสัญญาณที่เกิดการชนกันของข้อมูลในหนึ่งคาบดังเช่นทฤษฎีขอบเขตล่าง แต่อย่างไรก็ตาม การชนกันของข้อมูลสามารถเกิดจากการพยายามส่งข้อมูลในช่องเวลาเดียวกันมากกว่าสองป้ายได้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการประมาณช่องสัญญาณที่เหมาะสมด้วยการนำค่าคงที่ค่าหนึ่งคูณกับจำนวนช่องสัญญาณที่เกิดการชนกันของข้อมูล เพื่อให้ได้ค่าคงที่ที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการจำลองการทำงานของระบบตามมาตรฐาน EPC C1G2 แต่เปลี่ยนวิธีการประมาณค่าช่องสัญญาณจากเดิมที่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของค่า Q ให้คำนวนใหม่โดยใช้ค่าคงที่ที่กำหนดไว้คูณกับช่องสัญญาณที่เกิดการชนกันของข้อมูลในคาบการอ่านล่าสุดแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มา แล้วทำการปัดเศษผลลัพธ์ดังกล่าวให้เป็นเลขจำนวนเต็มตามหลักการปัดเศษเลขคณิตแบบสมมาตร (Symmetric Arithmetic Rounding) ผลจากการปัดเศษจะถูกนำมาคำนวณตามสมการที่ (8) เพื่อหาค่า Q ที่จะนำมาใช้ในคาบถัดไป

$$Q = \text{round}\left(\frac{\log(\text{round}(n_{est}))}{\log 2}\right) \quad (8)$$

ค่าคงที่ที่นำมาทำการทดลองมีตั้งแต่ 1.5 ถึง 6 และจำลองป้ายในระบบ 100 ป้าย และทำการทดลองซ้ำจำนวน 1,000 ครั้ง แล้วนำจำนวนช่องที่ถูกใช้งานทั้งหมดในการทดลองนั้นๆ มาทำการเฉลี่ย ค่าคงที่ที่ทำให้ช่องสัญญาณที่ใช้ในการอ่านป้ายทั้งหมดน้อยที่สุดถือว่าเป็นค่าคงที่ที่เหมาะสม

จากผลการทดลองซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 พบว่าค่าคงที่ที่ทำให้ระยะเวลาในการอ่านป้ายทั้งหมดในระบบน้อยที่สุดคือ 2.95 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่านี้สำหรับวิธี Collision Multiplier สามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้

$$n_{est} = 2.95 \times c_k \quad (9)$$



ภาพที่ 2: จำนวนช่องทั้งหมดที่ถูกใช้งานโดยเฉลี่ยในการปรับค่าตัวคูณจาก 1.5 ถึง 6

3.2 วิธีประมาณจำนวนช่องสัญญาณในแต่ละคาบโดยการประยุกต์ใช้สมการความน่าจะเป็นจากการแจกแจงแบบทวินาม (Adaptive Binomial)

จากสมการที่ (3) (4) และ (5) เป็นการประมาณจำนวนช่องที่จะเกิดเหตุการณ์ Success Idle และ Collision ใน 1 คาบ หากนำสมการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้และกำหนดให้ c_0 คือจำนวน Idle Slot ใน1 คาบ c_1 คือจำนวน Success Slot ใน 1 คาบ และ c_k คือจำนวน Collision Slot ใน 1 คาบ จะสามารถแจกแจงวิธีการคำนวณป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบ (n_{est}) ได้ดังนี้

- เมื่อ c_0 มากกว่าหรือเท่ากับ 1 c_1 เป็น 0 และ c_k เป็นค่าใดๆ จะได้ว่า

$$n_{est} = \left(\log_{1-\frac{1}{L}} \frac{c_0}{L}\right) - c_1 \quad (10)$$

- เมื่อ c_0 เท่ากับ 0 และ c_1 มากกว่า 1 และ c_k เป็นค่าใดๆ และ $\mathrm{W}(x)$ คือ Lambert W function จะได้ว่า

$$n_{est} = \left(\frac{\mathrm{W}\left(\frac{c_1 \times (\mathrm{N}-1) \times \log\frac{L-1}{L}}{L} \right)}{\log\frac{L-1}{L}} \right) - c_1 \quad (11)$$

- เมื่อ c_0 และ c_1 มากกว่า 1 และ c_k เป็นค่าใดๆ จะได้ว่า

$$n_{est} = \left(\left(\frac{L \times c_1}{c_0} \right) \times \left(1 - \frac{1}{L} \right) \right) - c_1 \quad (12)$$

- เมื่อ c_0 และ c_1 เป็น 0 และ c_k เป็นค่าใดๆ จะได้ว่า

$$n_{est} = 2 \times c_k \quad (13)$$

หลังจากคำนวนป้ายที่คงเหลือในระบบเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปัดเศษผลลัพธ์ดังกล่าวให้เป็นเลขจำนวนเต็มตามหลักการปัดเศษเลขคณิตแบบสมมาตร แล้วคำนวณหาค่า Q ตามสมการที่ (8) เช่นเดียวกันกับวิธี Collision Multiplier

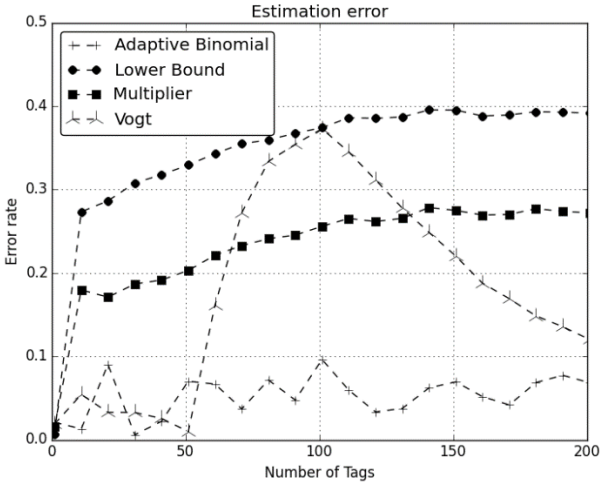
4. ผลการจำลองการทำงาน

ผู้วิจัยทำการทดลองตามหลักการวิเคราะห์เชิงตัวเลขโดยใช้โปรแกรม Python 3 ร่วมกับไลบรารี SciPy และ NumPy ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละเหตุการณ์ได้อ้างอิงตามมาตราฐาน EPC C1G2 การทดลองแบ่งเป็นสองส่วนคือการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบ ส่วนที่สองคือการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านป้าย

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่ในระบบโดยการจำลองการทำงานของโพรโทคอล EPC C1G2 แต่ในทุกๆครั้งที่จบคาบการอ่านหนึ่งคาบ ผู้วิจัยได้นำวิธีการประมาณค่าแบบ Lower Bound, H. Vogt, Collision Multiplier และ Adaptive Binomial มาทำการประมาณจำนวนช่องสัญญาณที่คงเหลืออยู่ในระบบ แล้วเปรียบเทียบกับจำนวนป้ายที่คงเหลืออยู่จริง แล้วคิดค่าความผิดพลาดจากสมการที่ (14)

$$\text{estimation error rate} = \left| \frac{n - n_{est}}{n} \right| \quad (14)$$

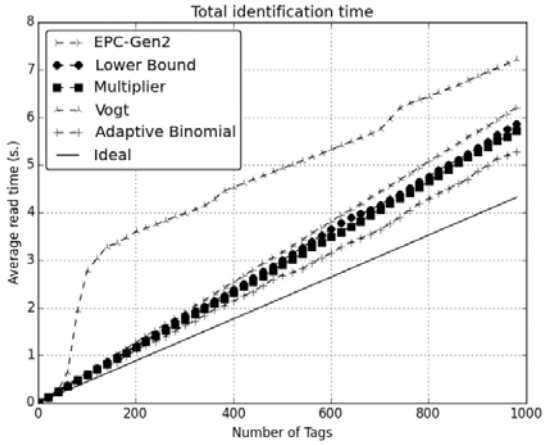
โดยจำลองการทำงานเมื่อมีป้ายอยู่ในระบบตั้งแต่ 1 ป้าย จนถึง 200 ป้าย เพิ่มขึ้นทีละ 1 ป้าย แต่ละจำนวนป้ายที่เพิ่มขึ้นได้จำลองการทำงานอย่างละ 1,000 ครั้ง แล้วทำการเฉลี่ยผลลัพธ์ที่ได้ ผลการจำลองการทำงานแสดงดังภาพที่ 3 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า การประมาณค่าแบบ Lower Bound มีความแม่นยำต่ำที่สุดคือประมาณ 30-40% การประมาณค่าของ H. Vogt จะมีความแม่นยำสูงในช่วงไม่เกิน 50 ป้าย และประมาณค่าผิดพลาดสูงมากเมื่อมีป้ายอยู่ในระบบประมาณ 100 ป้าย การประมาณค่าแบบ Collision Multiplier ประมาณค่าผิดพลาดประมาณ 20-30% และวิธี Adaptive Binomial ประมาณค่าได้ใกล้เคียงที่สุดคือประมาณ ±10%



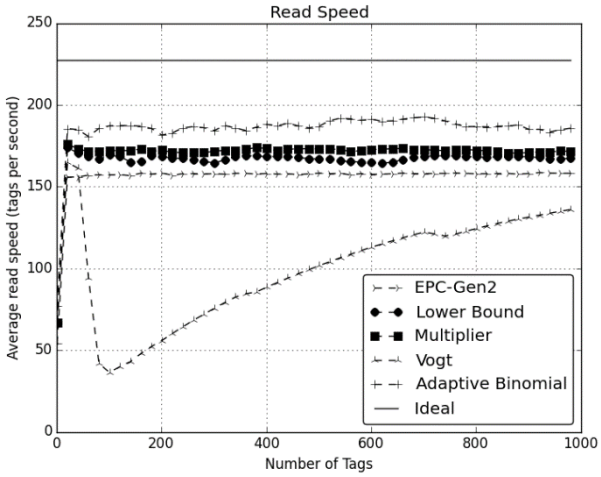
ภาพที่ 3: อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยในการประมาณจำนวนป้ายที่คงเหลือในระบบ

ในลำดับถัดไป ผู้วิจัยได้จำลองการทำงานตามวิธีการทั้ง 6 แบบ ประกอบด้วยวิธี EPC C1G2, Lower Bound, H. Vogt, Collision Multiplier และ Adaptive Binomial รวมถึงระยะเวลารวมในอุดมคติ (Ideal) ซึ่งเป็นผลการอ่านในกรณีที่ไม่เกิด

Collision หรือ Idle และสามารถอ่านได้สำเร็จภายใน 1 คาบสัญญาณ เพื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านป้ายทั้งหมด โดยจำลองการทำงานเมื่อมีป้ายอยู่ในระบบตั้งแต่ 1 ป้าย จนถึง 1,000 ป้าย เพิ่มขึ้นทีละ 1 ป้าย แต่ละจำนวนป้ายที่เพิ่มขึ้นได้จำลองการทำงานอย่างละ 1,000 ครั้ง แล้วทำการเฉลี่ยผลลัพธ์ที่ได้ ผลการจำลองการทำงานได้แสดงในภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าวิธี Adaptive Binomial ใช้เวลาในการอ่านป้ายทั้งหมดในระบบดีที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบเป็นความเร็วในการอ่านป้ายซึ่งแสดงดังภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าวิธี Collision Multiplier ใช้ระยะเวลาในการอ่านป้ายใกล้เคียงกันกับวิธี Lower Bound โดยใช้ระยะเวลาในการอ่านน้อยกว่าวิธี EPC C1G2 คิดเป็น 6.22% โดยเฉลี่ย และวิธี Adaptive Binomial สามารถอ่านป้ายในระบบได้มากที่สุดถึง 180 ป้ายต่อวินาทีโดยใช้ระยะเวลาในการอ่านน้อยกว่าวิธี EPC C1G2 คิดเป็น คิดเป็น 18.83% โดยเฉลี่ย



ภาพที่ 4: ระยะเวลารวมในการอ่านป้ายทั้งหมดในระบบโดยเฉลี่ย



ภาพที่ 5: ความเร็วในการอ่านป้ายทั้งหมดในระบบโดยเฉลี่ย

5. บทสรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาการทำงานของระบบ RFID ตามมาตราฐาน EPC C1G2 โดยสร้างโปรแกรมจำลองการทำงานของโพรโทคอล EPC C1G2 และนำเสนอวิธีการประมาณจำนวนช่องสัญญาณที่เหมาะสมที่ทำให้ระยะเวลาในการอ่านป้ายรวมน้อยที่สุดด้วยวิธี Adaptive Binomial จากการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นว่า วิธี Adaptive Binomial สามารถอ่านป้ายได้เร็วกว่าวิธี EPC C1G2 และสามารถนำวิธี Adaptive Binomial ปรับใช้ในเครื่องอ่านตามมาตราฐาน EPC C1G2 ได้โดยที่ไม่ต้องแก้ไขตัวป้ายแต่อย่างใด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนระบบคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองการทำงานเพื่อประเมินผลจาก JICA-JST Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ และคณะ, *ระบบบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ : Radio Frequency Identification (RFID) System*, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี, 2552

[2] L. Bolotnyy and G. Robins, “The Case for Multi-Tag RFID Systems,” *International Conference on Wireless Algorithms, Systems and Applications*, 2007.

[3] www.zebra.com, “FX9500 Fixed RFID Reader,” https://www.zebra.com/us/en/products/rfid/rfid-readers/fx9500.html, April 3, 2015, Zebra Technologies Corporation.

[4] EPCglobal, *EPC radio-frequency identity protocols class 1 generation 2 at 860 MHz-960 MHz*, version 1.2.0, Oct. 2008.

[5] Chang T. and Jia L., “Analysis and Simulation of RFID Anti-collision Algorithms,” *The 4th IEEE International Conference on Autonomic Computing 2007*.

[6] D. J. Deng and H. W. Tsao, “Optimal Dynamic Framed Slotted ALOHA Based Anti-Collision Algorithm for RFID Systems,” *Wireless Pers Commun*, vol.59, pp. 109-122, 2011.

[7] H. Vogt, “Multiple Object Identification with Passive RFID Tags,” *IEEE International Conference on Systems*, Man and Cybernetics, 2002.

[8] H. Vogt, “Efficient Object Identification with Passive RFID Tags,” Proc. Pervasive 2002. Pp. 98-113, 2002.

[9] W.-T Chen and W.-B. Kao, “A novel Q-algorithm for EPCglobal Class-1 Generation-2 Anti-collision Protocol,”

Internationational Scholarly and Scientific Research and Innovation 2011, vol.5, no. 6, pp. 667-670, 2011.

[10] Jia L. and Youguang Z., "The analysis of anti-collision algorithm based on timeslot in RFID system," *Communication and Network Conference 2006*.

[11] Dheeraj K. T. et al., "On the Accuracy of RFID Tag Estimation Fucntions," *International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2007)*, 17-19 Oct., pp. 1401-1406.

การวิเคราะห์ความมั่นคงและปลอดภัยของระบบอินเทอร์เน็ตแบงก์กิ้งในประเทศไทย
An Analysis of Safety and Security for Internet Banking in Thailand

พัฒนรัฐ พุดหล้า (Pattanarat Putla) [1] และสมนึก พ่วงพรพิทักษ์ (Somnuk Puangpronpitag) [2]
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]54011280518 @0365.msu.ac.th, [2]somnuk.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องจากความสะดวกสบาย ทำให้ระบบ Internet Banking เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย แต่ Internet Banking ยังมีปัญหาในเรื่องของความปลอดภัยและมั่นคง โดยมีคดีทางด้านนี้เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหา แต่ยังมีข้อบกพร่องบางอย่าง เช่น ทำการวิเคราะห์เฉพาะในทางเทคนิค (ความมั่นคง) หรือด้านการจัดการ (ความปลอดภัย) อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่ได้วิเคราะห์ทั้งสองอย่าง และส่วนใหญ่ยังไม่ครอบคลุมส่วนสำคัญต่อไปนี้ (1) ไม่มีการนำมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยมาเป็นเกณฑ์ (2) ไม่มีการตั้งข้อสังเกตจากคดีที่เกิดขึ้นจริง (3) ไม่มีการสังเกตการณ์จากการใช้งานจริง (4)ไม่ได้มีการทดสอบระบบจริงในส่วนของผู้ใช้งาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงเสนอการวิเคราะห์ทั้งด้านความปลอดภัยและความมั่นคงโดยครอบคลุมทุกจุดที่สำคัญที่ได้กล่าวข้างต้น โดยได้ทำการศึกษากับ 6 ธนาคารในประเทศไทย ซึ่งเราได้ค้นพบจุดอ่อนจำนวนมากมายทั้งในด้านความปลอดภัยและความมั่นคง ผลจากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นทิศทางและแนวทางชี้ถึงวิธีการที่จะปรับปรุงทั้งในด้านความปลอดภัย(Safety) และความมั่นคง(Security)ของระบบ Internet Banking ต่อไป

คำสำคัญ: ธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ ความปลอดภัย ความมั่นคง วิศวกรรมสังคม การโจมตีเอสเอสแอล

Abstract

Due to its convenience, internet banking systems have recently been growing and widely used in Thailand. However, safety and security are big issues of the internet banking systems. The number of the crimes on internet banking attacks has been dramatically increased during the last few years. So, several previous works have been proposed to analyze this problem. Yet, most of them still have some drawbacks. Some of them have done the analysis only on the technical (security) or the management (safety) side but not on both. Most of them have failed to provide all of these significant points: checking safety/security best practice standard, noticing the occurred crime cases, making detailed observation on the real services, testing to break the real internet banking systems on the user side. Hence, in this paper, we propose to analyze both safety & security and cover all the aforementioned significant points. By studying on 6 banks in Thailand, we have found several weaknesses of both safety and security. The contribution from this work can be a guiding direction to improve the security and safety of i-banking systems.

Keywords: Internet Banking, Safety, Security, Social Engineer, SSL attacks.

1. บทนำ

ในปัจจุบันอัตราการใช้งานธุรกรรมทางการเงิน Internet Banking (ธนาคารอิเล็กทรอนิกส์) ในประเทศไทยมีอัตราการใช้งานเพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดดเป็นอย่างมาก [1] เมื่อนับจาก 4 ปีย้อนหลังที่ผ่านมาจาก พ.ศ. 2553 ถึงปี พ.ศ. 2557 แต่ยังมีข้อมูลของภัยคุกคามและการโจมตีระบบ Internet Banking ในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก [2] ทั้งที่เป็นคดีความและไม่เป็นคดีความต่างๆ อีกหลายกรณีและมีแนวโน้มการโดนโจมตีจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น

โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้ [3-7] ได้มีความพยายามในการสำรวจระบบ Internet Banking ทั้งในและนอกประเทศ แต่การสำรวจดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมทั้ง security (ความมั่นคง คือประเด็นทางเทคนิค) และ safety (ความปลอดภัย คือประเด็นด้านการจัดการ) ซึ่งอาจจะครอบคลุมทางด้านเทคนิคหรือด้านบริหารจัดการอย่างใดอย่างหนึ่ง และยังไม่มี

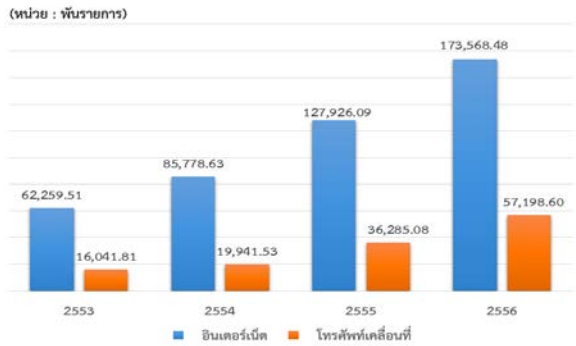
การพิจารณามาตรฐานด้านสารสนเทศและข้อคดีที่เกิดขึ้นมาเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการสำรวจ

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์อยู่ 2 ประเด็น คือ (1) ประเด็นด้านความปลอดภัย (Safety) จะเป็นเรื่องของการบริหารจัดการ โดยจะเริ่มทำการสำรวจตั้งแต่กระบวนการเปิดบัญชีธนาคาร การสมัครใช้งาน ลักษณะการใช้งานต่างๆ จนไปถึงกระบวนการปิดบัญชี โดยมีการนำมาตรฐานการรักษาความมั่นคงปลอดภัย ISO/IEC 27001:2005 และ ISO/IEC 1799:2005 มาเป็นหลักมาตรฐานในการชี้วัด รวมไปถึงการวิเคราะห์การโจมตีแบบวิศวกรรมสังคม (Social Engineering) [8] และกรณีคดีความที่เกิดขึ้นจริง (2) ประเด็นด้านความมั่นคง (Security) จะเป็นเรื่องของเทคนิค โดยจะทดสอบการโจมตีโดยใช้เทคนิคที่เป็นที่นิยมของ Hacker ในการโจมตีระบบ Internet Banking มากที่สุดในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมาเพื่อสำรวจว่าในแต่ละระบบสามารถป้องกันการโจมตีได้หรือไม่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Internet Banking ในประเทศไทย

ธนาคารแห่งประเทศไทยได้แสดงข้อมูลทางสถิติ ในช่วงปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556 ที่ผ่านมา พบว่ามีการใช้งานธุรกรรมทางการเงินผ่านบริการ Internet Banking เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดดังภาพที่ 1 โดยในปี พ.ศ.2553 มีผู้มาใช้บริการจำนวน 62,259.51 พันรายการ และในปี พ.ศ. 2556 มีจำนวนผู้มาใช้บริการถึง 173,568.48 พันรายการ



ภาพที่ 1: สถิติการใช้งาน Internet Banking ในประเทศไทย [1]

2.2 ภัยคุกคามการใช้งานระบบ Internet Banking ในปัจจุบัน

ระบบ Internet Banking ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาถูกโจมตีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก [2] โดยมิจฉาชีพเลือกที่จะโจมตีกับบัญชีของผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนมากคดีที่เกิดขึ้นจะเป็นในเรื่องของการรับจ้างเปิดบัญชีธนาคาร [5] การสวมรอยเป็นเจ้าของบัญชีไม่เคยสมัครใช้งานระบบ Internet Banking ก็โดนโจมตี [6, 7] การดักจับ Username และ Password การขโมย OTP หรือแม้แต่การโจมตีโดยใช้จิตวิทยาผ่านตัวบุคคลกับ Call Center ล้วนแต่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำกรณีคดีที่เกิดขึ้นมาใช้ประเมินระบบในปัจจุบันเพื่อวิเคราะห์หาความปลอดภัยในเรื่องของการบริหารจัดการ และปัญหาในอีกประเด็นหนึ่งคือเรื่องของทางเทคนิค ที่มิจฉาชีพจะใช้เทคนิคต่างๆในการโจมตีหลากหลายรูปแบบ แต่วิธีที่นิยมมากที่สุดซึ่งปรากฏในฝ่ายคดีเทคโนโลยีสารสนเทศของกรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI) ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมาคือปัญหาการโจมตี SSL ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ธนาคารได้นำมาเข้ารหัสข้อมูล ทุกครั้งที่เข้าสู่ระบบ Internet Banking ถือว่าเป็นวิธีที่ป้องกันการโจมตีได้ในระดับหนึ่ง แต่ใช่ว่าจะป้องกันการโจมตีได้ทุกกรณี เนื่องจาก SSL อาจจะยังไม่ปลอดภัยพอในทางเทคนิค ซึ่งสามารถโดนโจมตีจากการแทรกกลางการสื่อสาร (Man in the Middle: MITM) และวิธีการที่เป็นที่นิยมได้แก่ SSL Sniff และ SSL Strip โดยงานวิจัยนี้จะนำประเด็นปัญหานี้มาเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบการโจมตีด้านความมั่นคง (Security)

2.3 มาตรฐานด้านความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับระบบ Internet Banking

ในการให้บริการของผู้ประกอบธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์จะต้องปฏิบัติตามนโยบายด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยที่ออกโดยธนาคารแห่งประเทศไทย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการทำธุรกรรมและลดปัญหาอันเกิดจากภัยคุกคามหรือความเสี่ยงของระบบ Internet Bankingโดยมาตรฐานนี้ถูกอ้างอิงมาจากมาตรฐาน ISO/IEC 27001:2005 และ ISO/IEC 1799:2005 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยของระบบสารเทศ โดยงานวิจัยนี้จะนำประเด็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการสำรวจและวิเคราะห์ในกระบวนการใช้งานระบบ Internet Banking ด้านความปลอดภัย (Safety)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พนิดา ซับซ้อน [9] ได้ทำการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบ Internet Banking ใน 16 ธนาคารของประเทศออสเตรเลียโดยใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบจากรายการ 6 ลักษณะด้านความปลอดภัยที่สร้างขึ้นแล้วนำมาประเมินผล ซึ่ง

ผลพบว่าธนาคารยังขาดการรักษาความปลอดภัยและส่งผลกระทบต่อการรักษาความลับของลูกค้า โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจความปลอดภัยของธนาคารอย่างละเอียดในแต่ละด้าน แต่ยังขาดประเด็นในเรื่องของเทคนิคการโจมตีในระบบจริงของธนาคารซึ่งเป็นอีกประเด็นปัญหาที่มีการโจมตีระบบ Internet Banking อย่างต่อเนื่อง

สมนึก พ่วงพรพิทักษ์ และ อภิรักษ์ ทูลธรรม [10] ได้ทำการประเมินวิธีการแก้ปัญหาการถูกจู่โจมด้วย SSL Stripping โดยได้ตั้งข้อสังเกตว่าวิธีการแก้ไขปัญหาที่ถูกเสนอก่อนหน้านี้ยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ และได้เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา SSL Stripping โดยงานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงวิธีการป้องกันการโจมตี SSL ในหลายวิธี แต่เป็นเพียงเทคนิคการโจมตีในด้านเดียว ซึ่งยังไม่ครอบคลุม เพราะยังมีในเรื่องของความปลอดภัยการบริหารจัดการอีก ที่หากไม่รัดกุม ก็สามารถโจมตีได้ง่าย โดยเพียงอาศัย Social Engineering

ธนพร พุกเส็ง และ ศิรปัฐช์ บุญครอง [11]ได้ทำการสำรวจการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบงก์กิ้งธนาคารพาณิชย์ไทยสำหรับลูกค้าบุคคล 6 ธนาคาร และสำรวจความปลอดภัยทั้งหมด 6 ลักษณะ ซึ่งสำรวจภัยคุกคามที่เกิดขึ้น และวิธีการป้องกันการแก้ปัญหาของในแต่ละวิธีแล้วนำเสนอแนวทางในการปฏิบัติให้ผู้ใช้งาน โดยข้อบกพร่องของงานวิจัยนี้คือไม่ได้ทำการสำรวจตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นการใช้งานจริงไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ และไม่ได้ทดสอบการโจมตีกับระบบใช้งานจริง ทำให้ผลการสำรวจที่ได้อาจจะยังไม่มีน้ำหนักและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอ

หนึ่งฤทัย เตชะรัตนประเสริฐ [12]ได้ทำการศึกษานโยบายการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบริการทางการเงินผ่านอินเทอร์เน็ตของธนาคาร โดยทำการเปรียบเทียบมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศที่เป็นมาตรฐานสากล 2 แบบ คือ มาตรฐาน ISO/IEC 17799:2005 และมาตรฐาน ISO/IEC 27001:2005 แล้วทำ Gap Analysis เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษาแล้วจัดทำเป็นข้อเสนอแนะนโยบายการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศต่อไป งานวิจัยนี้เน้นไปที่การศึกษานโยบายการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศภายในฝ่ายเทคโนโลยีของธนาคารแห่งหนึ่งที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบริการทางการเงินผ่านอินเทอร์เน็ตเท่านั้น ซึ่งยังไม่ครอบคลุมเกี่ยวกับความมั่นคงปลอดภัย ภายนอกที่ผู้ไม่หวังดีจะอาศัยช่องโหว่ของธนาคารมาโจรกรรมข้อมูลสำคัญเพื่อก่ออาชญากรรมทางการเงินของธนาคาร

ACIS Research LAB [2] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับมาตรการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบ Internet Banking และระบบ Mobile Banking ของธนาคารในประเทศไทย โดยมีการให้คะแนนด้านความปลอดภัย ตามเกณฑ์ที่เลือกมา 16 ข้อ จาก 8 ระบบ 7 ธนาคาร และผลการวิจัยพบว่าระบบส่วนใหญ่ ยังขาดมาตรการที่จำเป็นต่อการรับมือกับภัยคุกคามที่เกิดขึ้น แต่เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของ Security ซึ่งยังขาดประเด็นในเรื่องของ Safety ที่เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ Hacker นิยมโจมตี ได้ง่ายและมากที่สุด

งานวิจัยทั้งหมดที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ที่ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาระบบ Internet Bankingในด้านต่างๆ แต่การวิเคราะห์ไม่ครอบคลุมต่อเหตุการณ์ในปัจจุบัน โดยบางงานวิจัยได้ทำการวิเคราะห์เฉพาะในทางเทคนิคหรือด้านการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทั้งสองด้าน ทั้งยังไม่ได้มีการนำมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยมาเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ไม่มีการสังเกตการณ์และวิเคราะห์กรณีต่างๆจากคดีที่เกิดขึ้นจริง ไม่มีการสังเกตการอย่างละเอียดจากการใช้งานกระบวนการต่างๆจริงของระบบ Internet Banking และไม่ได้มีการทดสอบการโจมตีระบบ Internet Banking จริงในส่วนของผู้ใช้งาน

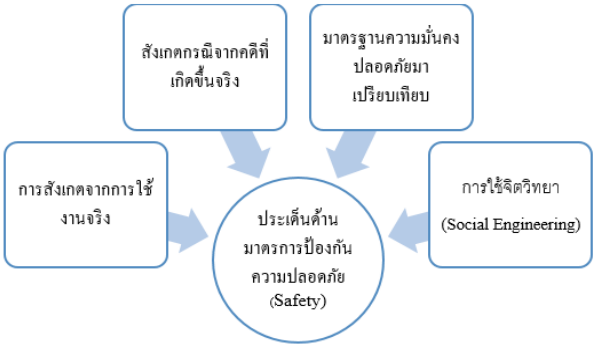
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลของ Internet Banking ด้วยกัน 2 ประเด็น คือ ด้านความปลอดภัย (Safety) คือการบริหารจัดการ และด้านความมั่นคงระบบ (Security) คือด้านเทคนิควิธีของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยในกลุ่มลูกค้าบุคคล โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ธนาคาร ที่มีลูกค้าใช้งาน Internet banking มากที่สุดในประเทศไทย ทั้งนี้ไม่อาจเปิดเผยชื่อของธนาคารได้ เพื่อไม่เป็นการชี้ช่องโหว่ให้กับมิจฉาชีพและเพื่อไม่ให้กระทบต่อชื่อเสียงของธนาคารที่เกี่ยวข้องจึงได้แทนชื่อ แต่ละธนาคารเป็นภาษาอังกฤษ A-F และได้ดำเนินการสำรวจในระหว่างวันที่ 1-31 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินหาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากช่องโหว่ที่ค้นพบในระบบเท่านั้น โดยสำรวจในส่วนที่

ธนาคารให้บริการแก่ผู้ใช้งานทั่วไปผ่านบัญชีผู้ใช้ของนักวิจัยเอง โดยไม่ได้ก้าวล่วงผู้อื่น โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

3.1 ประเด็นด้านมาตรการป้องกันความปลอดภัย (Safety)

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยของระบบ จะวิเคราะห์มาจากขั้นตอนการใช้งานระบบ Internet Banking รวมไปถึงการวิเคราะห์การโจมตีแบบวิศวกรรมสังคม (Social Engineering) ซึ่งเป็นวิธีการที่มิจฉาชีพใช้ในการโจมตีระบบ Internet Banking ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ควบคู่ไปกับการอ้างอิงมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศและคดีความที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2

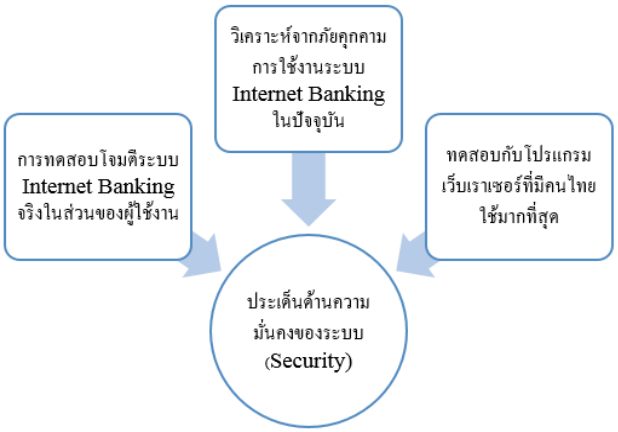


ภาพที่ 2: เกณฑ์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัย (Safety)

โดยสามารถเลือกเกณฑ์ที่มาใช้ในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ (1)ลักษณะการเปิดบัญชีธนาคารใหม่ (2)ลักษณะการเปิดใช้ Internet Banking (3)ลักษณะเงื่อนไขการ Login เข้าสู่ระบบ (4)ลักษณะการลืม Username (5)ลักษณะการลืม Password (6)ลักษณะการเปลี่ยนเบอร์มือถือรับ OTP (7)ลักษณะของ OTP (8)ลักษณะมาตรการความปลอดภัยอื่นๆ (9)ลักษณะการยกเลิกการใช้งาน Internet Banking (10)ลักษณะการปิดบัญชี

3.2 ประเด็นด้านความมั่นคงของระบบ (Security)

เกณฑ์ที่จะใช้วิเคราะห์ด้านความมั่นคง ได้ศึกษามาจากภัยคุกคามระบบ Internet Banking ซึ่งมีหลากหลายเทคนิคในการโจมตี แต่ในงานวิจัยนี้จะเลือกเทคนิคที่ Hacker นิยมใช้เจาะระบบมากที่สุด ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ซึ่งปรากฏในฝ่ายคดีเทคโนโลยีสารสนเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ(DSI) คือการโจมตี SSL โดยทำการทดสอบโจมตีจริงในส่วนของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถสรุปประเด็นด้านความมั่นคงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: เกณฑ์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ด้านความมั่นคง (Security)

โดยแบ่งหัวข้อการทดสอบการโจมตี คือ (1)ทดสอบการโจมตี SSL Sniff (2)ทดสอบการโจมตี SSL Strip โดยจะทำการทดสอบการโจมตีกับโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ที่นิยมใช้มากที่สุดของประเทศไทยในปัจจุบัน [13] มาทำการทดสอบ 3 โปรแกรมคือ (1) Google Chrome (2) Internet Explore (3) Mozilla Firefox ด้วยเหตุผลที่ว่าโปรแกรมเว็บบราวเซอร์แต่ละตัวมีการป้องกันการโจมตีหรือให้ค่าผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

4. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานในการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลด้านมาตรการรักษาความปลอดภัย (Safety) สามารถสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลได้ตามตารางที่ 1 และด้านความมั่นคงของระบบ (Security) สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลได้ตามตารางที่ 2

4.1 ผลการวิเคราะห์ประเด็นด้านความปลอดภัย

สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ประเด็นด้านความปลอดภัยในเรื่องของการบริหารจัดการได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการสำรวจด้านมาตรการป้องกันความปลอดภัย (Safety)

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านมาตรการป้องกันความปลอดภัย (Safety)	A	B	C	D	E	F
1. การเปิดบัญชีธนาคารใหม่						
1.1. บัตรประชาชน	/	/	/	/	/	/
1.2. ใบขับขี่ + ทะเบียนบ้าน	/	x	/	x	x	/
1.3. ใบขับขี่ + สำเนาทะเบียนบ้าน	x	x	/	x	x	/

2.	**การเปิดใช้ Internet Banking**						
	2.1. สมัครด้วยตนเองที่ธนาคาร	/	/	/	/	/	x
	2.2. สมัครด้วยตนเองผ่านตู้ ATM	/	/	/	/	/	x
	2.3. สมัครผ่านเว็บไซต์	/	/	/	x	/	/
3.	**ลักษณะการ Login เข้าสู่ระบบ**						
	3.1. ความปลอดภัยของ Username	/	/	/	/	/	/
	3.2. ความปลอดภัยของ Password	/	/	/	/	/	/
	3.3. Captcha	x	/	x	x	x	x
	3.4. Limit Login	4	3	5	3	3	3
4.	**ลักษณะการลืม Username**						
	4.1. Reset ผ่าน สาขา	x	/	/	x	/	x
	4.2. Reset ผ่าน Call Center	/	/	x	/	x	/
	4.3. Reset ด้วยตนเอง	/	x	x	/	x	/
5.	**ลักษณะการลืม Password**						
	5.1. ติดต่อขอหรือ Reset ผ่าน สาขา	x	x	/	x	x	x
	5.2. ติดต่อขอหรือ Reset ผ่าน Call Center	/	x	/	/	/	/
	5.3. Reset ด้วยตัวเองผ่านระบบ	/	/	x	/	x	/
6.	**ลักษณะการเปลี่ยนเบอร์มือถือรับ OTP**						
	6.1. ติดต่อสาขา	x	/	/	/	/	/
	6.2. ตู้ ATM	/	/	x	/	x	x
	6.3. เปลี่ยนเองในระบบ	x	x	x	x	x	/
7.	**ลักษณะของ OTP**						
	7.1. ระยะเวลา OTP/นาที	5	5	6	3	5	12
	7.2. OTP แจ้งการโอนเงิน	/	/	/	/	/	/
	7.3. OTP เมื่อเพิ่มบัญชีใหม่	/	/	/	/	/	/
	7.4. OTP แจ้งเปลี่ยนเบอร์มือถือ	/	/	x	/	/	/
	7.5. OTP ชำระเงิน	/	/	/	/	/	/
8.	**อื่นๆ**						
	8.1. มี Visual Keyboard	/	x	x	x	/	/
	8.2. มี Log Files การใช้งาน	/	x	/	/	/	x
	8.3. มีการแจ้งเตือนการ Log In	/	/	x	/	/	x
	8.4. ตั้งค่าความปลอดภัยได้เอง	/	/	/	/	/	/
	8.5. มีประกาศเตือนภัยคุกคาม	/	x	x	/	/	/
	8.6. มีระบบ Auto Log Off	/	/	/	/	/	/
9.	**ยกเลิก Internet Banking**						
	9.1. ยกเลิกที่ธนาคาร	x	/	/	x	/	x
	9.2. ยกเลิกที่หน้าระบบ	x	/	x	x	x	/
	9.3. ยกเลิกผ่าน Call Center	/	/	x	/	x	x
10.	**การปิดบัญชี**						
	10.1. ปิดได้ทุกสาขา	x	/	x	/	x	x
	10.2. บัตรประชาน + สมุดบัญชี	/	/	/	/	/	/
	10.3. บัตรประชาชน + ใบแจ้งความ	/	x	/	x	x	/

จากผลการสำรวจด้านความปลอดภัยในตารางที่ 1 สามารถสรุปและวิเคราะห์ส่วนที่เป็นประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้ พบว่าในการเปิดบัญชีและการสมัครใช้งาน Internet Banking ทุกธนาคารให้ความสำคัญในการตรวจสอบหลักฐานการสมัครมากขึ้นหลังจากเกิดคดีเกี่ยวกับการสวมรอยเป็นเจ้าของบัญชี [4, 5, 7] โดยมี 5 ธนาคารสามารถสมัครใช้งานได้ที่สาขา มี 5 ธนาคารสามารถสมัครได้ที่ตู้ ATM และมี 5 ธนาคารที่สามารถสมัครใช้งานผ่านเว็บไซต์ โดยมี 1 ธนาคารที่สามารถการยืนยันการสมัครผ่าน VDO Call ผ่านเจ้าหน้าที่ Net Officer ของธนาคาร

การ Log In เข้าสู่ระบบ ธนาคารได้มีการป้อน Username และ Password เพื่อยืนยันตัวตนก่อนเข้าสู่ระบบโดย มี 1 ธนาคารที่ใช้ CAPTCHA ควบคู่ในการป้องกัน การ brute-force password จากหน้า login แต่ก็อาจเพิ่มภาระให้ผู้ใช้งาน เพราะทุกธนาคารมีระบบป้องกันด้วย Limit Log-in อยู่แล้ว หากป้อนข้อมูลผิดเกินที่กำหนด Account จะโดนล็อค แต่ระบบ Limit Log-in ก็มีทั้งผลดีและเสีย เพราะแม้จะป้องกันการเดา password ซ้ำๆ ได้แต่ก็อาจทำให้มิจฉาชีพโจมตีเพื่อผลในการล็อค Account ของเหยื่อ เกิด Denial of Service (DoS) ไม่ให้เข้าระบบได้ และยังสามารถทำการหาช่องโหว่สวมรอยในการขอปลดล็อคระบบเป็นเจ้าของบัญชีต่อไป

ลักษณะการลืม Username และ Password สามารถขอ Reset ได้ด้วยตนเองที่หน้าระบบ หรือทำการ Reset ที่สาขาโดยเตรียมหลักฐานไปยืนยันตัวตน และทำการ Reset ผ่าน Call Center ซึ่งกระบวนการนี้อาจเสี่ยงกับการโจมตีทางจิตวิทยาโดยการใช้งานผ่าน Call Center ซึ่งเจ้าหน้าที่จะต้องให้ความสำคัญในเรื่องของการเข้าถึงและการรักษาความลับข้อมูลตามนโยบายการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของสารสนเทศอย่างเคร่งครัด

การเปลี่ยนเบอร์มือถือรับ OTP ธนาคารจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะมีคดีความก่อนหน้านี้ในเรื่องของไปแจ้งเปลี่ยนเบอร์มือถือเองหรือแม้แต่ไปแจ้งซิมหายเบอร์เดิม แล้วทำการสวมรอย [4] โดยแจ้งเอกสารเท็จต่อเจ้าหน้าที่ซึ่งผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือควรมีมาตรฐานที่ชัดเจนในเรื่องการตรวจสอบเอกสาร และระยะเวลาของ OTP ที่ไม่มากเกินไปเพื่อป้องกันการโจมตีจากการดักจับข้อมูลจากเครื่องที่ติด Malware

พบว่ามี 3 ธนาคารนำ Visual Keyboard มาช่วยในการป้องกันคีย์ล็อกเกอร์ในการดักจับข้อมูล แต่ 1 ธนาคารนำมาใช้ป้อน OTP ซึ่งเป็นการนำมาใช้ที่ไม่สมเหตุสมผล แทนที่จะนำมาไปใช้ในการป้อน Username และ Password มี 4 ธนาคาร ที่มีการจัดเก็บ Log File มี 4 ธนาคาร ที่มีการแจ้งเตือนการเข้าใช้งาน มี 4 ธนาคารที่มีประกาศแจ้งเตือนภัยคุกคามและแนวทางการใช้งานอย่างปลอดภัย ตามมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยของสารสนเทศ [14]

4.2 ผลการวิเคราะห์ประเด็นด้านความมั่นคง

การวิเคราะห์ประเด็นด้านความมั่นคง จะเป็นเรื่องของเทคนิค โดยจะทำการทดสอบการแทรกกลางการสื่อสารใน 2 วิธีคือ (1) SSL Sniff (2) SSL Strip โดยได้ทำในเครือข่ายทดสอบ เชื่อมต่อเข้าระบบด้วย browser ที่ต่างกัน และทดสอบกับ account จริงของผู้วิจัยที่เปิดไว้กับธนาคารทั้ง 6 แห่งเพื่อทดสอบ และได้ผลการสำรวจดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการสำรวจด้านความมั่นคงของระบบ (Security)

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ด้านมาตรการป้องกันความปลอดภัย (Safety)	A	B	C	D	E	F
1. ทดสอบโจมตีแบบดักจับข้อมูล(SSL Sniff)						
1.1. การแจ้งเตือน CA ปลอม	/	/	/	/	/	/
1.2. สามารถดักจับข้อมูลได้	/	/	/	/	x	/
1.3. ข้อมูลถูกเข้ารหัสไว้	x	x	x	x		x
2. ทดสอบโจมตีด้วยการเปลือย (SSL Strip)						
2.1. สามารถเปลือย SSL ได้	/	/	/	/	/	/
2.2. สามารถดักจับข้อมูลได้	/	/	/	/	/	/
2.3. ข้อมูลถูกเข้ารหัสไว้	x	x	x	x	/	x

จากผลการทดสอบการโจมตีทางเทคนิคกับเว็บบราวเซอร์ทั้ง 3 โปรแกรมพบว่าให้ค่าผลลัพธ์ที่เหมือนกัน และมีเพียง 1 ธนาคารเท่านั้นที่มีการเข้ารหัส SSL ซ้อนอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีเพราะสามารถป้องกันการโจมตีได้ทั้งเทคนิค SSL Sniff และเทคนิค SSL Strip ได้ แต่อีก 5 ธนาคารไม่สามารถป้องกันการโจมตีได้ทั้ง 2 วิธีและสามารถดักจับข้อมูลได้อย่างง่ายดาย

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยอยู่ 2 ประเด็น ซึ่งสามารถสรุปในแต่ละด้านได้ดังนี้ (1) ด้านมาตรการป้องกันความปลอดภัย (Safety) พบว่ายังมีช่องโหว่ที่ทำให้มิจฉาชีพเข้ามาโจรกรรมข้อมูลได้ ส่วนใหญ่จะเป็นช่องโหว่ในเรื่องของการสวมรอยเป็นเจ้าของบัญชี (2) ด้านความมั่นคงของระบบ (Security) พบว่าในการทดสอบการโจมตีแทรกกลางการสื่อสารแบบวิธี SSL Sniff และ SSL Strip ธนาคารส่วนใหญ่สามารถดักจับข้อมูลได้อย่างง่ายดาย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแลระบบ Internet Banking ต่อไป และจะนำเสนอวิธีการใช้งานที่ปลอดภัยให้ผู้ใช้งานมีความรู้ความรอบคอบ เพื่อป้องกันการโจมตีรูปแบบต่างๆในปัจจุบัน

งานวิจัยนี้อาจจะทดสอบการโจมตีด้านเทคนิคเพียง 2 วิธี ซึ่งปรากฏบ่อยสุด จากคดีที่เกิดขึ้นในช่วง 3 – 4 ปีที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามการประเมินทางเทคนิคจะต้องทำอยู่เรื่อยๆ อย่างน้อย 6 เดือนต่อครั้ง เพราะมีวิธีการจู่โจมเกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ ในเรื่องของความมั่นคงทางเทคนิคจึงควรทำอยู่อย่างต่อเนื่องและวิธีใหม่ๆ โดยประเด็นที่น่าสนใจในการไปต่อยอดคือ เราจะทำการทดสอบการโจมตีที่หลากหลายเทคนิควิธี เพื่อให้คลอบคลุมมากยิ่งขึ้น และทำการสำรวจด้าน Mobile banking App ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานเพิ่มขึ้นมากขึ้น

6. กิจกรรมประกาศ

ขอขอบคุณฝ่ายคดีเทคโนโลยีสารสนเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI) กระทรวงยุติธรรม สำหรับข้อมูลกรณี IT Crime ที่เกิดขึ้นในระบบ Internet Banking และขอขอบคุณฝ่ายดูแลระบบเครือข่าย และ IT Security ของธนาคารแห่งหนึ่ง (ซึ่งไม่ประสงค์ออกนาม) ที่ได้ให้ข้อมูลในเชิงลึกเพื่อการประกอบการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “ธุรกรรมการชำระเงินผ่านบริการ Mobile banking และ Internet banking,” *http://www2.bot.or.th/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=688&language=TH.*

[2] ACIS Article, “รายงานผลการวิจัยมาตรการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบ InternetBanking และระบบ Mobile Banking ของธนาคารในประเทศไทย ,” *http://www.acisonline.net/article/?p=34.*

[3] it24hrs.com, “ระวัง แอพธนาคารปลอม ระบาดบน Play Store ของมือถือ Android,”

[4] it24hrs.com, “คนร้ายสวมรอยเป็นเจ้าของบัญชี Internet Banking โอนเงินออก สูญหลายแสน,” *http://www.it24hrs.com/2014/hack-otp-banking-change-new-sim-card-2/*.

[5] สุรศักดิ์ สุพรรณพงศ์, “ ผลร้าย : การรับจ้างเปิดบัญชี ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคใต้,” *http://www.bot.or.th/Thai/EconomicConditions/Thai/South/EconomicPapers/ReasearchPaper/Bad_effect_offshore_openAC.pdf*

[6] it24hrs.com, “คนร้ายสวมรอยเป็นเจ้าของบัญชี Internet Banking โอนเงินออก สูญหลายแสน,” *http://www.it24hrs.com/2014/hack-otp-banking-change-new-sim-card-2/*.

[7] it24hrs.com, “เตือนภัย ลูกค้าธนาคาร แม้ไม่ได้เปิด e-Banking ก็โดนขโมยเงินได้. http://www.it24hrs.com/2013/stealing-money-criminal-subrogate-bank/.

[8] ประภากิตติกุล, “ Social Engineering,” *https://www.thaicert.or.th/papers/general/2012/pa2012ge017.html*

[9] Subsorn P. A , “comparative analysis of the security of internet banking in Australia:a customer perspective,” *International Cyber Resilience conference*, pp69-83.

[10] สมนึก พ่วงพรพิทักษ และ อภิรักษ์ ทูลธรรม, “การประเมินวิธีแก้ไขปัญหาการโจมตีด้วยการเปลือยเอสเอสแอล,” *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* ,ปีที่ 10 ฉบับที่ 1.

[11] ธนพล พุกเส็ง และ ศิรปัฐช์ บุญครอง, “การสำรวจการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง ธนาคารพาณิชย์ไทยสำหรับลูกค้าบุคคล,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* ,ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 หน้า 141-152.

[12] หนึ่งฤทัย เตชะรัตนประเสริฐ, “ การศึกษาระบบความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศสำหรับบริการทางการเงินผ่านอินเทอร์เน็ต: กรณีศึกษา: ธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่ง,” *วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*.

[13] statcounter, “Top 5 Desktop,Tablet & Console Browsers in Thailandfrom Jan 2014 to Jan 2015 ,” *http://gs.statcounter.com/#browser-TH-monthly-201401-201501-bar*.

[14] ประกาศคณะกรรมการธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, “มาตรฐานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของระบบสารสนเทศตามวิธีการแบบปลอดภัย พ.ศ. ๒๕๕๕ ,” *ราชกิจจานุเบกษา*,เล่มที่ 129 ตอนพิเศษ 191ง.

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
Social Network Analysis Case Study Kanchanaburi Rajabhat University

สุรีวรรณ แจ้งจิตร (Sureewan Jangjit)
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏกาญจนบุรี
sureewan@kru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างบุคคลหรือสิ่งรอบตัว ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีด้วยการวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง, การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่าย และการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลางและ 2) เพื่อหาค่าเฉลี่ยระยะทางการส่งข่าวสารภายในมหาวิทยาลัย

จากวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของมหาวิทยาลัยได้ผลลัพธ์ดังนี้ 1) การวัดระดับของการเป็นศูนย์กลางสูงสุดแบบ In-degree centrality สมาชิกที่มีค่าสูงสุดคือ E4 มีคุณลักษณะคือ เพศชาย ตำแหน่งอาจารย์ สังกัดคณะครุศาสตร์ พักอยู่ในสถาบัน อายุมากกว่า 45 ปี และมีอายุงานมากกว่า 10 ปี, แบบ Out-degree centrality สมาชิกที่มีค่าสูงสุดคือ E2 มีคุณลักษณะคือ เพศหญิง ตำแหน่งอาจารย์ สังกัดคณะครุศาสตร์ พักอยู่นอกสถานบัน อายุมากกว่า 45 ปี และมีอายุงานมากกว่า 10 ปี, การวัดความใกล้ชิดของการเป็นศูนย์กลางแบบ In-closeness เท่ากับ 0.1031 และแบบ Out-closeness เท่ากับ 0.4261 ได้แก่สมาชิก E2 และค่าการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลางเท่ากับ 0.03598 พบว่าสมาชิก E2 มีค่าการคั่นกลางที่สูงสุด 2) ค่าเฉลี่ยระยะทางการส่งข่าวสารวิธีที่ 1 Hop_{avg} เท่ากับ 1.7 แสดงให้เห็นว่าการส่งข่าวสารภายในองค์กร ถ้าส่งผ่านสมาชิกที่มีค่าความเป็นศูนย์กลางแบบ Out-degree สูงสามารถส่งข่าวสารได้ระยะสั้นสุด

คำสำคัญ: เครือข่ายทางสังคม, ค่าความเป็นศูนย์กลาง, ระยะการส่งข่าวสาร

Abstract

The Social network analysis is the study relationship between people or things around. The purposes of the study were to 1) analyze social network of Kanchanburi Rajabhat University: KRU with Degree centrality, Closeness centrality and Betweeness centrality and 2) find average hop for send information in KRU.

The results of the social network analysis, 1) In-degree centrality the highest node is E4 feature such as male, instructor, Faculty of Education, live inside of KRU campus, over 45 years of age and over 10 years of work, Out-degree centrality the highest node is E2 , feature such as female, instructor, Faculty of Education, live outside of KRU campus, over 45 years of age and over 10 years of work, In-closeness is 0.1031 and Out-closeness is 0.4261 the node is E2 and Betweeness centrality is 0.03598 the highest node is E2, 2) Average hop for send information, the results showed that method 1: Hop_{avg}= 1.7, the finding in indicates if send information in KRU through the highest Out-degree centrality are shortest path.

Keywords: Social Network, Centrality, HOP.

1. บทนำ

เครือข่ายทางสังคม (Social network) เป็นเครือข่ายที่สามารถอธิบายลักษณะความสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างบุคคล หรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ทำให้เข้าใจโครงสร้างของเครือข่าย ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกเครือข่าย การไหลเวียนสารสนเทศ ดังนั้นในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมต้องศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ทางสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ความเป็นเพื่อน ผู้ร่วมงาน

นอกจากนี้การเชื่อมโยงยังแสดงถึงการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ การส่งข่าวสาร การไหลเวียนของข้อมูลภายในหน่วยงาน ดังนั้นถ้าหน่วยงานใดมีการทำงานแบบเอกเทศ มีการส่งข่าวข้อมูลไหลเวียนกันอยู่ภายในเฉพาะหน่วยงานของตน ทำ

ให้การรับรู้ข่าวสารอยู่ในวงจำกัด ไม่เกิดการรับรู้สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นภายนอกหน่วยงาน ดังนั้นการทำงานของเครือข่ายมีความสำคัญดังนี้

1) เกิดการแลกเปลี่ยนความคิด ความรู้ วิธีการทำงาน และประสบการณ์ความเชี่ยวชาญระหว่างบุคคลที่ทำงานร่วมกัน

2) การเพิ่มโอกาสในการจัดการปัญหา เนื่องจากเกิดการพบปะและมีกิจกรรมร่วมกัน มีการติดต่อกัน ทำให้เกิดการปรับตัวเพื่อลดจุดอ่อน และแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง

3) เกิดการพึ่งพาตนเอง ด้วยเครือข่ายที่มีการทำงานเป็นระบบ มีกระบวนการทำงานที่สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมมือกัน ทำให้มีศักยภาพในการเผชิญกับปัญหาด้านต่างๆ เกิดการพึ่งพาตนเองได้

4) มีการใช้ทรัพยากรร่วมกันภายในองค์กร เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดการบูรณาการ การใช้ทรัพยากรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

5) เกิดกระบวนการผลักดันเชิงนโยบาย เนื่องจากกระบวนการนโยบายขององค์กร เน้นการมีส่วนร่วมเรียนรู้ของทุกฝ่ายจนเกิดความเข้าใจของสังคม (Social understanding) เป็นคุณค่าของสังคม (Social value) และเป็นการปฏิบัติโดยสังคม (Social practice) ทำให้สามารถจัดการปัญหาในองค์กรได้อย่างเป็นระบบ

6) เกิดอำนาจจากกลุ่มคนที่รวมตัวกัน โดยมีจุดมุ่งหมายร่วมกันที่ชัดเจน ทำให้เกิดพลังในการรับฟัง

ดังนั้นในการวิจัยนี้ผลลัพธ์ที่ได้เป็นคุณลักษณะของสมาชิกในองค์กรที่เป็นรู้จัก, สนใจและได้รับความนิยมซึ่งสามารถเป็นจุดศูนย์กลางในการรับและกระจายข่าวสาร เป็นศูนย์กลางในการเป็นผู้นำกิจกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์เครือข่ายทางสังคมในองค์กรนี้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีกราฟ

กราฟ (Graph) ประกอบด้วยโหนด (Nodes) เป็นสมาชิกของเครือข่าย และเส้นเชื่อม (Edge) เขียนสัญลักษณ์ได้ G=(N,E)

ดีกรี (Degree) ของโหนดในกราฟ คือจำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับโหนดแบ่งได้ 2 รูปแบบคือจำนวนหัวลูกศรที่วิ่งเข้าโหนด (In-degree) และจำนวนหัวลูกศรวิ่งออกจากโหนด (Out-degree)

2.2 ทฤษฎีของเครือข่ายทางสังคม

เครือข่ายทางสังคม หมายถึงกลุ่มของสมาชิกเครือข่ายที่ความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงกันโดยมีความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ความเป็นเพื่อน ผู้ร่วมงาน [1]

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม หมายถึงชุดทฤษฎี เครื่องมือและกระบวนการวิจัยที่จะช่วยสร้างความเข้าใจโครงสร้างเครือข่ายทางสังคมและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกเครือข่าย

2.2.1 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social network analysis; SNA) เป็นการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์โดยนิยมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree centrality) การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่าย (Closeness centrality) และการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง (Betweeness centrality)

2.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง

การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลางเพื่อแสดงคุณสมบัติของค่าความเป็นศูนย์กลางในเครือข่าย ค่าที่ใช้พิจารณาได้แก่ In-degree คือจำนวนเส้นทาง (Path) ที่มีทิศทางเข้าหาสมาชิก เป็นการวัดระดับการเป็นผู้รับข่าวสารจากสมาชิกอื่นในเครือข่าย และ Out-degree คือจำนวนเส้นทางที่มีทิศทางออกจากสมาชิก เป็นการวัดระดับการเป็นผู้กระจายข่าวสารไปยังสมาชิกอื่นในเครือข่ายดังสมการที่ (1)

$$S_D^2 = \left[\sum_{i=1}^{g} (C_D(n_i) - \overline{C}_d)^2 \right] / g \qquad (1)$$

2.2.1.2 การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่าย

ค่าที่ใช้พิจารณาได้แก่ In-closeness และ Out-closeness ถ้าสมาชิกใดมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าสมาชิกนั้นมีความใกล้ชิดกับสมาชิกอื่นในเครือข่ายมากดังสมการที่ (2)

$$C_c(n_i) = \left[\sum_{j=1}^{g} d(n_i, n_j) \right]^{-1} \qquad (2)$$

2.2.1.3 การคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง

การคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง (Betweeness centrality) แสดงถึงความสำคัญของคนศูนย์กลาง ยิ่งมีศักยภาพการเป็นคน

กลางมากเท่าใดก็สามารถควบคุมการหลั่งไหลของการติดต่อสื่อสารและความเป็นอิสระของคนในเครือข่ายที่ติดต่อสื่อสารกับคนอื่น ๆ ได้มากเท่านั้น ถ้าสมาชิกใดมีค่านี้สูงแสดงว่าเป็นสมาชิกที่มีความสำคัญสูงในองค์กร

$$(N) = \sum_{S \neq N \neq T} \frac{\sigma_{ST}(N)}{\sigma_{ST}} \quad (3)$$

สมการ (3) เป็นการคำนวณการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง เมื่อ σ_{ST} = เส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest paths) จากโหนด S ไปโหนดใด ๆ โดยผ่านโหนด N

2.2.1.4 การหาระยะการส่งข่าวสาร

ระยะการส่งข่าวสารหาได้จากผลรวมของจำนวนเส้นเชื่อมจากสมาชิกต้นทางไปยังสมาชิกปลายทาง ตามทิศทางการส่งข่าวสาร โดยกำหนดให้ Hop หมายถึงระยะการส่งข่าวสาร ดังสมการที่ (4) เมื่อ E หมายถึงเส้นเชื่อมระหว่างสมาชิก Hop_{avg} หมายถึงระยะการส่งข่าวสารเฉลี่ย ดังสมการที่ (5) เมื่อ N หมายถึงจำนวนสมาชิกทั้งหมด

$$\text{Hop} = \sum_{i=1}^{N} E \quad (4)$$

$$\text{Hop}_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{N} HOP}{N} \quad (5)$$

2.3 โปรแกรม Pajek simulation tool

โปรแกรม Pajek ใช้สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายมีจุดเด่นในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Large networks) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมนี้ เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของเครือข่ายในด้านการวัดความเป็นศูนย์กลาง การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่ายและการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง [2]

2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การใช้โปรแกรม pajek และทฤษฎีเครือข่าย (network theory) มาประยุกใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายของถนนที่เกิดอุบัติเหตุที่ผ่านมา (subway construction accident network: SCAN) เพื่อนำไปช่วยสร้างระบบความปลอดภัย [3], สร้างเครือข่ายเกี่ยวกับผู้เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่า (actors) ในภาคกลางของประเทศฟินแลนด์ (Central Finland) โดยมีเป้าหมายในการแบ่งปันสารสนเทศ (information-sharing) เพื่อค้นหาข้อสรุปของการอนุรักษ์ [4] และสร้างเครือข่ายสังคมที่ซับซ้อน เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของเครือข่าย การติดต่อสื่อสารและศึกษาถึงระดับดีกรี (degree) ของความสัมพันธ์และค่าความเป็นศูนย์กลางสูงสุด [2], วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเที่ยวบิน Mh370 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเดินทางของผู้โดยสายในเที่ยวบินดังกล่าวและมีคุณลักษณะใด เช่น ความหนาแน่น, ค่าดีกรีซึ่งส่งผลต่อรูปแบบองค์กรในเครือข่าย [5]

นอกจากนี้เพื่อศึกษาถึงรูปร่างและลักษณะของเครือข่าย จึงมีการประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบการกำหนดเป้าหมายและการจัดลำดับกลยุทธ์ในการออกแบบองค์กร จากการกำหนดค่าผลตอบแทนจากภายนอกและความเกี่ยวข้องในด้านกลยุทธ์ระหว่างบุคคล เพื่อมาวิเคราะห์เครือข่ายสังคม โดยแบ่งผู้เล่นเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มผู้นำ (leader group A) และกลุ่มผู้ตาม (follower group B) ซึ่งได้ผลลัพธ์กลยุทธ์การจัดลำดับที่ดีที่สุด(optimal sequencing strategy) [6], การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเฉพาะและการสร้างมิตรภาพของนักศึกษา เพื่อศึกษาถึงรูปร่างของเครือข่ายสังคมของนักศึกษา [7] ดังนั้นจากงานวิจัยข้างต้นมีการทฤษฎีเกี่ยวกับเครือข่ายมาศึกษาถึงคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและมีจำนวนมาก โดยนำมาประยุกต์ใช้ในโปรแกรม Pajek เพื่อให้เห็นภาพเครือข่ายที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. การออกแบบและกระบวนการที่ใช้

3.1 การนิยามและสัญลักษณ์

เมื่อ G หมายถึง เครือข่ายทางสังคมของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, N หมายถึงสมาชิกในเครือข่ายได้แก่ อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่, E หมายถึง ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในรูปแบบความเป็นเพื่อน ผู้ร่วมงานที่สามารถรับ หรือส่งข่าวสารกันได้, In-degree หมายถึงปริมาณข่าวสารที่สมาชิกได้รับจากสมาชิกอื่น ๆ ในเครือข่าย, Out-degree หมายถึงปริมาณข่าวสารที่สมาชิกแจ้งไปยังสมาชิกอื่นในเครือข่าย, S หมายถึงคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีลำดับที่ S1-S37, E หมายถึงคณะครุศาสตร์ มีลำดับที่ E1-E37, M หมายถึงคณะวิทยาการจัดการ มีลำดับที่ M1-M29, H หมายถึงคณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มีลำดับที่ H1-H26, I หมายถึงคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีลำดับที่ I1-I16,

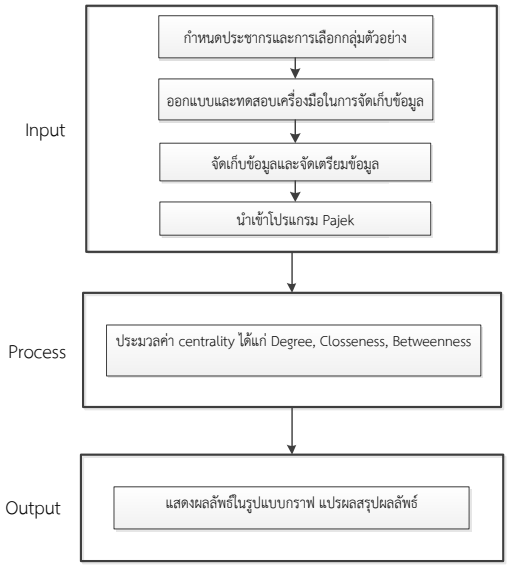
ที่อยู่อาศัย (address) ={พักในมหาวิทยาลัย (in),พักนอกมหาวิทยาลัย (out)} และช่วงอายุ (range of age) = {<25, 25-35, 36-45, >45}

3.2 การออกแบบและทดสอบ

การออกแบบการทดสอบกำหนดไว้ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ส่วนที่ 2 การหาระยะการส่งข่าวสารมี 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 สมาชิกต้นทางมีค่าความเป็นศูนย์กลาง แบบสมาชิกแจ้งข่าวสารไปยังสมาชิกอื่นในเครือข่าย สูงสุดจำนวน 10 ลำดับ เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการส่วนที่ 1

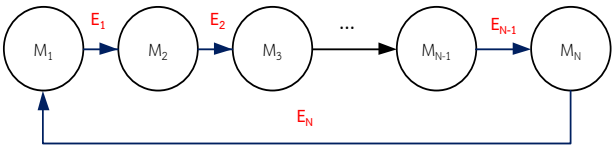
วิธีที่ 2 สมาชิกต้นทางจากการสุ่มจำนวน 10 ลำดับ



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการดำเนินงานการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

จากภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนดำเนินงานของการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ด้วยโปรแกรม Pajek มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้า (Input) เพื่อกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง ออกแบบและทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บตลอดจนแปลงผลให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Pajek ขั้นต่อไปคือขั้นการประมวลผล (Process) โดยใช้โปรแกรม Pajek เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นศูนย์กลางและขั้นตอนสุดท้ายคือขั้นการแสดงผลลัพธ์ (Output) เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Pajek นำสรุปในรูปของตารางและกราฟต่อไป



ภาพที่ 2: แผนภาพเส้นทางการส่งข่าวสาร

จากภาพที่ 2 แสดงเส้นทางการส่งข่าวสารจากสมาชิกต้นทาง M_1 ไปตามเส้นเชื่อม $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3 \rightarrow .. \rightarrow E_{N-1} \rightarrow E_N$ จนกระทั่งข่าวสารส่งย้อนกลับมายังสมาชิกต้นทาง

3.3 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือ อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี คำนวณตามสูตรของ Yamane's โดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5% ของจำนวนทั้งหมด ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 145 คน ใช้วิธีการเลือกแบบสุ่ม (Sampling random) จากประชากรที่มีตำแหน่งอาจารย์และเจ้าหน้าที่สังกัดคณะ 5 คณะได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ คณะมนุษย์ศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และเก็บข้อมูลจากประชากรตัวอย่างแบบการสุ่มตัวแทนแบบง่าย (Simple random sampling) จากผลลัพธ์มาดำเนินการทดลองส่งข่าวสาร 2 รูปแบบรายละเอียดในหัวข้อการออกแบบและทดสอบ

3.4 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 145 คน โดยข้อมูลที่จัดเก็บได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของบุคลากร ประสบการณ์ในการทำงาน ตำแหน่ง สถานการณ์ที่พักอาศัย จากนั้นจัดเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในรูปแบบความเป็นเพื่อน ผู้ร่วมงานที่สามารถรับหรือส่งข่าวสารกันได้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่จัดเก็บมาแปลงผลให้อยู่ในรูปแบบสำหรับประมวลผลด้วยโปรแกรม Pajek และใช้โปรแกรม Pajak เพื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่ายและการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง เพื่อค้นหาสมาชิกที่มีความสำคัญในเครือข่ายทางสังคมกรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

4. ผลลัพธ์ (Experimental result)

4.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาพบว่าสมาชิก E2 มีค่า Output-closeness เท่ากับ 1 แสดงว่าสมาชิกมีความใกล้ชิดกับสมาชิกอื่นในเครือข่ายมากในทำนองเดียวกันสมาชิกที่มีความสำคัญในการกระจายข่าวสารไปยังสมาชิกอื่นในเครือข่าย คือสมาชิก E2 เนื่องจากมีค่า Out-degree centrality สูงสุด และมีสมาชิกที่มีค่าสูงสุดลำดับถัดไปดังนี้ M9, E9, H22, H3, S9, E20, E24, H4 และ S17

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบการค่าความเป็นศูนย์กลางในรูปแบบต่าง ๆ

rank	Input closeness		Output closeness		In-degree centrality		Out-degree centrality	
	value	id	value	id	value	id	value	id
1	0.6667	E4	1.0000	E2	77	E4	145	E2
2	0.6545	M2	0.8889	M9	73	M2	127	M9
3	0.6486	S5	0.8471	E9	70	S5	119	E9
4	0.6457	S7	0.8090	H22	67	E2	111	H22
5	0.6400	E9	0.8090	H3	66	S7	111	H3
6	0.6400	S9	0.7742	S9	64	E24	104	S9
7	0.6372	M21	0.7579	E20	64	E9	99	E20
8	0.6316	H4	0.7539	E24	64	S9	98	E24
9	0.6288	E2	0.7500	H4	63	H4	97	H4
10	0.6261	H1	0.7500	S17	63	M21	97	S17

จากตารางที่ 2 พบว่าลักษณะของสมาชิกที่มีค่า Out-degree สูง ส่วนมากมีอายุการทำงานมากกว่า 10 ปี และมีตำแหน่งเป็นอาจารย์ (instructor)

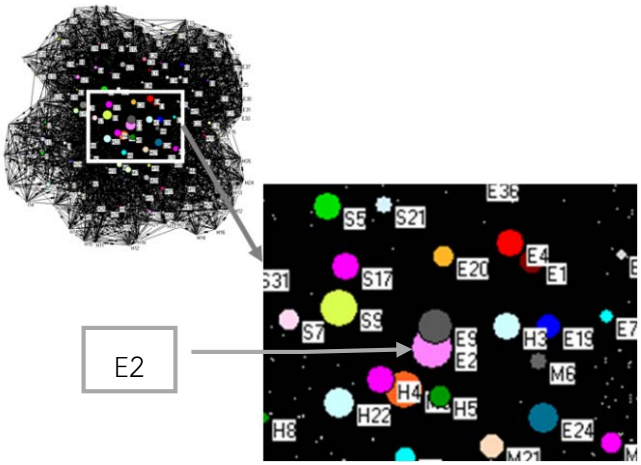
ตารางที่ 2: รายละเอียดของสมาชิกที่มีค่า Out-degree centrality สูง ลำดับที่ 1-10

rank	vertex	Value	id	gender	range of age	position	faculty	address	work period
1	39	145	E2	Female	> 45	instructor	E	out	> 10
2	83	127	M9	Female	36-45	instructor	M	out	> 10
3	46	119	E9	Female	36-45	officer	E	in	> 10
4	125	111	H22	Male	36-45	officer	H	out	> 10
5	106	111	H3	Female	> 45	instructor	H	out	> 10
6	9	104	S9	Male	> 45	instructor	S	out	> 10
7	57	99	E20	Male	25-35	instructor	E	out	1-5
8	61	98	E24	Male	36-45	instructor	E	out	1-5
9	107	97	H4	Male	>45	instructor	H	in	>10
10	17	97	S17	Female	36-45	instructor	S	in	>10

การคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ 0.03598 และจากตารางที่ 3 พบว่าสมาชิก E2 เป็นมีค่าการคั่นกลางสูงสุดเท่ากับ 0.0412 ซึ่งสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้จากตารางที่ 1-2 ว่าสมาชิก E2 เป็นคนที่เป็นศูนย์กลางที่มีความสำคัญที่สุดในเครือข่ายนี้ และจากตารางที่ 3 พบว่าลักษณะของสมาชิกที่มีค่าคั่นกลางสูง ส่วนมากมีตำแหน่งอาจารย์ และมีอายุการทำงานมากกว่า 10 ปี

ตารางที่ 3: รายละเอียดของค่าการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง

rank	vertex	value	id	gender	range of age	position	faculty	address	work period
1	39	0.0412	E2	Female	> 45	instructor	E	out	> 10
2	83	0.0335	M9	Female	36-45	instructor	M	out	> 10
3	9	0.0326	S9	Male	> 45	instructor	S	out	> 10
4	46	0.0306	E9	Female	36-45	officer	E	in	> 10
5	125	0.0224	H22	Male	36-45	officer	H	out	> 10
6	61	0.0216	E24	Male	36-45	instructor	E	out	1-5
7	17	0.0203	S17	Female	36-45	instructor	S	in	>10
8	31	0.0202	S31	Female	> 45	officer	S	out	> 10
9	106	0.0199	H3	Female	> 45	instructor	H	out	> 10
10	5	0.0190	S5	Female	> 45	instructor	S	in	> 10



ภาพที่ 3: แสดงสมาชิกที่มีค่าการคั่นกลางที่เป็นศูนย์กลาง ตามขนาด

จากภาพที่ 3 แสดงสมาชิกในเครือข่ายที่มีค่าการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลางตามขนาด นั่นคือถ้ามีค่าการคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลางมากขนาดของสมาชิกจะใหญ่ในทางกลับกันถ้ามีค่าน้อยขนาดของสมาชิกจะมีขนาดเล็ก

4.2 การหาระยะการส่งข่าวสาร

วิธีที่ 1 สมาชิกต้นทางได้แก่ E2→M9→E9→H22→H3→S9→E20→E24→H4→S17 ซึ่งมีค่าความเป็นศูนย์กลางแบบ Out-degree สูงสุดจำนวน 10 ลำดับได้ผลสรุปดังนี้ ได้ค่า Hop_{avg}=1.7

วิธีที่ 2 สมาชิกต้นทางจากการสุ่มจำนวน 10 ลำดับได้แก่ E5→E29→M19→H6→S14→E36→H18→I5→S9→ I12 ได้ค่า Hop_{avg}=2

ตารางที่ 4: แสดงการเปรียบเทียบ Hop_{avg}

วิธีที่ 1		วิธีที่ 2	
สมาชิก	จำนวน Hop	สมาชิก	จำนวน Hop
E2	1	E5	3
M9	2	E29	2
E9	2	M19	1
H22	2	H6	1
H3	3	S14	1
S9	1	E36	3
E20	1	H18	3
E24	2	I5	2
H4	2	S9	1
S17	1	I12	3
Hop_{avg}	1.7	Hop_{avg}	2

จากตารางที่ 4 พบว่าการส่งข่าวสารผ่านสมาชิกที่มีค่าความเป็นศูนย์กลางแบบ Out-degree สูง (วิธีที่ 1) ได้ระยะทางส่งข่าวสารเฉลี่ย คือค่า Hop_{avg} ที่สั้นกว่า

5. ข้อสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เพื่อหาสมาชิกที่เป็นคนศูนย์กลางโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลาง, ส่วนที่ 2 การวัดความใกล้ชิดของสมาชิกที่สนใจกับสมาชิกอื่นในเครือข่าย และส่วนที่ 3 การคั่นกลางของคนที่เป็นศูนย์กลาง

ผลจากการวิจัยพบว่าส่วนที่ 1 สมาชิก E2 เป็นสมาชิกที่สำคัญที่สุดของเครือข่าย มีศักยภาพการเป็นคนศูนย์กลางมากที่สุด เป็นสมาชิกที่มีความใกล้ชิดกับสมาชิกอื่นในเครือข่ายมากที่สุด และเป็นสมาชิกที่สามารถแพร่กระจายข่าวสารไปยังสมาชิกอื่นในเครือข่ายได้มากที่สุด จากนั้นได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนที่ 1 เพื่อนำมาทดสอบการหาระยะ Hop ในส่วนที่ 2 พบว่าการส่งข่าวสารผ่านสมาชิกที่มีค่าความเป็นศูนย์กลางแบบสมาชิกแจ้งข่าวไปยังสมาชิกอื่นที่สูง ได้ผลลัพธ์ระยะทางเฉลี่ยที่สั้นกว่าการส่งข่าวสารผ่านสมาชิกที่ได้จากการสุ่มและพิจารณาจำนวน Hop พบว่าสมาชิกปลายทางที่รับข่าวสารมีความสนิทสนม คุ้นเคยกับสมาชิกที่ส่งข่าวสารจำนวน Hop จะมีค่าน้อย ในทางกลับกันถ้าสมาชิกปลายทางรู้จักในฐานะทำงานร่วมกันเท่านั้นการส่งข่าวสารจะใช้วิธีฝากผ่านเจ้าหน้าที่คณะที่สมาชิกปลายทางสังกัดอยู่ และส่วนที่ 3 คนที่เป็นศูนย์กลางที่มีความสำคัญสูงสุดในเครือข่ายสังคมมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี คือสมาชิก E2 สามารถควบคุมการไหลของการติดต่อสื่อสารกับคนอื่น ๆ ได้มากที่สุด ซึ่งคุณลักษณะสำคัญของสมาชิกนี้คือ ตำแหน่งอาจารย์ที่มีอายุงานมากกว่า 10 ปี ที่ส่งผลต่อการเป็นที่รู้จักของสมาชิกในเครือข่าย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบ Partial network แต่ผลที่ได้สามารถบอกถึงสมาชิกที่มีความสำคัญในเครือข่ายได้ ในทางกลับกันถ้าสามารถศึกษาแบบ Complete network จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] เกษม นครเขตต์, "เอกสารวิชาการแนวคิดและทฤษฎีเครือข่ายทางสังคม," ed: กระทรวงสาธารณสุข ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).

[2] B. W. Wambeke, *et al.*, "Using Pajek and Centrality Analysis to Identify a Social Network of Construction Trades," *Journal of Construction Engineering & Management*, vol. 138, pp. 1192-1201, 2012.

[3] Z. Zhou, *et al.*, "Using network theory to explore the complexity of subway construction accident network (SCAN) for promoting safety management," *Safety Science*, vol. 64, pp. 127-136, 2014.

[4] R. Borg, *et al.*, "Social capital and governance: a social network analysis of forest biodiversity collaboration in Central Finland," *Forest Policy and Economics*, vol. 50, pp. 90-97, 2015.

[5] M. Z. Al-Taie, *et al.*, "Flight MH370 Community Structure," *International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications*, vol. 6, pp. 1-20, 2014.

[6] J. Zhou and Y.-J. Chen, "Key leaders in social networks," *Journal of Economic Theory*, vol. 157, pp. 212-235, 2015.

[7] Y. Girard, *et al.*, "How individual characteristics shape the structure of social networks," *Journal of Economic Behavior & Organization*.

ระบบการจัดการเหตุเสียเครือข่ายไอพีด้วยการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียแบบอัตโนมัติ
IP Network Logging Management System with Automatically Error Message Categorization

ปองหทัย กาญจนภาชน์(Ponghathai Kanjanapart)[1] และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ(Montean Rattanasiriwongwut)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Kponghathai@gmail.com, [2]Montean@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการจัดการเหตุเสียเครือข่ายไอพีด้วยการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียแบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่ออกแบบเพื่อใช้สนับสนุนการทำงานในการจัดการเหตุเสียเครือข่ายไอพี ด้วยการเก็บข้อมูลเหตุเสียเพื่อบันทึก และแสดงผลข้อมูล เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้งานระบบทราบ บทความนี้พัฒนาระบบที่สามารถจำแนกข้อความแจ้งเหตุเสียได้อย่างอัตโนมัติ โดยทดสอบตัวจำแนกข้อความ 3 ประเภท คือ นาอีฟเบย์, ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine :SVM) โดยให้จำแนกข้อความแจ้งเหตุเสียเป็น 4 กลุ่ม คือ CONFIG, HARDWARE, SOFTWARE และ OTHER ผลการทดสอบการจำแนก เมื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า SVM สามารถจำแนกข้อความเหตุเสียได้ถูกต้อง 82% ซึ่งใกล้เคียงกับการจำแนกโดยผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ระบบจึงใช้ SVM ในการสร้างตาราง Lookup เพื่อจัดกลุ่มของข้อความเหตุเสีย และการประเมินความพึงพอใจของระบบด้วยแบบสอบถามได้ เท่ากับ $\bar{x}$ = 4.57 และค่า S.D. เท่ากับ 0.57 ระบบจึงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

คำสำคัญ: การจำแนกประเภทข้อความ เครือข่ายไอพี ระบบบริการจัดการเครือข่าย การจัดการเหตุเสีย

Abstract

IP network logging management system with automatically error message categorization was designed to support the fault management of IP network. The system consists of logging the faults to store information and display to let users know. This system was developed to classify the error message automatically. Three types of classifiers, Naïve Bayes, Decision tree and Support Vector Machine (SVM), were tested to classify error messages into 4 groups: (1) CONFIG (2) HARDWARE (3) SOFTWARE and (4) OTHER. The result of classify when compare with the expert's result, SVM can classify correctly about 82% and be the classified which is the most closely to the expert's result. And because of that, this system decides to use SVM for create the Lookup table to classify group error message and estimate satisfaction with a questionnaire has $\bar{x}$ of 4.57 and S.D. of 0.57, so the quality of system is in very good level.

Keywords: Message Classification, IP Network, Network Management System, Logging Management.

1.บทนำ

ระบบเครือข่าย (Network System) เป็นระบบที่สำคัญในการเชื่อมโยงการสื่อสารให้แก่หน่วยงาน บริษัท หรือองค์กรต่าง ๆ ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ เป็นการลดต้นทุนของหน่วยงานหรือองค์กร และเพิ่มศักยภาพในการดำเนินกิจการ [1] การทำให้ระบบเครือข่ายทำงานได้อย่างปกติจำเป็นต้องมีการดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลา หน่วยงานหรือองค์กรจะต้องมีระบบบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management System: NMS) ในการดูแลรักษาระบบเครือข่ายซึ่งต้องมีการบันทึกข้อมูลเหตุเสียเพื่อเก็บเป็นข้อมูลประวัติเหตุเสียและการแก้ปัญหาของอุปกรณ์ในเครือข่าย [2] การบันทึกเหตุเสียของเครือข่ายเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการบริหารจัดการเครือข่าย แต่ไม่ได้มีการแยกกลุ่มของเหตุเสียไว้ ข้อมูลเหตุเสียที่จัดเก็บจึงไม่เป็นระบบ

ไม่สามารถทำดัชนี (Indexing) เพื่อลดเวลาในการค้นหาข้อมูลได้ และในส่วนของการบันทึกข้อมูลเหตุเสียยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้บันทึกแต่ละบุคคลจึงทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน ข้อมูลที่บันทึกไว้จึงใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ เมื่อเกิดเหตุเสียซ้ำในกรณีเดิมอาจแก้ปัญหาไม่ตรงจุดและเกิดความล่าช้าในการแก้ไข การจำแนกกลุ่มเหตุเสียที่จะบันทึกข้อมูลโดยทั่วไปนั้น สามารถให้พนักงานจำแนกเองได้ แต่อาจมีความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มของสาเหตุเสียต่ำ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของพนักงานคนนั้น ๆ เพื่อให้การจำแนกปัญหาได้ถูกต้องมากที่สุดจำเป็นต้องให้ระบบทำการจำแนกโดยอัตโนมัติ [3] งานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีในการจำแนกกลุ่มเอกสาร (Text Categorization) 3 วิธี ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) มาใช้ในการสร้างตัวแยกประเภท (Classifier) เพื่อจำแนกกลุ่มของเหตุเสียจากข้อความเหตุเสียที่อุปกรณ์เครือข่ายส่งออกมา โดยแบ่งประเภทของเหตุเสียออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ Config, Hardware, Software และ Other ทำการเปรียบเทียบผลการจำแนกกลุ่มเพื่อหาวิธีที่มีความแม่นยำที่สุด และนำผลการจำแนกมาสร้างเว็บแอพลิเคชันที่สามารถบันทึกข้อมูลเหตุเสียและจำแนกกลุ่มของเหตุเสียแบบอัตโนมัติ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจำแนกหมวดหมู่เอกสาร (Text Categorization)

การจำแนกหมวดหมู่เอกสาร (Text Categorization) คือ กระบวนการสร้างแบบจำลองในการแยกเอกสารให้อยู่ภายใต้หมวดหมู่ที่กำหนดไว้โดยใช้ใจความสำคัญของเอกสาร ซึ่งเอกสารจะจัดให้อยู่ในกลุ่มหรือหมวดหมู่ที่คล้ายคลึงกับต้นฉบับของเอกสารนั้นมากที่สุด วิธีการที่นิยมใช้ในการจำแนกหมวดหมู่คือการกำหนดชุดของกฎที่สร้างจากความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อปริมาณเอกสารมีจำนวนมากขึ้นจึงเป็นการยากในการจะจัดกลุ่มด้วยวิธีการนี้ ซึ่งต้องอาศัยทรัพยากรบุคคลจำนวนมาก ทำให้มีการคิดค้นพัฒนากระบวนการจำแนกหมวดหมู่ใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการสร้างตัวจำแนกหมวดหมู่เอกสารอัตโนมัติ (Automatic Text Classifier) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้ [3]

2.1.1 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์ (Prediction) หรือการจำแนกข้อมูล (Classification) มีลักษณะการทำงานเป็นโครงสร้างต้นไม้และมีการสร้างกฎการจำแนกต่าง ๆ เพื่อช่วยในการจำแนกข้อมูลจากข้อมูลที่มีการระบุประเภทของข้อมูลไว้ การสร้างต้นไม้การตัดสินใจจะเป็นการสร้างจากบนลงล่าง (Top – Down) ประกอบด้วยรากเป็นโหนดแรกสุดของต้นไม้ แล้วแตกออกเป็นโหนดลูก และโหนดที่ไม่มีโหนดใดต่อท้ายเรียกว่าโหนดใบ ค่าคุณสมบัติ (attribute) ที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบเงื่อนไขจะอยู่ในโหนดลูกซึ่งผลลัพธ์การเปรียบเทียบจะอยู่ในสาขา (Branches) และในแต่ละสาขาจะนำไปสู่โหนดลูกอื่นหรือโหนดใบซึ่งโหนดใบจะเก็บผลลัพธ์ของการจำแนกกลุ่มไว้ ค่าคุณสมบัติของแต่ละโหนดจะใช้ค่าอัตราส่วนเกน (Gain Ratio) ในการเลือกค่าที่เหมาะสม โดยที่คุณสมบัติที่มีค่าอัตราส่วนเกนสูงสุดจะใช้เป็นโหนดราก และโหนดถัดไปจะมีค่าอัตราส่วนเกนน้อยลงตามลำดับ [4]

2.1.2 นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เป็นเทคนิคการจำแนกประเภทที่ใช้หลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานทฤษฎีของเบย์ (Bayes Theorem) ในการทำนายผล วิธีการนี้จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์โดยคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มต้องเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งถ้ากำหนดให้ P(H) คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H และ P(H|E) คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H เมื่อเกิดเหตุการณ์ E จากแนวคิดตามทฤษฎีของเบย์ทำให้สามารถทำนายโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ได้ของแต่ละกลุ่มหรือหมวดหมู่ด้วยสมการที่ (1) [5]

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

2.1.3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลที่อาศัยหลักการของการหาสัมประสิทธิ์ของสมการเพื่อสร้างเส้นแบ่งแยกกลุ่มโดยใช้การแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มโมเดลของ SVM มีความคล้ายคลึงกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบง่ายที่มีหน่วยเดียวที่จำลองลักษณะของเซลล์ประสาทด้วยการใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) โดยมีคุณสมบัติเป็นตัวแปรในการตัดสินใจซึ่งจะใช้ในการกำหนด

ระนาบหลายมิติเรียกว่าโครงสร้าง (Feature Space) และการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดเซตที่ใช้แบ่งกลุ่มของข้อมูลเรียกว่าเวกเตอร์ (Vector) การสร้างเส้นแบ่งเวกเตอร์จะเลือกเส้นตรงมีระยะห่างระหว่างขอบเขตของข้อมูลทั้งสองกลุ่มมากที่สุด [6,7]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกหมวดหมู่เอกสารด้วยการเรียนรู้ของเครื่องนำมาใช้จำแนกเอกสารหลายชนิด เช่น หนังสือ บทความ เว็บเพจ ข้อความสั้น เป็นต้น [6] จัดหมวดหมู่ของเอกสารภาษาไทยโดยใช้วิธีการ SVM ด้วยเคอร์เนลฟังก์ชันแบบต่าง ๆ ร่วมกับการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางภาษา และใช้วลี (Phrase) คำเดี่ยว (single word) และชื่อเรื่องเพื่อเพิ่มความถี่ ผลที่ได้คือ SVM ที่ใช้เคอร์เนลฟังก์ชันแบบ Linear ค่าความแม่นยำสูงสุดที่ 94.6% และเมื่อใช้วลีร่วมกับคำเดี่ยวจะให้ผลการทดลองที่แม่นยำขึ้น ขณะที่ [8] จำแนกเอกสารข่าวภาษาไทยด้วย SVM และใช้การตัดคำแบบ Longest Matching ร่วมกับการลดขนาดคุณลักษณะเอกสารด้วย Information Gain ผลการทดลอง SVM ที่ใช้เคอร์เนลฟังก์ชั่นแบบ Linear และเคอร์เนลฟังก์ชั่นแบบ Polynomial ที่มีค่า Degree เท่ากับ 3 มีค่า F-measure สูงที่สุด

สำหรับระบบบริหารจัดการเครือข่าย OpenNMS [9] เป็นซอร์ฟแวร์โอเพนซอร์ซ (Opensource) ในระดับองค์กร (Enterprise) ที่เป็นที่นิยมมีการทำงานในส่วนเฝ้าระวังเหตุเสียเครือข่าย และแจ้งเหตุเสียของเครือข่ายที่เกิดขึ้นโดยการรับข้อความเหตุเสียจากอุปกรณ์เครือข่าย แต่การแสดงเหตุเสียจะแสดงชื่ออุปกรณ์ ข้อความเหตุเสีย ระดับความรุนแรง และรายละเอียด แต่ไม่ได้มีการแสดงกลุ่มของเหตุเสีย ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องใช้ประสบการณ์ในการวิเคราะห์กลุ่มปัญหา

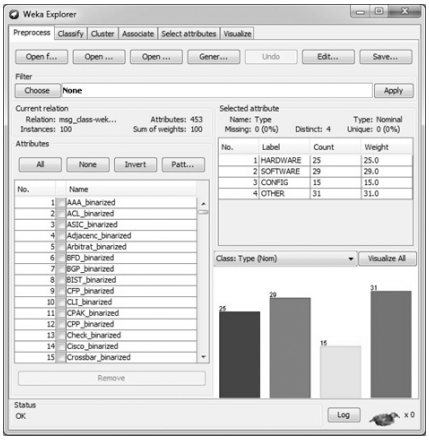
3. การดำเนินการ

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกข้อความเหตุเสียทั้งหมดแสดงในเอกสารในงานวิจัยนี้ เป็นข้อความเหตุเสียจากอุปกรณ์เครือข่ายยี่ห้อ Cisco [10] ซึ่งแสดงรูปแบบของข้อความเหตุเสีย พร้อมทั้งส่วนที่อธิบายความหมายของเหตุเสียเรียกว่า “explanation” ผลจากการศึกษาพบว่าข้อความเหตุเสียมีลักษณะเป็นข้อความสั้นๆ และมีส่วนที่รหัส จึงเข้าใจความหมายได้ยาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำ explanation ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อความขนาดยาวและสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายมาใช้ในการสร้างตัวจำแนกประเภท

3.2 การเตรียมข้อมูลและการสร้างตัวจำแนกประเภท

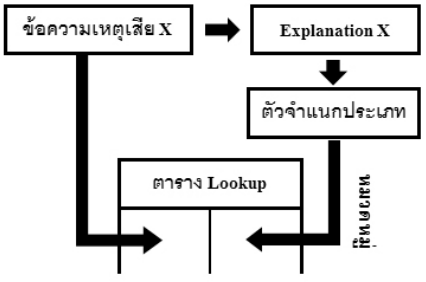
การเตรียมข้อมูลสำหรับใช้เป็นชุดทดสอบจะสุ่มข้อความเหตุเสีย 500 ข้อความจากข้อความเหตุเสียทั้งหมดในเอกสาร [10] และจำแนกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ CONFIG, HARDWARE, SOFTWARE และ OTHER ด้วยผู้เชี่ยวชาญ และนำส่วน explanation ของข้อความจากการสุ่มมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบถุงคำ (bag of words) เพื่อใช้เป็นชุดทดสอบ (training set) และนำไปสร้างตัวจำแนกประเภท 3 ประเภท คือ นาอีฟเบย์, ต้นไม้ตัดสินใจ และ SVM ด้วยโปรแกรม WEKA โดยใช้การทดสอบแบบ 10 Fold Cross-Validation แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การทดสอบการจำแนกหมวดหมู่ด้วยโปรแกรม WEKA

3.3 ขั้นตอนการออกแบบตาราง Lookup

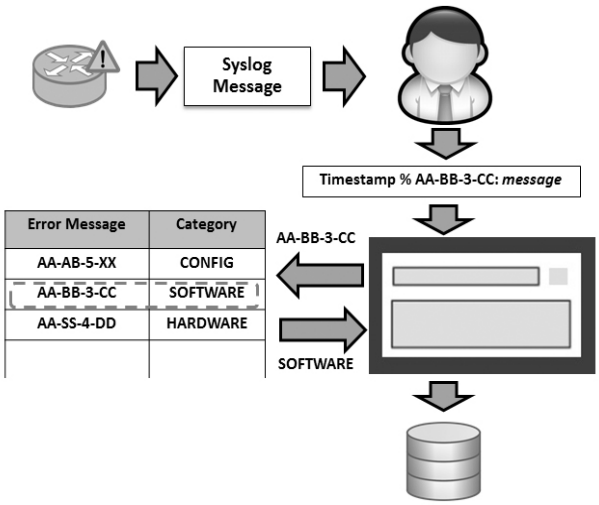
นำตัวจำแนกประเภททั้ง 3 ชนิดมาทดสอบหาวิธีที่จำแนกได้ถูกต้องใกล้เคียงการจำแนกด้วยผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ซึ่งผลการทดสอบจะกล่าวในส่วนการประเมินผลและนำวิธีการนั้นมาจำแนก explanation ของแต่ละข้อความ และนำผลการจำแนกมาบันทึกลงตาราง Lookup เพื่อจัดกลุ่มของข้อความเหตุเสียแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: การสร้างตาราง Lookup เพื่อจำแนกหมวดหมู่

3.4 ขั้นตอนการทำงานของการจำแนกกลุ่มเหตุเสีย

ขั้นตอนการจำแนกเหตุเสียแบบอัตโนมัติมีขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 3



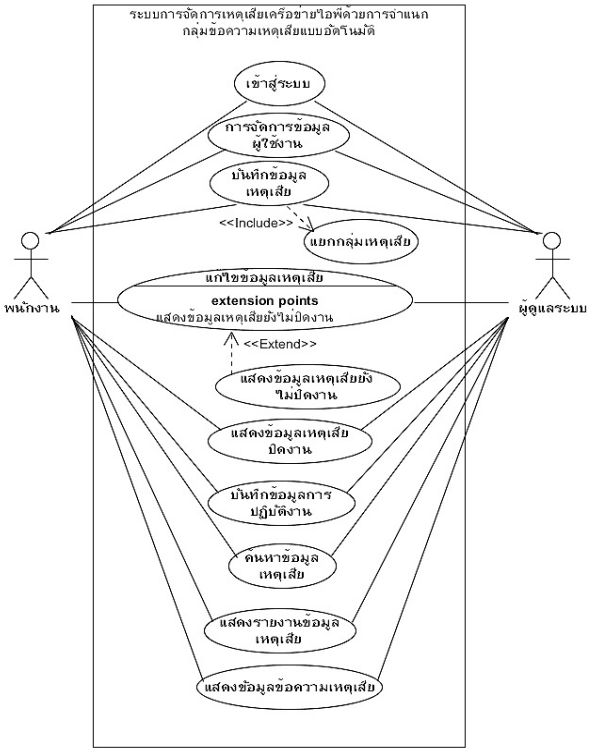
ภาพที่ 3: ขั้นตอนการจำแนกหมวดหมู่ข้อความเหตุเสีย

เมื่ออุปกรณ์เครือข่ายเกิดเหตุขัดข้องจะแจ้งข้อความเหตุเสียออกมาให้กับผู้ดูแลระบบหรือพนักงาน เมื่อได้รับข้อความแล้วจะนำข้อความเหตุเสียที่ได้รับป้อนเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการตัดส่วนที่ไม่มีความสำคัญของข้อความเหตุเสียออกไปและนำข้อความส่วนที่เหลือที่อยู่ในรูปแบบกลุ่มข้อความที่มีความสำคัญ ไปเปรียบเทียบกับตาราง Lookup เมื่อระบบพบข้อความที่ตรงกันระหว่างข้อความที่ป้อนเข้าสู่ระบบกับข้อความในตาราง Lookup ระบบจะดึงหมวดหมู่นั้นออกมาแสดงให้ผู้ดูแลระบบหรือพนักงานทราบ

3.5 การออกแบบระบบ

ระบบการจัดการเหตุเสียเครือข่ายไอพีด้วยการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียแบบอัตโนมัติเป็นระบบพัฒนาขึ้นสำหรับการบันทึกข้อมูลเหตุเสียที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์เครือข่ายไอพี และแจ้งให้กับพนักงานผู้ดูแลระบบทุกคนทราบ ซึ่งระบบต้องสามารถบันทึกรายละเอียดของเหตุเสีย แสดงเหตุขัดข้องที่ยังไม่คืนดี บันทึกแสดงข้อมูลการแก้ไข แสดงประวัติข้อมูลเหตุเสียด้วยการสืบค้น และแสดงรายงานเหตุเสียได้

การออกแบบระบบออกแบบโดยใช้ภาษา UML (Unified Modeling Language) เพื่อให้เห็นรายละเอียดและกิจกรรมต่างๆ ในระบบงานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย และแสดงรายละเอียดในรูปแผนภาพต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงภาพรวมของระบบด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แผนภาพยูสเคสของระบบ

3.6 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเป็นการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP ในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานและฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ของระบบ และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลของระบบ ในส่วนการจำแนกเหตุเสียแบบอัตโนมัติได้นำตาราง Lookup ที่จำแนกหมวดหมู่ข้อความเหตุเสียแล้วบันทึกลงในฐานข้อมูลและเชื่อมต่อเข้ากับระบบ

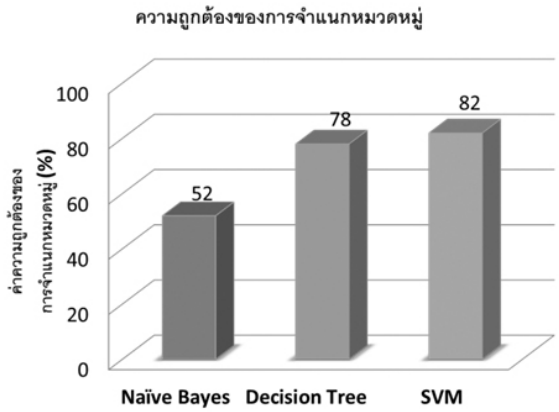
3.7 การประเมินผล

3.7.1 วัดความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่ข้อความเหตุเสีย โดยการเปรียบเทียบผลการจำแนกหมวดหมู่จากตัวจำแนกประเภททั้ง 3 ชนิด กับการจำแนกด้วยผู้เชี่ยวชาญโดยใช้สมการที่ (2) ซึ่งถ้ามีค่ามากแสดงว่ามีความถูกต้องสูง และเมื่อวัดผลความแม่นยำแล้ววิธีการที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดจะนำมาใช้ในการสร้างตาราง Lookup

ค่าความถูกต้องของการจำแนกหมวดหมู่

$$= \frac{\text{จำนวนข้อความที่จำแนกหมวดหมู่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ}}{\text{จำนวนข้อความทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

หลังจากนำตัวจำแนกทั้งหมดมาทดลองจำแนกข้อความเหตุเสียที่จัดเตรียมไว้ 500 ข้อความ นำผลการจำแนกมาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกด้วยผู้เชี่ยวชาญ และคำนวณหาค่าตามสมการที่ (2) ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่

จากการทดลองพบว่า วิธี SVM มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดจะนำมาใช้ในการสร้างตาราง Lookup

3.7.2 ทดสอบความพึงพอใจการทำงานของระบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และพนักงานผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง 15 ท่าน ทดลองใช้งานระบบ และตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินผลการทำงานของระบบด้วยแบบสอบถามซึ่งมีการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) ด้านความสะดวกเหมาะสมต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security Test)

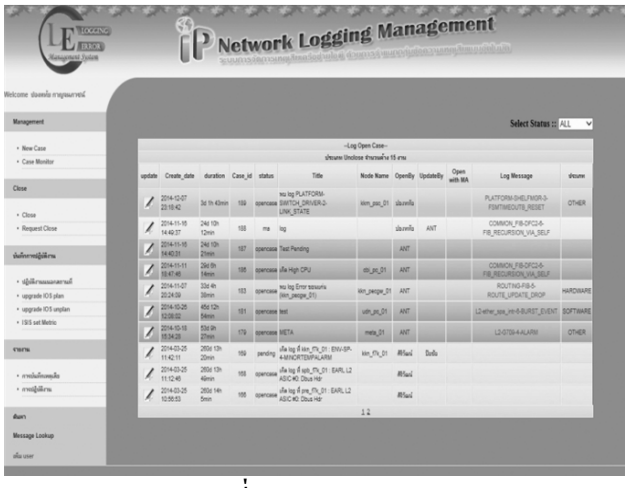
แบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจระบบเป็นแบบสอบถามที่ผ่านการประเมิน 2 อย่าง คือ การประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับแบบสอบถาม (IOC) และการประเมินความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งได้ผล IOC เท่ากับ 0.941 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.926

ผลคะแนนทั้งหมดจากแบบสอบถามนำหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินผล

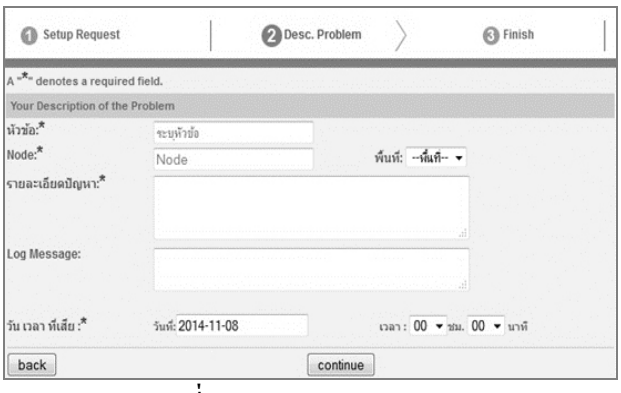
4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

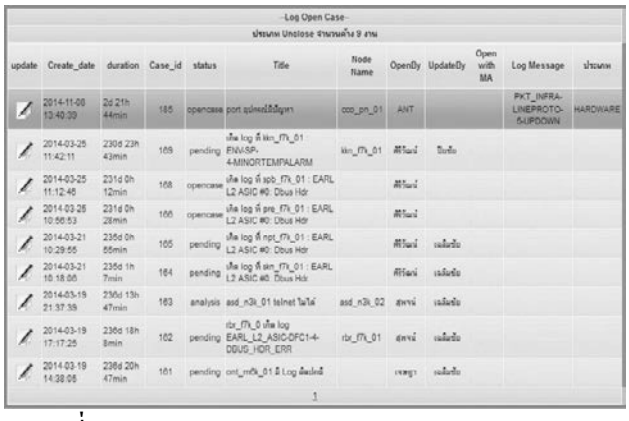
การทำงานของเว็บแอพลิเคชันในส่วนติดต่อผู้ใช้งานของระบบในส่วนของภาพรวมของระบบ การบันทึกและส่วนการจำแนกเหตุเสียแบบอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 6, 7 และ 8 โดยภาพที่ 6 เป็นภาพรวมของระบบภาพที่ 7 จะเป็นส่วนการบันทึกข้อมูลเหตุเสีย และภาพที่ 8 เป็นส่วนที่แสดงผลการบันทึกพร้อมทั้งผลการจำแนกกลุ่มเหตุเสีย



ภาพที่ 6: ภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 7: ส่วนการบันทึกข้อมูลเหตุเสีย



ภาพที่ 8: ส่วนแสดงผลการบันทึกและแสดงผลการจำแนกหมวดหมู่

4.2 ผลการประเมินของระบบ

ผลการวัดความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่ด้วยวิธีการ SVM มีค่าความถูกต้อง 82%

ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบสามารถวัดได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบสอบถามที่ได้รับการประเมินจากผู้ประเมิน ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของระบบในแต่ละด้านสามารถสรุปผลและวัดคุณภาพได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินคุณภาพของระบบ

การวัดคุณภาพ	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ผลประเมิน
ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.63	0.57	ดีมาก
ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงาน	4.76	0.43	ดีมาก
ด้านความสะดวกเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.35	0.63	ดี
ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.56	0.59	ดีมาก
สรุปผล	**4.57**	**0.57**	**ดีมาก**

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการจำแนกหมวดหมู่ข้อความเหตุเสีย

ระบบการจัดการเหตุเสียเครือข่ายไอพีด้วยการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียแบบอัตโนมัติสร้างตัวจำแนกประเภท 3 ชนิด ได้แก่ นาอีฟเบย์ ต้นไม้การตัดสินใจ และ SVM เมื่อทดสอบจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียของตัวจำแนกทั้ง 3 ชนิด จำนวน 500 ข้อความ และเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการจำแนกหมวดหมู่ผลที่ได้ คือ ตัวจำแนกประเภท SVM มีค่าสูงที่สุด (82%) ต้นไม้การตัดสินใจสูงเป็นอันดับที่ 2 (78%) และนาอีฟ เบย์มีค่าต่ำที่สุด (52%) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของความแม่นยำของการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสียแสดงให้เห็นว่าตัวจำแนกประเภทต้นไม้ตัดสินใจและ SVM มีค่าความถูกต้องสูงกว่านาอีฟเบย์มาก เนื่องจากข้อความเหตุเสียเป็นข้อความที่มีความยาวไม่มาก แต่มีข้อความจำนวนมาก เมื่อแยกคำเพื่อหาคุณลักษณะจึงมีคำซ้ำน้อย ทำให้มีคุณลักษณะปรากฏจำนวนมาก ดังนั้น ตัวจำแนกประเภทที่เหมาะสมจึงควรเป็นตัวจำแนกประเภทที่สามารถรองรับคุณลักษณะได้มากๆ นั่นคือ นาอีฟ เบย์จึงไม่เหมาะสมกับการจำแนกกลุ่มข้อความเหตุเสีย เราจึงเลือกตัวจำแนก SVM ในการทำระบบของเรา เพราะมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด

5.2 อภิปรายการประเมินระบบ

ผลจากการประเมินความพึงพอใจของระบบทั้ง 4 ด้าน มี 3 ด้านที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ได้แก่ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และมีเพียง 1 ด้านเท่านั้นคือด้านความสะดวกเหมาะสมต่อการใช้งานระบบที่อยู่ในเกณฑ์ดี และผลประเมินระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่า S.D. เท่ากับ 0.57 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับปรุงระบบที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งานระบบโดยตรงเปลี่ยนเป็นรับข้อมูลจาก Syslog Server ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมข้อความเหตุเสียจากอุปกรณ์เครือข่าย

เอกสารอ้างอิง

[1] Andrew Tanenbaum, *Computer Networks*, Prentice Hall: New Jersey, 2002.

[2] ยืน ภู่วรวรรณ, "NMS ระบบดูแลและบริหารเครือข่าย", http://www.school.net.th/library/snet1/network/nms.html

[3] Fabrizio Sebastiani, "Machine Learning in Automated Text Categorization" *ACM Computing Surveys*, vol. 34, pp.1-47, 2002.

[4] J.R. Quinlan, *C4.5:Programs for Machine Learning*, Morgan Kaufmann Publishers: Massachusetts, 1993.

[5] D.D. Lewis, "Naïve Bayes at Forty: The Independence Assumption in Information Retrieval" *Proceedings of European Conference on Machine Learning*, pp. 4-15, 1998.

[6] วัลลภอินทร์ฉ่ำ, "ระบบการจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยอัตโนมัติโดยใช้ SVM ร่วมกับการประมวลผลภาษา" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[7] C. Cortes and V. Vapnik "Support Vector Networks" *Machine Learning*, vol.2 , pp. 273-297, 1995.

[8] นิเวศ จิระวิชิตชัย, ปริญญา สงวนสัตย์ และพยุง มีสัจ, "การจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยแบบอัตโนมัติด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6*, หน้า 87-92, 2553

[9] OpenNMS Group, "OpenNMS Manual", http://www.opennms.org/wiki/Manual:Main_Page

[10] Cisco, *Cisco IOS XR System Error Message Reference Guide*, Cisco System Inc., 2012.

การจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภัยพิบัติแผ่นดินไหวภาษาไทย จากแหล่งข้อมูลสาธารณะ

Classification of Open Source Earthquake Disaster Information in Thai Language

ยุทธนา ลังกาตุง(Yuttana Lungkatoong)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล(Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]yuttana.la@gmail.com, [2]maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติเมื่อเกิดขึ้นแล้วมักนำไปสู่ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์เป็นจำนวนมาก ซึ่งภัยพิบัติแผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติอย่างหนึ่งที่ยากต่อการหลีกเลี่ยงและสร้างความเสียหายให้กับมนุษย์บ่อยครั้ง ดังนั้นหากไม่สามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายได้ การได้รับความช่วยเหลืออย่างรวดเร็วและเหมาะสมจะเป็นการช่วยบรรเทาความเดือดร้อนต่อผู้ประสบภัย งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการทำเหมืองข้อความเพื่อการจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภาษาไทยจากแหล่งข้อมูลสาธารณะสามกลุ่มเว็บไซต์ ประกอบด้วยข้อมูลจาก Thairath.co.th, Krobkruakao.com, Komchadluek.net ข้อมูลข่าวสารจากเว็บท่า (Web portal) Sanook.com และข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ (Social media) ประกอบด้วย Twitter.com รวมทั้งสิ้น 15,000 ระเบียน เพื่อให้ได้หมวดหมู่ข้อมูลข่าวสารเหมาะแก่การสนับสนุนบริหารจัดการและวางแผนการให้ความช่วยเหลือของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยการเปรียบเทียบวิธีการเรียนรู้แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและนาอีฟเบย์ ซึ่งผลที่ได้จากการใช้งานเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ความแม่นยำในการจำแนกหมวดหมู่ได้ดีกว่าการใช้เทคนิคนาอีฟเบย์

คำสำคัญ: ภัยพิบัติทางธรรมชาติ แผ่นดินไหว เหมืองข้อความ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน นาอีฟเบย์ การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

When a natural disaster occurred, it often leads to damage a lot of life and property of the human being. Earthquake disaster is one of natural disaster, which is difficult to avoid even not often to occur. In order to get help fast and appropriate to alleviate the suffering of the victims, we should informed as soon as possible either even from typical or social media. This paper presents text mining of classification method using Open Source information in domain of Earthquake Disaster. A corpus of Thai Language is collected from Thairath.com Krobkruakao.com Komchadluek.com Sanook.com and Twitter.com with total 15,000 records. The experiments were conducted using two classifier methods Support Vector Machine and Naïve Bayes. The performance is measured for both classifiers. The results shown that Support Vector Machine given the best choice of classification method compared to Naïve Bayes in term of accuracy.

Keywords: Natural Disaster, Earthquake, Text Mining, Support Vector Machine, Naïve Bayes, Machine Learning.

1. บทนำ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Natural Disaster) ถือว่าเป็นภัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์เป็นอย่างมาก และแผ่นดินไหว (Earthquake) เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติประเภทหนึ่ง สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหวนั้นเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเกิดจากโดยธรรมชาติหรือการกระทำของมนุษย์ โดยความสูญเสียที่เกิดขึ้นแก่ชีวิตและทรัพย์สินต่อมนุษย์จากแผ่นดินไหวมากที่สุดครั้งหนึ่งคือ การเกิดแผ่นดินไหว

ที่ประเทศเฮติ เมื่อปี พ.ศ. 2553 ซึ่งทำให้มีผู้เสียชีวิตนับแสนคน บาดเจ็บและไม่มีที่อยู่อาศัยอีกเป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยไม่มีบ่อยนัก ครั้งหนึ่งเมื่อเดือน พฤษภาคม 2557 ได้เกิดแผ่นดินไหวขึ้นที่บริเวณจังหวัดเชียงราย ทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนเป็นจำนวนมากเช่นกัน การเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหว มักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยที่ผู้ประสบภัยไม่ทันตั้งตัวอีกทั้งยังสามารถนำไปสู่ภัยพิบัติอื่นๆ ได้อีกเช่น ภัยพิบัติจากคลื่นใต้น้ำ (Tsunami) ดังนั้นการเข้าช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีและเหมาะสมเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้น น่าจะช่วยลดความสูญเสีย และบรรเทาความเดือดร้อนของผู้ประสบภัยได้ไม่มาก ก็น้อย

เมื่อเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติขึ้น การสื่อสารออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ข่าว และSocial Media เป็นช่องทางสำคัญช่องทางหนึ่งในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร ทั้งจากแหล่งข้อมูลข่าวสารเดิม เช่น โทรทัศน์ วิทยุ และจากผู้ที่ประสบอยู่ในเหตุการณ์ภัยพิบัติเองดังตัวอย่าง Haruechaiyasak และคนอื่นๆ [1] ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณการเผยแพร่ข้อความผ่าน Twitter พบว่ามีการเผยแพร่ข้อความสูงขึ้น จากปรกติในช่วงที่เกิดเหตุภัยพิบัติอุทกภัยครั้งใหญ่ในประเทศไทยในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม ปี 2554 ซึ่งข้อมูลที่เผยแพร่มีหลายสถานการณ์เช่น การแจ้งระดับน้ำ การขอความช่วยเหลือ การขอข้อมูลต่างๆ เป็นต้น ชี้ให้เห็นว่าการติดต่อสื่อสารผ่าน Social Medial นั้นมีบทบาทต่อการเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ

นอกจากนั้นแล้ว การเพิ่มขึ้นของข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านของความหลากหลาย ปริมาณ และความซับซ้อนทำให้เกิดปัญหาในการนำมาใช้งานอย่างเหมาะสม ด้วยเหตุนี้การจำแนกหมวดหมู่ของข้อมูลข่าวสาร เพื่อสกัดและคัดกรองเฉพาะข้อมูลที่สนใจ จึงเป็นการช่วยอำนวยความสะดวกแก่การบริหารจัดการ และการวางแผนช่วยเหลือเมื่อเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะพิจารณาในขอบเขตของข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติแผ่นดินไหว ในรูปแบบภาษาไทยเท่านั้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

เมื่อเกิดปัญหาต่างๆ มนุษย์มักมีกระบวนการในการหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งบางกระบวนการนั้นสามารถอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานได้ เช่น การทำอาหารเราสามารถอธิบายขั้นตอนได้ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ เครื่องปรุง ลำดับการทำไปจนถึงเสร็จสิ้นกระบวนการ แต่ก็มีกระบวนการบางอย่างไม่สามารถอธิบายกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ ยกตัวอย่างเช่นการสามารถ จดจำบุคคลในครอบครัวสัตว์เลี้ยง หรือสิ่งอื่นๆรอบตัวเราได้ แม้บางครั้งบุคคลเหล่านั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยการตัดผมทรงใหม่ แต่งหน้า ทำสีผม แต่เรายังสามารถจดจำได้ว่าบุคคลนั้นคือใคร สิ่งเหล่านี้เกิดจากประสบการณ์ที่เราได้เห็นใบหน้าของบุคคลเป็นการซ้ำๆ และจำลักษณะเด่นของบุคคลได้

Machine Learning นั้นเป็นส่วนหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มีการนำไปประยุกต์ใช้งานมากมาย ทั้งทางด้าน การรู้จำคำพูด การพยากรณ์ การหาความสัมพันธ์ของสินค้า วิทยาการทางด้านหุ่นยนต์ และการประยุกต์ใช้ที่เป็นที่แพร่หลายอย่างหนึ่งคือการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งเป็นการสกัดหาสารสนเทศ ที่มีประโยชน์ต่อการใช้และแก้ปัญหาต่างๆ จากข้อมูลจำนวนมหาศาลโดยอาศัยการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ โดยประเภทของการเรียนรู้นั้นแบ่งได้สองประเภทคือ การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) และ การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) [2]

2.2 Classification Method

2.2.1 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM) เป็นเทคนิคที่ถูกนำเสนอมาใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง และเป็นวิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนโดยการแบ่งข้อมูลออกจากกัน ด้วยการพิจารณาหาเส้นแบ่งข้อมูลเชิงเส้นตรง ที่มีระยะห่างของข้อมูลระหว่างสองกลุ่มมากที่สุดโดยเส้นนี้ถูกเรียกว่า Decision hyperplane ซึ่งต้องอาศัยการพิจารณาตำแหน่งของข้อมูลจำนวนหนึ่ง และจุดที่ใช้ในการพิจารณาการแบ่งข้อมูลนี้เรียกว่า Support Vector สมการที่ใช้แทนเส้นแบ่ง Decision hyperplane นี้คือ

$$\vec{w}^{T}\cdot\vec{x} = -b \qquad (1)$$

$\vec{w}^{T}$ คือ เวคเตอร์ที่ตั้งฉากกับ hyperplane

$\vec{x}$ คือ คือจุดทุกจุดบนเส้นแบ่ง hyperplane

b คือ ค่าของระยะเส้นแบ่ง hyperplane

สำหรับชุดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของ SVM นั้นจะแบ่งออกเป็นสองหมวดหมู่คือ +1 และ -1 และเมื่อทำการเรียนรู้แล้วจะได้สมการของตัวจำแนกหมวดหมู่คือ

$$f(\vec{x})=\left(\vec{w}^{T}\cdot\vec{x}\right)+b \quad (2)$$

และเมื่อทำการทดสอบกับข้อมูลแต่ละจุดแล้วหากค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 1 จะแทนได้ว่าข้อมูลจุดนั้นเป็นหมวดหมู่หนึ่ง และหมวดหมู่ตรงข้ามเมื่อทดสอบจุดของข้อมูลกับสมการจะได้ค่า น้อยกว่าหรือเท่ากับ -1

Nonlinear SVM ในความเป็นจริงนั้นข้อมูลอาจไม่สามารถแบ่งด้วยระนาบของเส้นตรงได้ จึงต้องทำการเปลี่ยนมุมมองของข้อมูลใหม่ให้สามารถแบ่งข้อมูลแบบเส้นตรงได้ การเปลี่ยนมุมมองของข้อมูล เพื่อให้สามารถแบ่งข้อมูลแบบเส้น ตรงได้ วิธีการนี้ถูกเรียกว่า “the kernel trick” และ kernel ที่เป็นที่นิยมนั้นมีอยู่สอง Kernel คือ Polynomial Kernels และ Radial Basis Functions (RBF) [3] ดังสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

$$K(\vec{x},\vec{z})=(1+\vec{x}^{T}\vec{z})^{d} \quad (3)$$

$$K(\vec{x},\vec{z})=e^{-(\vec{x}-\vec{z})^{2}/(2\sigma^{2})} \quad (4)$$

$K(\vec{x},\vec{z})$ คือ Kernel function

$\vec{x}$ และ $\vec{z}$ คือ เวคเตอร์ของข้อมูลบน Input Space

d คือ ค่ายกกำลัง

σ คือ ขนาดความกว้างของ Kernel

2.2.2 นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยอาศัยหลักความน่าจะเป็นมาใช้ในการจำแนกหมวดหมู่ โดยการพิจารณาเอกสารที่ต้องการจำแนกหมวดหมู่มีความน่าจะเป็นที่จะเป็นหมวดหมู่ ที่ต้องการพิจารณาเพียงใด โดยการคำนวณตามสมการที่ 5

$$P(c|d)\propto P(c)\prod_{1\le k\le n_d} P(t_k|c) \quad (5)$$

$P(t_k|c)$ คือความน่าจะเป็นของหมวดหมู่ c ที่จะมีคำ t_k เกิดขึ้น ด้วยการหาความน่าจะเป็นของ $P(t_k|c)$ จะถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าคำ t_k ในเอกสาร d ที่ใช้ในการทดสอบเป็นเอกสารหมวดหมู่ใด โดยการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นที่คำนวณได้กับหมวดหมู่อื่น และเลือกหมวดหมู่ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุด t_1 – t_{n_d} คือคำที่เกิดจากการตัดคำในเอกสาร d ซึ่งจะมีจำนวนเท่ากับ n_d ในการจำแนกหมวดหมู่ข้อความนั้น จะพิจารณาจากหมวดหมู่ที่ดีที่สุดที่จะเป็นหมวดหมู่ของเอกสาร ที่ต้องการจำแนกซึ่งเรียกว่า Maximum a Posteriori (MAP) หาได้จากสมการที่ 6

$$c_{map}=\arg\max_{c\in C}\hat{P}(c|d)=\arg\max_{c\in C}\hat{P}(c)\prod_{1\le k\le n_d}\hat{P}(t_k|c) \quad (6)$$

จากสมการที่ 6 จะเห็นได้ว่ามีการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของทุกคำที่เกิดขึ้นในเอกสาร และทุกค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จะนำมาคูณกัน ซึ่งผลลัพธ์อาจทำให้ได้ค่าที่มีจุดทศนิยมน้อยมากๆไม่เหมาะแก่การนำไปใช้งาน ดังนั้นเพื่อให้เหมาะแก่การนำไปใช้งานจะทำการคำนวณใหม่ ด้วยการเพิ่ม ลอการิทึม (Logarithm) ดังสมการที่ 7 [3]

$$c_{map}=\arg\max_{c\in C}\left[\log\hat{P}(c)+\sum_{1\le k\le n_d}\log\hat{P}(t_k|c)\right] \quad (7)$$

2.3 สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) กับสถานการณ์ภัยพิบัติ

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาปริมาณการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก จากงานวิจัยของ Haruechaiyasak และคนอื่นๆ [1] [4] พบว่าปริมาณการใช้งาน Twitter จากผู้ใช้งานในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และในสื่อสังคมออนไลน์แหล่งอื่นๆ เช่น Facebook [4] ก็มีปริมาณสูงขึ้นด้วยเช่นกัน มีงานวิจัยหลายงานนำข้อมูลของสื่อสังคมออนไลน์ไปวิเคราะห์ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านบริหารจัดการและการวางแผนเกี่ยวกับภัยพิบัติ Zhou และคนอื่นๆ [5] ศึกษาข้อมูลจากไมโครบล็อก (Microblog) ในช่วงระยะเวลาการเกิดแผ่นดินไหวที่เมืองยูซู (Yushu) ประเทศจีน ปี 2553 เพื่อจำแนกหมวดหมู่ข้อมูล โดยแบ่งตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับข้อความแต่ละข้อความ Haruechaiyasak และคนอื่นๆ [1] ศึกษาข้อมูลจาก Twitter ในช่วงการเกิดอุทกภัยใหญ่ในประเทศไทย เมื่อปี 2554 และเพื่อแสดงให้เห็นถึงความน่าชื่อถือของแหล่งข้อมูล Backfired และคนอื่นๆ [6] ใช้แหล่งข้อมูลจากหลายๆ แหล่งมาผสมผสานกันเพื่อจะได้รับข้อมูลข่าวสารที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือ

2.4 Corpus

ข้อมูล (Corpus) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีรูปแบบของข้อมูลที่มี

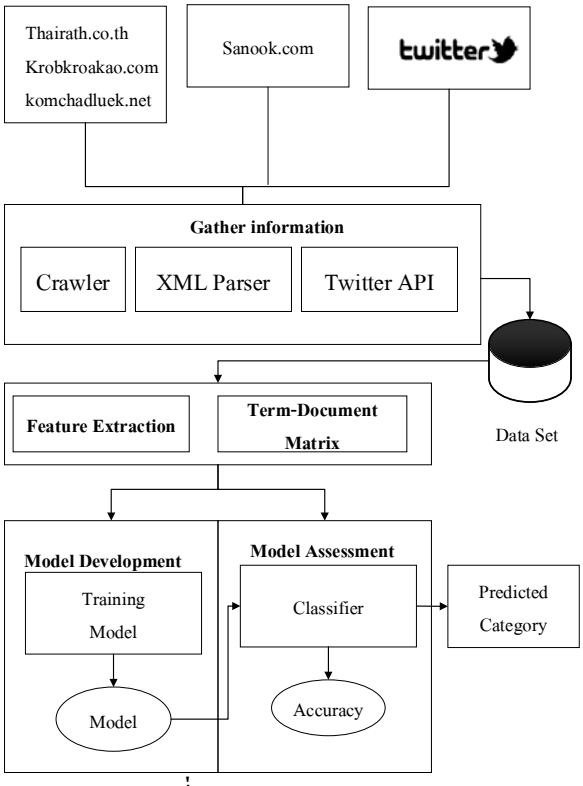
ความหลากหลาย เช่น HTML XML JSON บางแหล่งยังใช้การแสดงเนื้อหาโดยเทคนิค AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) ซึ่งทำให้ยากแก่การเก็บรวบรวมข้อมูล Catanese และคนอื่นๆ [7] ศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก Facebook เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยการใช้ Facebook API เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อข้อมูล Mfenyana และคนอื่นๆ [8] ใช้ RestFB & Jackson ในการเก็บข้อมูลจาก Facebook แทน Facebook API โดยตรง Wong และคนอื่นๆ [9] ใช้ Headless browser ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ที่ใช้ Java script และ Document Object Model (DOM) ในการสร้างเนื้อหา

การสกัดความรู้ (Extract Knowledge) เป็นกระบวนการวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศ โดยมีเทคนิควิธีการหลากหลายในขอบเขตการวิจัยนี้ จะใช้วิธีการจำแนกหมวดหมู่ (Classification) Zhou และคนอื่นๆ [5] ใช้เทคนิค นาอีฟเบย์ ในการจำแนกหมวดหมู่ของ ไมโครบล็อก (Microblog) ตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง Haruechaiyasak และคนอื่นๆ [1] ใช้ Keyword Analysis และ Rule base ในการจำแนกหมวดหมู่ Twitter และ Backfired และคนอื่นๆ [6] ใช้ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลข่าวสารสาธารณะโดยใช้ Media Mining System จาก SAIL LABS ซึ่งสนับสนุนทั้งหมด 14 ภาษาแต่ไม่สนับสนุนภาษาไทย โดยในงานวิจัยนี้ ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วย ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และนาอีฟเบย์ เพื่อหาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

2.5 เหมืองข้อความกับสถานการณ์ภัยพิบัติ

ในการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลข่าวสาร ภัยพิบัติแผ่นดินไหว จำเป็นต้องผสมผสานข้อมูล จากหลายแหล่งข้อมูลที่เป็นสาธารณะและเป็นข้อมูลข่าวสารภาษาไทย เนื่องจากยังมีไม่มากและข้อมูลส่วนใหญ่มาจากผู้ประสบภัยคนไทย ซึ่งเหมาะกับหน่วยงาน และผู้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติแผ่นดินไหวในประเทศไทย ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติแผ่นดินไหวในภาษาไทย จากแหล่งข้อมูลสาธารณะซึ่งข้อมูลข่าวสารดังกล่าว จัดเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองข้อความ (Text Mining) และทดลองสร้างแบบจำลอง เพื่อการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลข่าวสารด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลแบบไม่เป็นโครงสร้าง [10] [11] [12] เทียบกับ เทคนิค นาอีฟเบย์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมและมีประสิทธิภาพเช่นกัน [13] [14] [5] [15] เพื่อหาแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้บริหารจัดการและการวางแผน เกี่ยวกับสถานการณ์ภัยพิบัติแผ่นดินไหวในประเทศไทย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากภาพที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่นั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลัง เพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ จึงทำการออกแบบพัฒนา Web Crawler สำหรับเก็บข้อมูลข่าวสารจากเว็บไซต์ต่างๆ ซึ่งใช้เทคนิคการเข้าถึงเนื้อหาแตกต่างกัน เช่น XML parser API และในแต่ผู้ให้บริการเว็บไซต์นั้นมีบริการข้อมูลย้อนหลังไม่เท่ากัน อีกทั้งการให้บริการข้อมูลนั้น ยังมีรูปแบบการแสดงผลที่แตกต่างการ ดังนั้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่เว็บไซต์ จึงต้องศึกษาหารูปแบบลักษณะ (Pattern) ของเนื้อหาเพื่อการสกัดข้อมูลที่

เหมาะสมกับแต่ละแหล่งข้อมูล โดยอาศัยระบบค้นคืนสารสนเทศของแต่ละเว็บไซต์ และใช้คำค้นสำคัญในการค้นคืนข้อมูลคือ “แผ่นดินไหว” ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ทั้งหมดจำนวน 15,000 ระเบียน

3.2 การจัดเตรียมข้อมูล

เนื่องจากภาษาไทยมีลักษณะโครงสร้างของภาษาที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษ ซึ่งยากแก่การตัดคำเพื่อใช้สำหรับเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลองผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรมตัดคำภาษาไทย LexTo[1] เพื่อทำการตัดคำก่อนนำไปใช้งาน

การระบุหมวดหมู่ของข้อความ ทำการระบุหมวดหมู่ด้วยมือโดยทำการแบ่งหมวดหมู่ของความ ออกเป็นสี่หมวดหมู่คือ 1.สถานการณ์การเกิดแผ่นดินไหว 2.การเฝ้าระวังการเกิดแผ่นดินไหว 3.การให้ความช่วยเหลือ การขอความช่วยเหลือ 4.ข้อความอื่นๆ โดยมีตัวอย่างคำและหมวดหมู่ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การติดป้ายข้อมูลเพื่อใช้ในการเรียนรู้แบบจำลอง

รายละเอียด	Class
เชียงราย|แผ่นดินไหว|ร.ร.|-|รร.|-|วัด|พัง|อื้อ| | |ยอด|ฉัตร|พระธาตุ|ดอย|สุเทพ|ไม่มีปัญหา| | |แนะ|ปรับ|อุปกรณ์|ตรวจวัด| | |ยัน|เขื่อน|แข็งแรง|ไม่|โดน|ผลกระทบ|	1
รอย|(|100|)|เลื่อน|?| |:| |รายการ|คม| |ชัด| |ลึก|ทาง|เนชั่น|ทีวี|	2
(|29|มี|.|ค|.|)| |กระทรวงการต่างประเทศ| |รายงาน|ถึง|ความคืบหน้า|ล่าสุด| |ประเทศไทย|ได้|ให้|ความช่วยเหลือ|ผู้ประสบภัย|เหตุการณ์|แผ่นดินไหว| |สึนามิ|และ|	3
\\"|ชัช|ชาติ|\\"| |สั่ง|ย้าย|หอบังคับการ|บิน|เชียงราย| |ยกเลิก|สะพาน|เทียบ|เครื่องบิน| |กำชับ| |จนท.|แนะนำ|ทิศทาง|หนี|ไฟ| |พร้อม|ปิด|ถนน|สาย| |118| |เชียงราย|-|เชียงใหม่| |หลัง|ทรุดตัว|	4

3.3 การสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่

ในการวิจัยนี้ใช้ Rapidminer[2] เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการทำงานหลักสามส่วนคือ กระบวนการ Process Document from Data เป็นส่วนของกระบวนการในสร้าง Term Document Metrix ในกระบวนการจะมีกระบวนการย่อย คือ การตัดคำ (Tokenize) การกำจัดคำหยุด (Stop Word) และการกรองความยาวของคำ (Filter Tokens) กระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ (Model Training) โดยการใช้เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนซึ่งใช้วิธีการทางสถิติ กับนาอีฟเบย์ที่ใช้ความน่าจะเป็น ซึ่งทั้งสองเทคนิคเป็นที่นิยมและให้ความถูกต้องในการพยากรณ์การจำแนกหมวดหมู่สูง และกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ ของแบบจำลอง (Model Testing) ซึ่งทั้งสองกระบวนการจะใช้วิธีสำหรับการประเมินแบบจำลองด้วย k-fold Cross-validation โดยกำหนดค่า k=10 ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองจะถูกใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดลอง การสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารผลที่ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสาร

Class	Accuracy		
	Naïve Bayes	SVM (Linear)	SVM (RBF)
1	87.48%	92.85%	0.00%
2	52.37%	75.80%	0.00%
3	77.99%	58.03%	0.00%
4	78.46%	95.07%	100.00%
Overall Accuracy	76.72%	88.64%	45.90%

จากผลการประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องโดยรวม ของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน kernel แบบ Linear มีความถูกต้องใน

[1] LexTo แหล่งที่มา : http://www.sansarn.com/lexto/download-lexto.php

[2] Rapidminer แหล่งที่มา : https://rapidminer.com/

การพยากรณ์สูงสุด คือ ร้อยละ 88.64 รองลงมาคือ นาอีฟเบย์ ร้อยละ 76.72 และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน kernel แบบ RBF ร้อยละ 45.90

5. สรุป

จากผลการทดลอง การสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ด้วยการใช้ประโยชน์จากแหล่งข้อมูลสาธารณะ เพื่อสกัดข้อความที่เป็นประโยชน์ ต่อการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับภัยพิบัติ โดยเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบ นาอีฟเบย์ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน Kernel แบบ Linear และ RBF ผลที่ได้จากการประเมินความถูกต้อง การเรียนรู้แบบ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน Kernel แบบ Linear มีผลการประเมินความถูกต้องสูงสุดคือ ร้อยละ 88.64 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นประโยชน์ ในการจัดการด้านความช่วยเหลือได้ต่อไป ทั้งนี้หากร่วมกับการสกัดข้อความข่าวสารภาษาอื่นๆ ด้วยน่าจะเป็นประโยชน์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Kongthon, A., Haruechaiyasak, C. et al. "The role of Twitter during a natural disaster: Case study of 2011 Thai Flood." *Technology Management for Emerging Technologies (PICMET), 2012 Proceedings of PICMET '12*. (2012) : 2227-2232.

[2] Alpaydin, E. *Introduction to Machine Learning*. : MIT Press, 2014.

[3] Manning, C. D., Raghavan, P., and Schütze, H. *Introduction to Information Retrieval*. : Cambridge University Press, 2008.

[4] Muralidharan, S., Rasmussen, L. et al. "Hope for Haiti: An analysis of Facebook and Twitter usage during the earthquake relief efforts." *Public Relations Review*. 37 (2011) : 175-177.

[5] Yanquan, Z., Lili, Y. et al. "Classification of Microblogs for Support Emergency Responses: Case Study Yushu Earthquake in China." *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on*. (2013) : 1553-1562.

[6] Backfried, G., Schmidt, C. et al. "Open Source Intelligence in Disaster Management." *Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), 2012 European*. (2012) : 254-258.

[7] Catanese, S. A., Meo, P. D. et al. "Crawling Facebook for social network analysis purposes." *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics*. Sogndal, Norway (2011) : 1-8.

[8] Mfenyana, S., Moroosi, N. et al. "Development of a Facebook Crawler for Opinion Trend Monitoring and Analysis Purposes: Case Study of Government Service Delivery in Dwesa." *Development*. 79 (2013) .

[9] Wong, C.-I., Wong, K.-Y. et al. "Design of a Crawler for Online Social Networks Analysis." *WSEAS Transactions on Communications*. 13 (2014) .

[10] Korde, V., and Mahender, C. N. "Text classification and classifiers: A survey." *International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA)*. 3 (2012) : 85-99.

[11] Dumais, S., Platt, J. et al. "Inductive learning algorithms and representations for text categorization." *Proceedings of the seventh international conference on Information and knowledge management*. Bethesda, Maryland, USA (1998) : 148-155.

[12] Sebastiani, F. "Machine learning in automated text categorization." *ACM Comput. Surv.* 34 (2002) : 1-47.

[13] Hassan, S., Muhammad, R., and Shaikh, M. S. "Comparing SVM and Naïve Bayes classifiers for text categorization with Wikitology as knowledge enrichment." *Multitopic Conference (INMIC), 2011 IEEE 14th International*. (2011) : 31-34.

[14] Fanizzi, N., dAmato, C., and Esposito, F. "Mining Linked Open Data through Semi-supervised Learning Methods Based on Self-Training." *Semantic Computing (ICSC), 2012 IEEE Sixth International Conference*. (2012) : 277-284.

[15] Akaichi, J., Dhouioui, Z., and Lopez-Huertas Perez, M. J. "Text mining facebook status updates for sentiment classification." *System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2013 17th International Conference*. (2013) : 640-645.

การจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัย จากแหล่งข้อมูลสาธารณะภาษาไทย
Classification of Open Source Flood Disaster Information in Thai Language

พัชราภรณ์ สิทธิคำฟู(Phatcharaporn Sitikomfu)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล(Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Phatcharaporn2526@gmail.com, [2]Maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย ประกอบด้วย Twitter เว็บไซต์ข่าวจากสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย และเว็บท่า (Web portal) จำนวน 14,000 ข้อความ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อความวิเคราะห์ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัย และสร้างแบบจำลองด้วยอัลกอริทึม 2 วิธี ได้แก่ นาอีฟเบย์ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย จากการทดลองพบว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ความแม่นยำในการจำแนกหมวดหมู่ ดีกว่า นาอีฟเบย์

คำสำคัญ: ภัยพิบัติทางธรรมชาติ อุทกภัย เหมืองข้อความ การจำแนกหมวดหมู่ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน นาอีฟเบย์

Abstract

This research aims to classify text from open source data such as Twitter, News website reliable in Thailand and Web portal in domain of flood disaster 14,000 record using Text Mining techniques. The experiments were conducted by comparing two classifier methods Naive Bayes and SVM. The results show that SVM given better performance than Naive Bayes in terms of accuracy.

Keywords: Natural Disasters, Flood, Text mining, Classification, Support vector machines, Naïve Bayes.

1. บทนำ

อุทกภัย (Flood) หมายถึงภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดจากน้ำท่วม ซึ่งเป็นน้ำท่วมบริเวณใดบริเวณหนึ่งเป็นครั้งคราว เนื่องจากฝนตกหนัก หรือน้ำล้นตลิ่ง คิดเป็น 30% ของภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั่วโลก และมีผลกระทบทางเศรษฐกิจมากกว่าเหตุการณ์อื่น ๆ [1] โดยมีการจัดลำดับจากธนาคารโลกให้น้ำท่วมเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจ รุนแรงเป็นอันดับ 4 ของภัยพิบัติทางธรรมชาติทั้งหมด [2] ประเทศไทยเกิดอุทกภัยครั้งร้ายแรงที่สุดในปี 2011 เป็นผลมาจากพายุโซนร้อนนกเตน มีผู้เสียชีวิต 815 คน สูญหาย 3 คน ประชาชนได้รับความเดือดร้อนประมาณ 13.6 ล้านคน ประกาศเป็นเขตภัยพิบัติน้ำท่วม 65 จังหวัด พื้นที่การเกษตรคาดว่าจะได้รับความเสียหายมากกว่า 20,000 ตารางกิโลเมตร [3] การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในทันที ถือเป็นการรับมือกับภัยพิบัติที่จำเป็นอย่างมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ความช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการให้กับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง [4] ปัจจุบัน Social Media มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารในกรณีฉุกเฉิน และในช่วงที่เกิดภัยพิบัติ [5] โดยเฉพาะ Twitter ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในช่วงที่เกิดอุทกภัยในประเทศไทยเมื่อปี 2011 มียอดผู้ใช้งาน Twitter เพิ่มสูงขึ้นถึง 52% ในการเผยแพร่ หรือติดตามข่าวสารเกี่ยวกับน้ำท่วม รวมถึงข่าวสารจากเว็บไซต์ข่าวของสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย และเว็บท่า (Web portal) ก็ยังคงมีบทบาทสำคัญในการนำเสนอข่าวในช่วงที่เกิดภัยพิบัติด้วยเช่นกัน [6]

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย จาก Twitter, เว็บไซต์ข่าวจากสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย และเว็บท่าโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อความในการวิเคราะห์ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัย และสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ด้วยอัลกอริทึม 2 วิธี คือ นาอีฟเบย์ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อวัดประสิทธิภาพการจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เหมืองข้อความ

เหมืองข้อความหรือการค้นหาองค์ความรู้จากข้อความ (Knowledge-Discovery in Text - KDT) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อความ (โดยส่วนใหญ่จะใช้กับข้อความที่มีจำนวนมาก) เพื่อค้นหารูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อความนั้น โดยใช้หลักการค้นคืนสารสนเทศ (Information retrieval), เหมืองข้อมูล (Data mining), การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning), สถิติ (Statistics) และหลักการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ (Computational linguistics) การทำเหมืองข้อความคล้ายกับการทำเหมืองข้อมูล แต่แตกต่างกันตรงที่การทำเหมืองข้อมูลมักจะใช้กับข้อมูล หรือฐานข้อมูลที่มีโครงสร้าง (Structured) ส่วนการทำเหมืองข้อความจะเน้นไปที่ข้อความที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) หรือกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured)

2.2 นาอีฟเบย์

นาอีฟเบย์ มีพื้นฐานมาจากกฎของเบย์ เป็นทฤษฎีทางด้านสถิติโดยนำความน่าจะเป็นมาใช้ประเมินความไม่แน่นอนให้เป็นตัวเลขได้ กล่าวถึงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (A) ถ้ามีเหตุการณ์อีกเหตุการณ์หนึ่งเกิดมาแล้ว (B) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ดังสมการที่ 1 [7]

$$P(A|B)= \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

$P(A|B)$ คือ ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์ A จะเกิดขึ้น ถ้าเหตุการณ์ B เกิดขึ้นแล้ว

$P(B|A)$ คือ ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์ B จะเกิดขึ้น ถ้าเหตุการณ์ A เกิดขึ้นแล้ว

$P(A)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ A

$P(B)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ B

วิธีการจำแนกหมวดหมู่โดยใช้หลักการความน่าจะเป็น เป็นการแก้ปัญหาแบบ Classification สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์และสามารถอธิบายได้ ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ เป็นวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยใช้ในการจำแนกหมวดหมู่เอกสารข้อความ (Text Classification) ได้ดี การทำงานไม่ซับซ้อน เหมาะกับกรณีของเซตตัวอย่างมีจำนวนมาก และคุณสมบัติ (Attribute) ไม่ขึ้นต่อกัน โดยกำหนดให้ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่จะเป็น ดังสมการที่ 2 [8]

$$P(A_1, A_2, \ldots, A_n|C_j)= \prod_{i=1}^{n} P(A_i|C_i) \quad (2)$$

กลุ่ม C_j สำหรับข้อมูลที่มีคุณสมบัติ n ตัว $X = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ หรือใช้สัญลักษณ์ว่า $P=(A_1,A_2,\ldots,A_n|C_j)$ โดยที่ $\prod$ หมายถึงผลคูณของค่า $P=(A_i|C_j)$ ทั้งหมด $i = 1, 2, 3, \ldots, n$ และ $j = 1, 2, 3, \ldots, n$ ดังนั้นจะได้วิธีการจำแนกประเภทแบบเบย์อย่างง่าย ดังสมการที่ 3

$$V_{NB}=\text{argmax}P(C_j) \prod_{i=1}^{n} P(A_i|C_i) \quad (3)$$

2.3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

นำเสนอทฤษฎีโดย Cortes and Vapnik (1995) เพื่อลดความผิดพลาดจากการทำนาย (Minimize error) จัดเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านการรู้จำรูปแบบข้อมูล อาศัยหลักการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลด้วยการหาระนาบตัดสินใจและแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยจะพยายามสร้างเส้นแบ่งตรงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มให้มีระยะระหว่างขอบเขตทั้ง 2 กลุ่มมากที่สุด (Optimal separating hyperplane) [8,9]

เมื่อต้องทำงานกับข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงมิติของข้อมูลให้มีมิติที่สูงขึ้น เรียกว่าฟีเจอร์สเปซ (Feature Space) ข้อมูลจะกลายเป็นข้อมูลแบบเชิงเส้นและสร้างสมการเพื่อแบ่งข้อมูลในรูปแบบของเชิงเส้นบนมิติ ตามทฤษฎีของเมอร์เซอร์ (Mercer Theorem) โดยฟังก์ชัน K

(x, x_i) เรียกว่า เคอร์แนลฟังก์ชัน (Kernel Function) เป็นการสร้างเส้นแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ดีที่สุดในฟีเจอร์สเปซใหม่

กำหนดให้ $(x_i, y_i),...,(x_n, y_n)$ เป็นตัวอย่างที่ใช้สำหรับการสอน n คือจำนวนข้อมูลตัวอย่าง m คือ จำนวนมิติข้อมูลเข้า และ y คือผลลัพธ์มีค่า +1 หรือ -1 [8] ดังสมการที่ 4

$$(x_i, y_i),...,(x_n, y_n) \text{ เมื่อ } x \in R^m, y \in \{+1,-1\} \quad (4)$$

สำหรับปัญหาเชิงเส้น มิติข้อมูลขนาดสูงได้ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยระนาบตัดสินใจ ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ 5

$$(w*x)+b=0 \quad (5)$$

เมื่อ w คือ ค่าน้ำหนักและ b คือค่า bias สมการใช้สำหรับจำแนกประเภทของข้อมูล ดังสมการที่ 6 และสมการที่ 7

$$(w*x)+b > 0 \text{ ถ้า } y_i = +1 \quad (6)$$

และ $(w*x)+b < 0$ ถ้า $y_i = -1$ (7)

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ เคอร์เนลฟังก์ชันแบบ Linear เป็นฟังก์ชันในการทดลอง เนื่องจากเคอร์เนลฟังก์ชันแบบ Linear ให้ผลประสิทธิภาพในการจัดหมวดหมู่ดีที่สุด [8,10]

2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในสถานการณ์ที่เกิดภัยพิบัติการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันเวลาถือเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก ปัจจุบันข้อมูลข่าวสารในสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีหลากหลายรูปแบบตั้งแต่ Web Feeds, blogs, TV, วิทยุ รวมไปถึง Social Media [11]

Twitter เป็น Social Media ในรูปแบบหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการเผยแพร่ข่าวสารที่เกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติ เนื่องจากสามารถเผยแพร่ข่าวสารได้โดยตรงผ่าน Smartphones หรือ Mobile devices ในแบบ Real-time และยังรองรับผู้ใช้งานได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถเข้าถึงข่าวสารได้โดยตรงจากผู้ประสบภัย หรือผู้ที่อยู่ในที่เกิดเหตุ ในปี 2011 เกิดน้ำท่วมหลายพื้นที่ในประเทศไทย มียอดการใช้งาน Twitter เพิ่มสูงขึ้นถึง 52% จึงมีผู้วิจัยนำข้อมูลจาก Twitter ชื่อ Thaiflood จำนวน 64,582 Twitter มาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ keyword และ rule based จำแนกข้อมูลจากการ Twitter ออกเป็น 4 หมวดหมู่ ดังนี้ 1) ประกาศสถานการณ์และการแจ้งเตือน 2) ประกาศการสนับสนุน 3) การร้องขอความช่วยเหลือ 4) การร้องขอข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ในการติดต่อประสานงานของผู้ให้ความช่วยเหลือ และผู้ได้รับผลกระทบ อีกทั้งยังช่วยเป็นข้อมูลในการเตรียมความพร้อมและวางแผนสำหรับการบรรเทาภัยพิบัติในอนาคต [5]

แผ่นดินไหวที่ประเทศจีน (Yushu Earthquake) มีการนำข้อมูลการ Twitter หลังจากเกิดแผ่นดินไหว 6 วันมาทำการจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้เทคนิค Naïve Bayes เนื่องจากง่าย เร็ว และให้ความถูกต้องสูงในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจะทำการติดป้ายข้อมูลที่ใช้สำหรับเรียนรู้ (Training set) ด้วยคนเพียงคนเดียวเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 5 หมวดหมู่ คือ หน่วยดับเพลิง, ตำรวจ, บริการรถพยาบาล, รัฐบาล และอื่น ๆ ส่งต่อข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้โดยตรงทำให้การช่วยเหลือรวดเร็ว ตรงกับความต้องการของผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือมากขึ้น [4]

ปี 2011 เกิดสึนามิในประเทศญี่ปุ่น มีผู้วิจัยได้นำ SVM มาใช้ในการจำแนกข้อความบน Twitter ในขณะที่เกิดเหตุการณ์โดยการจำแนกออกเป็น 2 หมวด คือข้อความที่เกี่ยวข้อง และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น [12]

Naive Bayes และ SVM เป็นอัลกอริทึมการที่ได้รับความนิยมในการจำแนกหมวดหมู่จึงมีการวิจัยนำเอา อัลกอริทึมทั้ง 2 แบบมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกอยู่บ่อยครั้ง เช่น การใช้ข้อมูลข่าวจาก Blog และ Twitter โดยแบ่งหมวดหมู่ข่าวออกเป็น 12 หมวดผลการจำแนกหมวดหมู่ SVM ให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกหมวดหมู่สูงกว่า Naive Bayes [13]

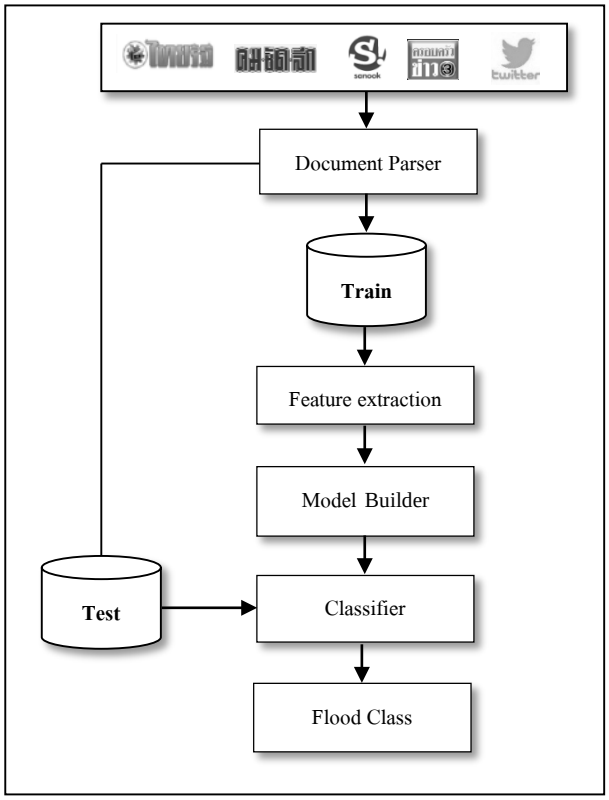
เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของข้อมูลข่าวสารให้มากยิ่งขึ้นจึงมีผู้วิจัยนำแหล่งข้อมูลข่าวสารอื่นๆ มาประกอบกับข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจาก Twitter โดยเฉพาะข้อมูลข่าวสารจากเว็บไซต์ข่าวจากสำนักข่าวที่เชื่อถือได้ [6] เช่น การนำข่าวอิเล็กทรอนิกส์จากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐมาจำแนกหมวดหมู่ของข่าวออกเป็น 10 หมวดได้แก่ บันเทิง, สังคม, การเมือง, เทคโนโลยี, กีฬา, ต่างประเทศ, เศรษฐกิจ, วัฒนธรรม, เกษตร, และการศึกษาโดยใช้ SVM ให้ประสิทธิภาพในการจำแนกถึง 95.1% [8]

ในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำข่าวสารในช่วงที่เกิดอุทกภัยครั้งนั้นจาก Twitter พร้อมกับข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากเว็บไซต์ข่าวจากสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย และเว็บท่าต่างๆ มาทำการสร้างแบบจำลองการจำแนกข่าวสารออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้เทคนิค

เหมืองข้อความในการวิเคราะห์ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยที่รวบรวมมาได้ และใช้แบบจำลองในการจำแนกข่าวสาร 2 อัลกอริทึม คือ Naïve Bayes และ SVM เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข้อมูลสาธารณะภาษาไทย มีกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองการจำแนกข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยภาษาไทย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองการจำแนกข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยภาษาไทย

3.1 การเตรียมข้อมูล

เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยภาษาไทยที่จะนำมาสร้างแบบจำลองเพื่อการเรียนรู้ จำนวน 14,000 ข้อความ จากแหล่งข่าวสาธารณะที่ได้ทำการศึกษามาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ปริมาณข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่ง ข่าวสารสาธารณะภาษาไทย

แหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย	จำนวนข้อความ
Thairath.com	2,300
Krobkruakao.com	2,400
Komchadluek.com	2,000
Sanook.com	2,600
Twitter	4,700

3.2 Document Parser

ขั้นตอนการดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลโดยใช้โปรแกรม import.io[1] จากนั้นทำการคัดกรองข้อมูลโดยกำจัดข้อมูลที่ซ้ำกันออก การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยการนำข้อความมาตัดคำผ่านโปรแกรมตัดคำภาษาไทย (Thai Lexeme Tokenizer: LexTo)[2] และติดป้ายข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ (Training Set) ทำการระบุหมวดหมู่ของข้อความด้วยมือ ดังตารางที่ 2

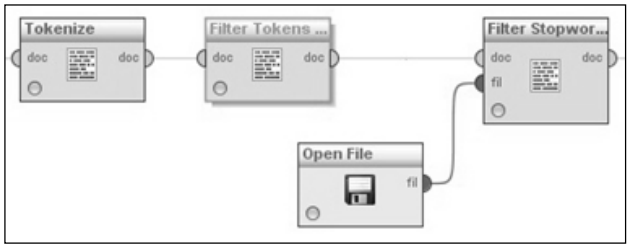
ตารางที่ 2: การติดป้ายข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ (Training Set)

Detail	Class
สถานการณ์|น้ำท่วม|ใน| |จ.|อุบลราชธานี| |เริ่ม|ทรงตัว| |ขณะที่|ล่าสุด| |ระดับน้ำ|ใน|แม่น้ำ|ชี| |และ|แม่น้ำ|มูล| ยังคง|สูง|กว่า|ตลิ่ง|อยู่|	1
มูลนิธิราชประชานุเคราะห์| |มอบ|ถุง|ยังชีพ| พระราชทาน| |ให้|แก่|ชาว|บาง|ระกำ|ประสบ|อุทกภัย| |1| |พัน|ครอบครัว|	2
ท่าเรือ|ปาก|เกร็ด|เสริม|โป๊ะ|เรือ|อีก| |2| |เมตร| | ชาวบ้าน| |เรียกร้อง|ขอความช่วยเหลือ| |ขาดแคลน|เรือ| ใช้|สัญจร| |น้ำท่วม|นาน|นับ|เดือน|	3
กระทรวง|พัฒนา|สังคม|ฯ| |เปิด|สายด่วน| |1300| |ช่วย| ผู้ประสบภัย|น้ำท่วม|	4

[1] https://import.io
[2] http://www.sansarn.com/lexto/

3.3 การสกัดคุณลักษณะ (Feature extraction)

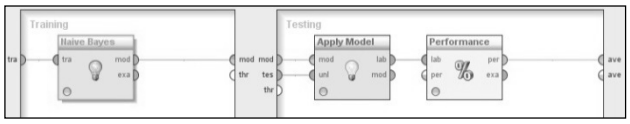
ขั้นตอนการดึงคุณลักษณะ (Feature) ของข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยออกมา โดยการสร้างคำจากข่าวสารที่เตรียมไว้ (Tokenize) กรองจำนวนตัวอักษรของคำ (Filter Tokenize) โดยกำหนดคำที่มีความยาวตั้งแต่ 2 ถึง 25 ตัวอักษรและกรองคำหยุด (Filter Stopword) เป็นการนำคำที่ไม่มีนัยสำคัญออกโดยที่ไม่ทำให้ความหมายของข่าวสารเปลี่ยนแปลง ในขั้นตอนนี้นำโปรแกรม Rapidminer[3] มาช่วยในการสกัดคุณลักษณะของข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัย ดังภาพที่ 2



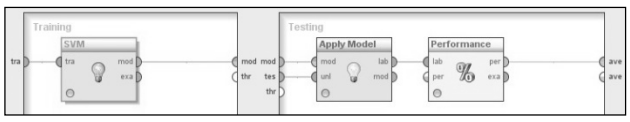
ภาพที่ 2: การสกัดคุณลักษณะของข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยโดยโปรแกรม Rapidminer

3.4 การสร้างแบบจำลอง (Model Builder)

การสร้างแบบจำลองสำหรับการเรียนรู้ ด้วยอัลกอริทึมการจำแนก 2 วิธี คือ Naïve Bayes ดังภาพที่ 3 และ SVM ดังภาพที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกหมวดหมู่



ภาพที่ 3: สร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึม Naïve Bayes



ภาพที่ 4: สร้างแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึม SVM

3.5 การจำแนกหมวดหมู่ (Classifier)

การจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยในงานวิจัยนี้จำแนกออกเป็น 4 หมวด คือ 1) ประกาศสถานการณ์และการแจ้งเตือน 2) ประกาศการสนับสนุน 3) การร้องขอความช่วยเหลือ 4) การร้องขอข้อมูล

3.6 การวัดประสิทธิภาพ (Testing and Evaluation)

การทดสอบแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข้อมูลสาธารณะภาษาไทย พิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยใช้วิธีการประเมินความสามารถของแบบจำลอง วัดที่ประสิทธิผลของการจำแนกข้อมูลตามแนวคิดทางด้านการค้นคืนสารสนเทศ ซึ่งก็คือ การวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) คำนวณได้ดังสมการที่ 8 [14],[15]

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (8)$$

c_j คือ หมวดหมู่ข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยที่สนใจวัดประสิทธิภาพ

TP คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่กลุ่ม c_j และตัวจำแนกทำนายว่าอยู่กลุ่ม c_j

FP คือ จำนวนตัวอย่างที่ไม่อยู่กลุ่ม c_j และตัวจำแนกทำนายว่าอยู่กลุ่ม c_j

FN คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่กลุ่ม c_j และตัวจำแนกทำนายว่าไม่อยู่กลุ่ม c_j

TN คือ จำนวนตัวอย่างที่ไม่อยู่กลุ่ม c_j และตัวจำแนกทำนายว่าไม่อยู่กลุ่ม c_j

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องของจัดหมวดหมู่

ผลการทดสอบการจำแนกข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทยของแบบจำลอง โดยใช้ Algorithm 2 วิธี ได้แก่ Naïve Bayes และ SVM (Linear) เพื่อวัดประสิทธิภาพ Accuracy ในการจำแนกหมวดหมู่ พบว่า SVM (Linear) ให้ค่า Accuracy 83.85 % มากกว่า Naïve Bayes ที่ให้ค่า Accuracy 63.34 % ดังตารางที่ 3

[3] https://rapidminer.com

ตารางที่ 3: ผลการทดสอบการจำแนกข้อมูลข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย

Class	Accuracy	
	Naïve Bayes	**SVM (Linear)**
1	66.49	90.96
2	55.67	75.35
3	3.72	14.89
4	18.80	33.90
Overall accuracy	**63.34 %**	**83.85 %**

4.2 สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองการจัดหมวดหมู่ข้อความข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทย จาก Twitter, เว็บไซต์ข่าวจากสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย และเว็บท่าโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อความในการวิเคราะห์ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัย และสร้างแบบจำลองการจำแนกหมวดหมู่ด้วยอัลกอริทึม 2 วิธี คือ Naïve Bayes และ SVM เพื่อวัดประสิทธิภาพการจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทยที่ให้ผลดีที่สุด จากการทดลองพบว่า SVM ให้ผลการจำแนกหมวดหมู่ 83.85% มีค่าความถูกต้องมากกว่า Naïve Bayes ที่ให้ผลการจำแนกหมวดหมู่ 63.34% เหตุผลที่ SVM ให้ผลการจำแนกได้ถูกต้องมากกว่า Naïve Bayes เนื่องจาก SVM จะทำการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลด้วยการหาระนาบตัดสินใจและแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยจะพยายามสร้างเส้นแบ่งตรงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มให้มีระยะระหว่างขอบเขตทั้ง 2 กลุ่มมากที่สุด (Optimal separating hyperplane) และพิจารณาระยะห่าง (Margin) ระหว่างคลาส ซึ่งเส้นระนาบที่ดีที่สุดจะสามารถจำแนกหมวดหมู่ข่าวสารภัยพิบัติอุทกภัยจากแหล่งข่าวสารสาธารณะภาษาไทยได้มีประสิทธิภาพ และที่ Naïve Bayes ให้ประสิทธิภาพในการจำแนกหมวดหมู่น้อยนั้นเนื่องจาก Naïve Bayes อาศัยหลักการความน่าจะเป็นจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ อีกทั้ง Naïve Bayes ข้อมูลจะต้องไม่ขึ้นต่อกัน แต่เนื่องจากข้อมูลของแต่ละคลาสอาจจะมีบางคลาสที่มีความคล้ายคลึงกันจึงทำให้ Naïve Bayes ให้ประสิทธิภาพในการจำแนกที่น้อยกว่า SVM

เอกสารอ้างอิง

[1] L. C. Degrossi, J. P. de Albuquerque, M. C. Fava, and E. M. Mendiondo, “Flood Citizen Observatory: a crowdsourcing-based approach for flood risk management in Brazil.” 2012.

[2] A. Winijkulchai. (2012). [Online]. Thailand’s 2011 Flood Crisis Reveals Potential of Technology and Social Media in Disaster Response. [cited 20 Feb. 2015]. Available from : URL : http://asiafoundation.org/in-asia/2012/06/27/ thailands-2011-flood-crisis-reveals-potential-of-technology -and-social-media-in-disaster-response/

[3] P. Jongsuksomsakul, “Disaster Risk Management Communication in ASEAN Case Study in Flood,” Journal on Media & Communications (JMC), pp. 120-131, 2013.

[4] Y. Zhou, L. Yang, B. Van de Walle, and C. Han, "Classification of Microblogs for Support Emergency Responses: Case Study Yushu Earthquake in China." Hawaii International Conference on System Sciences Vol. 46, pp. 1553-1562, 2013.

[5] A. Kongthon, C. Haruechaiyasak, J. Pailai, and S. Kongyoung, "The role of Twitter during a natural disaster: Case study of 2011 Thai Flood." Proceedings of PICMET:Technology Management for Emerging Technologies Vol. 12 , pp. 2227-2232, 2012.

[6] G. Backfried, J. Gollner, G. Qirchmayr, K. Rainer, G. Kienast, G. Thallinger, C. Schmidt, and A. Peer, "Integration of Media Sources for Situation Analysis in the Different Phases of Disaster Management: The QuOIMA Project." Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), pp. 143-146, 2013.

[7] บุญเสริม กิจศิริกุล. อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[8] นิเวศ จิระวิชิตชัย และคณะ. “การจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยแบบอัตโนมัติด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน” The 6th National Conference Computing and Information Technology, pp. 92-87, .2010

[9] อรทิพย์ เลื่อยงาม, ชัยพร เขมะภาตะพันธ์. การจัดประเภทเอกสารด้วยวิธีเอสวีเอ็ม เพื่อการป้องกันเอกสารรั่วไหล. การประชุมวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 7, 3-12.

[10] นิเวศ จิระวิชิตชัย และคณะ. "การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยแบบอัตโนมัติ" วารสารพัฒนบริหารศาสตร์ 51 (2554).

[11] G. Backfried, C. Schmidt, M. Pfeiffer, G. Quirchmayr, M. Glanzer, and K. Rainer, "Open Source Intelligence in Disaster Management." Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), pp. 254-258, 2012.

[12] Y. Tyshchuk, L. Hao, J. Heng, and W. A. Wallace, "Evolution of communities on Twitter and the role of their leaders during emergencies." IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), pp. 727-733, 2013.

[13] I. Dilrukshi, and K. De Zoysa, "Twitter news classification: Theoretical and practical comparison of SVM against Naive Bayes algorithms." International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), pp. 278, 2013.

[14] นิเวศ จิระวิชิตชัย และคณะ "การจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยด้วยเครือข่ายฟังก์ชันฐานรัศมี" National Conference on Information Technology, pp 302-307, 2010.

[15] นิเวศ จิระวิชิตชัย. การค้นหาเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรคอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2553.

การพัฒนาตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐาน ของประชากรในประเทศไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
Model Development for Predicting the Thai Population Migration using an Artificial Neural Network

พิชนิตา ศีลสัตย์(Pichanita Seensat)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล(Maleerat Sodanil)[2]
[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]ppseen@gmail.com, [2]Maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากรในประเทศไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากรในประเทศไทยที่พัฒนาขึ้น โดยนำเสนอเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น ใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ ผลการวิเคราะห์ได้รูปแบบโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ 11:60:2 โดยนำข้อมูลการสำรวจการย้ายถิ่นฐานของประชากรในประเทศไทยจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556 มาใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยข้อมูลมากกว่า 3 ล้านเรคคอร์ด ทำการลดมิติข้อมูลและคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาสม ข้อมูลที่ได้ลดลงกว่า 70% ก่อนแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้ในการเรียนรู้และทดสอบ ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากรสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การพยากรณ์ การย้ายถิ่นฐาน ประชากร โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

The objective of this research was to develop the model for predicting the Thai population migration. It also evaluated the effectiveness of the developed model for predicting the population in Thailand. This research aims to use an artificial neural network (multi-layer perceptron), which utilized back-propagation learning algorithm. The findings of this research showed that the most appropriate of artificial neural network structure was 11:60:2. Data more than 3 million records consist of those from migration survey from The National Statistical office of Thailand during 2004-2012 to reduce the dimensions and features selected. Data was reduced more than 70% and which are divided into 2 groups, One for learning and the other for testing for this research. The result showed Root mean square error of 0.18. In conclusion, the predicting population migration of developed model could be applied effectively.

Keywords: Prediction, Migration, Population, Artificial Neural Network.

1. บทนำ

องค์การสหประชาชาติได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลประชากรของแต่ละประเทศทั่วโลก ตั้งแต่ พ.ศ. 2493 ถึง พ.ศ. 2556 และทำการพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคตจนถึง พ.ศ. 2643 พบว่าจำนวนประชากรของประเทศไทยกำลังอยู่ในสภาพคงตัว [1][2] แต่ได้ซ่อนความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงไว้ในด้านโครงสร้างการกระจายตัวในพื้นที่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางประชากรของประเทศไทยที่สำคัญมี 3 ปัจจัย ดังนี้ 1.ประชากรสูงอายุ 2.การเคลื่อนย้ายแรงงานและประชากรข้ามชาติ 3.การพัฒนาเขตเมืองและการย้ายถิ่นฐานของประชากร [3] โดยเฉพาะการพัฒนาเขตเมือง

เป็นปัจจัยดึงดูดอย่างหนึ่งสำหรับการย้ายถิ่นฐานของประชากร แม้การขยายตัวของเขตเมืองในประเทศไทยจะอยู่ในระดับต่ำกว่าประเทศที่มีระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มในการเติบโตของเขตเมืองเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [4] และนำมาสู่การประสบปัญหาเช่นเดียวกับเมืองใหญ่อื่นทั่วโลก ซึ่งหากขาดการบริหารจัดการที่ดีและเหมาะสมกับจำนวนประชากรที่มีอยู่จริงในแต่ละพื้นที่ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้ 1.ผลกระทบด้านสังคม 2.ผลกระทบด้านการแพทย์และสาธารณสุข 3.ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ 4.ผลกระทบด้านการศึกษา 5.ผลกระทบด้านการเมืองและความมั่นคง 6.ผลกระทบด้านความเป็นเมือง 7.ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม [5][6]

ลักษณะการย้ายถิ่นฐานของประเทศไทย พบว่ากรุงเทพฯ เป็นศูนย์กลางในการรับผู้ย้ายถิ่นฐานจากทั่วทุกภูมิภาค แต่เนื่องจากจุดอิ่มตัวของกรุงเทพฯ ที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการในด้านต่างๆ ทำให้ต้องเปลี่ยนไปยังเมืองที่เจริญรองลงมาที่มีการพัฒนาและมีศักยภาพใกล้เคียงกัน [7]

ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของผลกระทบที่เกิดจากการย้ายถิ่นฐานของประชากรในประเทศไทย จึงเกิดแนวคิดในการสร้างตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากรในอนาคตขึ้น เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการวางแผน มาตรการหรือกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการเตรียมความพร้อมในระดับท้องถิ่นหรือชุมชน จังหวัด ภูมิภาค จนถึงระดับประเทศ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประชากรศาสตร์

เป็นการศึกษาประชากรใน 3 ลักษณะ ได้แก่ ขนาด โครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงทางประชากร สามารถจำแนกตามลักษณะของการศึกษาได้ 2 ประเภท คือ ประชากรศาสตร์ภาคพรรณนา และประชากรศาสตร์ภาคคณิตศาสตร์ แหล่งที่มาของข้อมูลประชากรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งปฐมภูมิ เป็นแหล่งข้อมูลที่ให้ข้อมูลเบื้องต้นโดยตรง โดยผู้รวบรวมข้อมูลอาจใช้วิธีสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบกรอกแบบสอบถาม และแหล่งทุติยภูมิ เป็นแหล่งที่ได้รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานหรือไว้สำหรับบริการหน่วยงานภายนอก วิธีการรวบรวมข้อมูลด้านประชากรมีหลายวิธี เช่น สำมะโนประชากร การจดทะเบียน การสำรวจ เป็นต้น ข้อมูลประชากรประกอบด้วยองค์ประกอบด้านเพศ อายุ เศรษฐกิจ การศึกษา ที่อยู่อาศัย สถานภาพการสมรส ภาวะการเจริญพันธุ์ และการตาย การเคลื่อนย้ายแรงงานและประชากรข้ามชาติ การพัฒนาเขตเมืองและการย้ายถิ่นฐาน

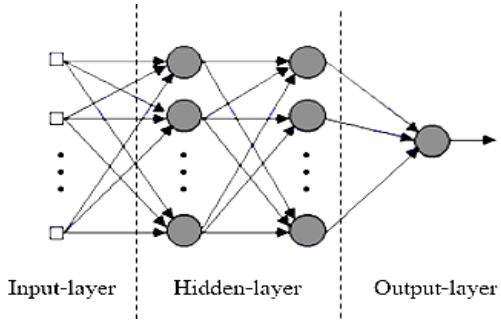
การย้ายถิ่นฐานเป็นเหตุการณ์ทางประชากรที่แตกต่างไปจากการเกิดและการตาย โดยที่การเกิดและการตายเป็นเหตุการณ์ชีพและเป็นเหตุการณ์ที่มีคำนิยามที่แน่ชัด มีแบบแผนตายตัวภายใต้กระบวนการทางชีวภาพ แต่การย้ายถิ่นฐานไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพของบุคคลโดยตรง หากแต่เป็นการเคลื่อนย้ายเชิงพื้นที่ ออกจากเขตพื้นที่แห่งหนึ่งเข้าสู่เขตพื้นที่หนึ่ง

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์ โดยมีรูปแบบโครงสร้างและการทำงานเหมือนกับสมองของสิ่งมีชีวิตที่มีการปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของข้อมูลป้อนเข้า ตามกฎของการเรียนรู้ สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1.แบบจำลองนิวรอล ได้แก่ ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลส่งออก ค่าน้ำหนัก ฟังก์ชันผลรวม ค่าความเอนเอียง และฟังก์ชันการแปลงหรือฟังก์ชันการถ่ายโอน 2.สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย ประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งได้หลายวิธี ซึ่งวิธีการแบ่งประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมที่นิยม คือ การแบ่งตามวิธีการเรียนรู้ และโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม ประเภทโครงข่ายประสาทเทียมแบ่งตามวิธีการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอน การเรียนรู้แบบไม่มีผู้ และการเรียนรู้แบบเสริมความเข้มแข็งประเภท โครงข่ายประสาทเทียมแบ่งตามโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม ได้แก่ โครงข่ายแบบไปข้างหน้า และโครงข่ายแบบป้อนย้อนกลับ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบไปข้างหน้า ที่ประกอบด้วยชั้นมากกว่า 1 ชั้น แต่ละชั้นจะมีการรับค่าและคำนวณค่าผลรวมของข้อมูลนำเข้าและค่าน้ำหนักของแต่ละจุดที่เชื่อมโยงกันและ

ส่งต่อค่าเหล่านั้นไปยังนิวรอลที่เชื่อมต่อในชั้นถัดไป แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น

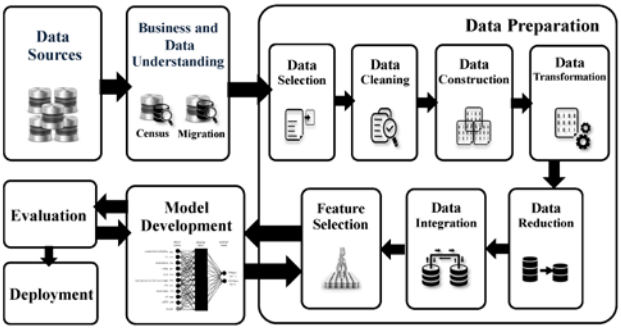
การเรียนรู้แบบแพร่กระจาย เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นิยมใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น โครงข่ายจะทำการปรับค่าน้ำหนัก หลังจากทำการฝึกสอนแก่โครงข่ายแล้วค่าเป้าหมายของโครงข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่คาดหวัง ทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด จะนำค่าความผิดพลาดที่ได้ส่งกลับเข้าโครงข่ายเพื่อใช้ในการปรับปรุงค่าน้ำหนัก

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลประชากรส่วนใหญ่นิยมนำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากผลลัพธ์ในการพยากรณ์มีความผิดพลาดน้อยเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่น ดังงานวิจัยของ Folorunso, Akinwale, et al [8] ได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนประชากรโดยเปรียบเทียบตัวต้นแบบที่พัฒนาจากโครงข่ายประสาทเทียม และการฉายภาพประชากรด้วยวิธีองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงประชากรตามรุ่นอายุ พบว่าความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสูงกว่าการฉายภาพประชากรด้วยวิธีองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงประชากรตามรุ่นอายุ Bandyopadhyay และ Chattopadhyay [9] ได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนประชากรชายและหญิงของประเทศอินเดีย โดยการแบ่งข้อมูลประชากรออกเป็น 7 ช่วงอายุ และพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์น้อยมากทั้งในเพศชายและเพศหญิง แม้โครงสร้างข้อมูลทางประชากรของประเทศอินเดียจะมีความซับซ้อนมากก็ตาม Patil และ Mytri [10] และ Chon, Park, etal [11] ได้นำเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงและความหนาแน่นของประชากรศัตรูพืช ซึ่งมีค่าความถูกต้องของการพยากรณ์สูงและสามารถนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับการปรับปรุงและวางแผนด้านผลผลิตทางการเกษตรได้จริง Shi, Wang และ Wang [12] ทำการพยากรณ์อัตราการตายของผู้ป่วยสูงอายุที่เกิดจากกระดูกอินเตอร์โทรแคนเทอริกหักในประเทศจีนโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างตัวต้นแบบที่พัฒนาจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมกับเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย โลจิสติกส์ ผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่สูงกว่า และงานวิจัยของ Kongmaree, Vanichayobon และWettayaprasit [13] พบว่าการพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ที่มีการคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อลดมิติของข้อมูลทำให้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ดีขึ้นและยังลดเวลาในการพัฒนาตัวต้นแบบด้วย

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานสำหรับงานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับมาพัฒนาเป็นตัวต้นแบบ และประยุกต์ขั้นตอนการดำเนินงานจากกรอบมาตรฐานของการทำเหมืองข้อมูล Cross-Industry Process for Data Mining แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กรอบแนวความคิดสำหรับการดำเนินงานวิจัย

3.1 การทำความเข้าใจถึงปัญหาและข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย คือ ข้อมูลการสำรวจการย้ายถิ่นฐานของประชากรจากการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี พ.ศ. 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2554, 2555 และ 2556 และจากสำมะโนประชากรและเคหะ ปี พ.ศ. 2553 สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ปริมาณข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 3,201,900 แถว

3.2 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยแต่ละปีมีรูปแบบของข้อมูลที่แตกต่างกัน จึงดำเนินการแก้ไขข้อมูลของแต่ละปีให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การเลือกข้อมูล (Data Selection)

เลือกข้อมูลที่เป็นเป้าหมายสำหรับการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลที่ตั้งครัวเรือน ลักษณะทางประชากร และการย้ายถิ่นฐานของประชากร

3.2.2 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning)

ดำเนินการในจัดการข้อมูลที่ขาดหายโดยไม่นำแถวหรือคุณลักษณะของข้อมูลที่ขาดหายมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลที่ไม่สามารถแจงนับ (การสอบถามหรือการสัมภาษณ์ข้อมูลต่างๆจากผู้ให้ข้อมูลหรือหน่วยตามที่กำหนด) และข้อมูลประชากรที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี เนื่องจากไม่มีการบันทึกข้อมูลด้านประชากร

การลบคุณลักษณะถูกปกปิดเนื่องจากข้อกำหนดทางกฎหมายในการเผยแพร่ข้อมูลและข้อมูลเฉพาะสำหรับการจัดทำการสำรวจหรือสำมะโนของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

การแปลงรูปแบบที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล 1.คุณลักษณะประเภทกิจกรรมหลักของอาชีพ ใช้หลักเกณฑ์ International Standard Classification of Occupations ขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ 2. คุณลักษณะประเภทอุตสาหกรรมตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ใช้หลักเกณฑ์ International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Third Revision ขององค์การสหประชาชาติ 3. คุณลักษณะอายุ ใช้หลักเกณฑ์ Standard International Age Classification ขององค์การสหประชาชาติ ปริมาณข้อมูลหลังจากการดำเนินงานในขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูลเท่ากับ 1,397,899 แถว และ 13 คุณลักษณะประกอบด้วย ความสัมพันธ์กับหัวหน้าครัวเรือน อายุ สถานการณ์ทำงาน การศึกษา ณ ปัจจุบัน การศึกษาที่จบสูงสุด จังหวัด ประเภทอุตสาหกรรมตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อาชีพ สถานภาพสมรส ภาค เขตพื้นที่ เพศ และการย้ายถิ่นฐาน

3.2.3 การรวมคุณลักษณะ (Data Construction)

รวมคุณลักษณะการศึกษา ณ ปัจจุบัน และคุณลักษณะการศึกษาที่จบสูงสุดให้เป็นคุณลักษณะเดียว และแปลงรูปแบบที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้หลักเกณฑ์ International Standard Classification of Education ขององค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หลังจากการดำเนินงานในขั้นตอนการรวมคุณลักษณะ จะได้ 12 คุณลักษณะประกอบด้วย ความสัมพันธ์กับหัวหน้าครัวเรือน อายุ สถานการณ์ทำงาน การศึกษา จังหวัด ประเภทอุตสาหกรรมตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อาชีพ สถานภาพสมรส ภาค เขตพื้นที่ เพศ และการย้ายถิ่นฐาน

3.2.4 การแปลงข้อมูลให้เหมาะสมกับการใช้งาน (Data Transformation)

แปลงข้อมูลนำเข้าให้อยู่ในช่วง 0-1 เพื่อให้เหมาะสมกับเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ดังสมการที่ (1)

$$v' = \frac{v - min_A}{max_A - min_A}(new\_max_A - new\_min_A) + new\_min_A \quad (1)$$

3.2.5 การลดมิติของข้อมูล (Data Reduction)

ข้อมูลการย้ายถิ่นฐานของประชากรที่ถูกเก็บรวบรวมโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ มีแบบแผนการเลือกตัวอย่างแบบ 2-2-2 ซึ่งในแต่ละปีจะมีการเลือกตัวอย่างครัวเรือนซ้ำครึ่งหนึ่งจากครัวเรือนตัวอย่างของปีที่ผ่านมา จึงไม่นำครัวเรือนตัวอย่างที่ซ้ำกันมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ปริมาณข้อมูลหลังจากการดำเนินงานในขั้นตอนการลดมิติข้อมูลเท่ากับ 679,938 แถว

3.2.6 การรวมข้อมูล (Data Integration)

รวมข้อมูลการย้ายถิ่นฐานของประชากรทั้ง 10 ปีที่ได้ดำเนินการแก้ไขตามขั้นตอน 3.2.1 - 3.2.5

3.2.7 การคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม (Feature Selection)

สำหรับการคัดเลือกคุณลักษณะของงานวิจัยนี้ ได้นำเทคนิคของการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม เพื่อนำไปพัฒนาตัวต้นแบบสำหรับพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากร ผล

การคัดเลือกคุณลักษณะสามารถแบ่งข้อมูลตามการคัดเลือกได้ 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ จากการใช้เทคนิค Correlation based Feature Selection และข้อมูลชุดที่ 2 ประกอบด้วย 11 คุณลักษณะ จากการใช้เทคนิค Chi-squared Feature Evaluation, Consistency Subset Evaluation, Filtered Attribute Evaluation, Gain Ratio Feature Evaluation, Information Gain และ Principal Component Analysis

3.3 การสร้างตัวต้นแบบสำหรับการพยากรณ์

สร้างตัวต้นแบบจากชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรม WEKA และทำการปรับจำนวนชั้นซ่อน รอบการเรียนรู้ อัตราการเรียนรู้ (สำหรับปรับปรุงค่าน้ำหนัก) และค่าโมเมนตัม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับตัวต้นแบบทั้ง 2 และใช้เทคนิค 10-fold cross validation ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวต้นแบบ จากผลการดำเนินการพบว่าจำนวนชั้นซ่อนที่เหมาะสมที่สุด คือ 60 รอบการเรียนรู้ คือ 500 อัตรการเรียนรู้ คือ 0.1 และค่าโมเมนตัมคือ 0.1

3.4 การประเมินประสิทธิภาพของตัวต้นแบบ

ประเมินประสิทธิภาพของตัวต้นแบบในการพยากรณ์โดยใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error) ดังสมการที่ (2)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(Y_t^s - Y_t^a)^2} \quad (2)$$

โดยที่ T คือ จำนวนคาบเวลาที่ใช้ในการประมาณตัวต้นแบบ

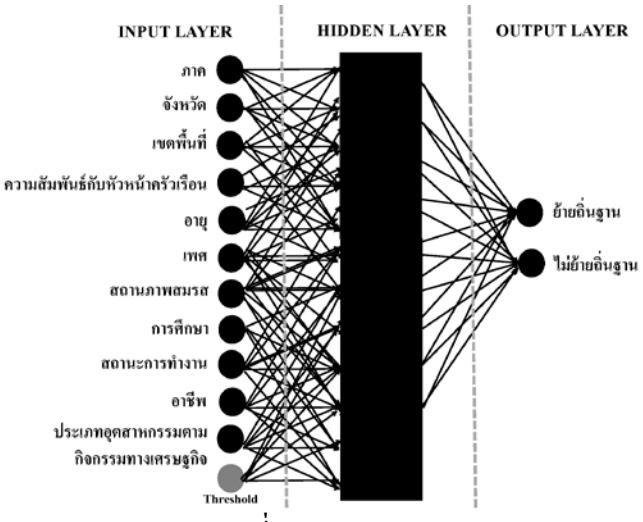
Y_t^a คือ ค่าที่แท้จริง

Y_t^s คือ ค่าที่ได้จากการประมาณของตัวต้นแบบ

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวต้นแบบสำหรับชุดข้อมูลชุดที่ 1 ประกอบด้วย 5 คุณลักณะได้แก่ จังหวัด ความสัมพันธ์กับหัวหน้าครัวเรือน สถานภาพการสมรส อาชีพ และอายุ มีความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ข้อมูลชุดที่ 2 ประกอบด้วย ได้แก่ ความสัมพันธ์กับหัวหน้าครัวเรือน อายุ สถานะการทำงาน การศึกษา จังหวัด ประเภทอุตสาหกรรมตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อาชีพ สถานภาพสมรส เพศ ภาค และเขตพื้นที่ มีความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.18

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวต้นแบบพบว่าการพัฒนาตัวต้นแบบด้วยข้อมูลชุดที่ 2 มีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่สูงกว่า เนื่องจากมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยกว่าตัวต้นแบบที่พัฒนาด้วยข้อมูลชุดที่ 1 จึงเลือกใช้ตัวต้นแบบนี้ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวต้นแบบ

5. สรุป

โครงข่ายประสาทเทียมที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์การย้ายถิ่นฐานของประชากร คือ แบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น ใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ ประกอบด้วยนิวรอลในชั้นข้อมูลนำเข้า 11 นิวรอล ชั้นซ่อน 60 นิวรอล และชั้นส่งออก 2 นิวรอล ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการพยากรณ์ มีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้สนับสนุนในการจัดทำแผน มาตรการหรือนโยบายสำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของประชากรในแต่ละพื้นที่จากการย้ายถิ่นฐานของประชากรในประเทศไทยได้

เอกสารอ้างอิง

[1] United Nation, Department of Economic and Social Affairs, *World population Prospects: The 2012 Revision, Volume II: Demographic profiles*, United Nation: New York, 2013.

[2] ปัทมา ว่าพัฒนวงศ์ และคณะ, *การศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบเชิงนโยบายต่อการพัฒนาประเทศจากผลการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583*, โรงพิมพ์เดือนตุลาคม: กรุงเทพฯ, 2556.

[3] กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และกองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ, *ความก้าวหน้าและความท้าทายของการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการด้านประชากรและการพัฒนาในประเทศไทย*, กองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ: กรุงเทพฯ, 2553.

[4] คณะกรรมการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และกองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ, *ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทางประชากรในประเทศไทย*, กองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ: กรุงเทพฯ, 2555.

[5] อมรทิพย์ แท้เที่ยงธรรม และโกมล ปราชญ์กตัญญู, "การย้ายถิ่นภายในประเทศ: ปัจจัยกำหนดและผลกระทบทางด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม" *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39*, หน้า 19-28.

[6] เพ็ญพร ธีระสวัสดิ์, *ประชากรศาสตร์ สาระสำคัญโดยสังเขป*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์: กรุงเทพฯ, 2540.

[7] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, *การสำรวจการย้ายถิ่นของประชากร พ.ศ. 2556*, สำนักงานสถิติแห่งชาติ: กรุงเทพฯ, 2557.

[8] O. Folorunso, A.T. Akinwale, et al, "Population prediction using artificial neural network," *African journal of mathematics and computer science research*, Vol. 3, No. 3, pp.155-162, 2010.

[9] Goutami Bandyopadhyay and Surajit Chattopadhyay, "An Artificial Neural Net approach to forcast the population of India," *Indian International Conference on Artificial Intelligence*, 2007.

[10] Jyothi Patil and V.D.Mytri, "A Prediction Model for Population Dynamics of Cotton Pest (Thrips tabaci Linde) using Multilayer-Perceptron Neural Network," *International Journal Computer Applications*, Vol. 67, No. 4, pp. 19-26, 2013.

[11] Tae-soo Chon, Yong-seuk Park, et al, "Use of an ArtificialNeural Network to Predict Population Dynamics of the Forest–Pest Pine Needle Gall Midge (Diptera: Cecidomyiida)," *Environmental Entomology*, Vol. 29, No. 6, pp. 1208-1215, 2000.

[12] L. Shi, X.C. Wang and Y.S. Wang, "Artificial neural network models for predicting 1-year mortality in elderly patients with intertrochanteric fractures in China," *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Vol. 46, pp. 993-999, 2013.

[13] Kongmanee, T., Vanichayobon, S., and Wettayaprasit, W. "The TF-IDF and Neural Networks Approach for Translation Initiation Site Prediction," *The 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology*, Aug 8-11, 2009.

การรู้จำท่ามือภาษามือไทยโดยใช้การจำลองแบบอาณาจักรมด ร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน
Thai Hand Shapes Recognition using ACO - SVM

อนุสรณ์ อุ่นท้าว(Anusorn Untao)[1] และสมปอง เวชฺวนาธร(Sompong Valuvanathon)[2]
ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[1]anusorn.un.54@ubu.ac.th, [2]sompong.v@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำเสนอขั้นตอนวิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำท่ามือภาษามือไทย โดยใช้การจำลองแบบอาณาจักรมด ประยุกต์ใช้ร่วมกับ แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม (Incremental model) ผ่านกระบวนการตรวจสอบประสิทธิภาพการคาดการณ์ของโมเดลด้วยวิธีไขว้กันแบบหลายเท่า (K-fold cross validation) เพื่อใช้แก้ปัญหาการปรับค่าพารามิเตอร์ c และ γ ด้วยวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชันเคอร์เนล โดยทดลองกับชุดข้อมูลรูปถ่ายท่ามือภาษามือไทยที่จัดทำขึ้นจำนวน 1,420 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยท่ามือจากผู้แสดงจำนวน 10 คน คนละ 142 ท่า ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำได้โดยมีค่าความถูกต้องในการรู้จำสูงสุดร้อยละ 96.3

คำสำคัญ: การรู้จำท่ามือ ภาษามือไทย การจำลองแบบอาณาจักรมด แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

Abstract

This paper proposed parameter optimization to enhance the accuracy of Thai hand shapes recognition. Ant colony optimization (ACO) with incremental model and support vector machine (SVM) with radial basis function (RBF) kernel were combined to classify the Thai hand shapes. K-fold cross validation was used to approximate the c and γ parameters in support vector machine (SVM). The experiment dataset consists of 1,420 images, 142 hand shapes from ten individuals. The experimental results showed that the proposed method could enhance the performance of Thai hand shape recognition up to 96.3%.

Keywords: Hand Shapes, Thai Sign Language, ACO, Incremental model, SVM.

1. บทนำ

ท่ามือ (Hand shapes) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของภาษามือ [1] การรู้จำท่ามือที่มีความคล้ายคลึงกันเป็นอย่างมากในภาษามือไทยโดยใช้ค่าความถี่ของทิศทางตามค่าเกรเดียนท์ (Histograms of oriented gradients: HOG) ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis : PCA) ในขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะของรูปภาพท่ามือภาษามือไทย เพื่อลดมิติของข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลรู้จำด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine : SVM) แบบ เรเดียลเบสิสฟังก์ชัน เคอร์เนล (Radial basis function : RBF) การทดลองพบว่าหากต้องการให้การจำแนกข้อมูลเกิดประสิทธิภาพสูงสุดควรมีวิธีการที่เหมาะสมในการปรับค่าพารามิเตอร์ [2] วิธีการเชิงวัฒนาการได้ถูกประยุกต์ใช้ในการปรับค่าพารามิเตอร์ร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [3] และการจำลองแบบอาณาจักรมด (Ant colony optimization: ACO) เป็นวิธีการที่สามารถใช้ปรับค่าพารามิเตอร์ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ [4], [5], [6], [7] ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ การสกัด การจัดกลุ่ม และปรับค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอนการจำแนกข้อมูลโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำเสนอขั้นตอนวิธีการประยุกต์ใช้การจำลองแบบอาณาจักรมดร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชันเคอร์เนล ในด้านประสิทธิภาพการรู้จำสำหรับชุดข้อมูลท่ามือภาษามือไทย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1การตรวจสอบไขว้กันหลายเท่า (K-fold cross validation)

การตรวจสอบไขว้กันหลายเท่าเป็นวิธีตรวจสอบค่าความผิดพลาดการคาดการณ์ของโมเดลโดยทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น k ชุด ในจำนวนที่เท่ากันแล้วทำการคำนวณค่าความผิดพลาด k รอบโดยแต่ละรอบของข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้จะถูกนำมาทดสอบและข้อมูล k-1 จะถูกแบ่งไว้เป็นข้อมูลชุดเรียนรู้แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาสะท้อนค่าประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ข้อดีของวิธีการการตรวจสอบไขว้กันหลายเท่าสามารถกำหนดขนาดของข้อมูลและคำนวณเท่ากับจำนวนรอบตามต้องการซึ่งเหมาะสำหรับการประมวลผลกับข้อมูลที่มีมิติมาก [8], [9]

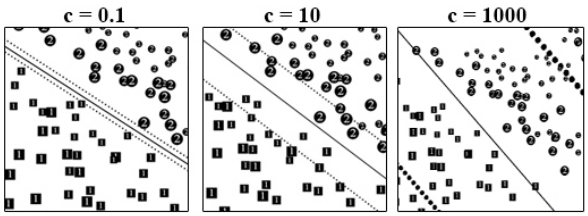
2.2 การจำแนกข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine: SVM)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมในการจำแนกรูปแบบหรือกลุ่มของข้อมูล [3] ด้วยการหาระนาบเกินที่เหมาะสมสุด ในการแบ่งชุดข้อมูล ลักษณะของข้อมูลที่ทำการจำแนกแบ่งเป็น 2 ประเภทคือแบบเชิงเส้น และแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยทั่วไปแล้วลักษณะของข้อมูลมักจะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถแบ่งเป็นเชิงเส้นได้จึงได้มีการปรับปรุงโมเดลโดยการเพิ่มระยะทางของเส้นขอบด้วย ξ_i ด้วยสมการ

$$\min_{w,b,\xi} \quad \| \frac{w}{2} \|^2 + c \sum_{i=1}^{m} \xi_i \qquad (1)$$

$$\text{subject to} \quad y^i (w)^T x + b \geq 1 - \xi_i \text{ and } \xi_i > 0 \qquad (2)$$

โดยที่ ξ_i คือระยะขอบข้อมูล (x^i, y^i) และ c คือ penalizing factor ที่ควบคุมการ trade - off ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนของการเรียนรู้กับเส้นขอบ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง c กับเส้นขอบเห็นได้ว่าค่า c ส่งผลต่อความกว้างของเส้นขอบ โดยถ้าค่า c น้อยจะทำให้ข้อมูลเข้าไปอยู่ในเส้นขอบได้น้อยนั่นคือยอมให้ข้อผิดพลาดน้อย [10]



ภาพที่ 1: แสดงค่าคงที่ c ส่งผลต่อเส้นขอบ

การแปลงข้อมูลจากมิติเดิมไปยังปริภูมิที่สูงกว่า และสามารถเขียนปัญหาค่าเหมาะสมที่สุดในรูปของฟังก์ชันเคอร์เนลดังสมการ (3) และ (4) โดยในรูปแบบ hard margin ค่า $\alpha^i \geq 0$ และในรูปแบบ soft margin ค่า $0 \leq \alpha^i \leq = c$ เมื่อ $i = 1,2,\ldots,m$

$$\max_{\alpha} \quad (\sum_{i=1}^{m} \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} \alpha_i \alpha_j y^i y^j K(x^i x^j)) \qquad (3)$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{i=1}^{m} \alpha_i y^i = 0 \qquad (4)$$

เคอร์เนลแบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชันเกาส์เซียนได้ถูกนำมาใช้ทดลองครั้งนี้เนื่องจากให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการรู้จำท่ามือภาษามือไทย [2], [9]

2.3 ขั้นตอนวิธีการจำลองแบบอาณาจักรมด (Ant colony optimization: ACO)

การจำลองแบบอาณาจักรมดเป็นเป็นการเลียนแบบพฤติกรรมการหาอาหารของมดค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างรังกับแหล่งอาหารโดยใช้ฟีโรโมนเป็นตัวกลางในการตัดสินใจของการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด[5], [6], [7] สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดย ใช้ค่าน้ำหนักเส้นทางมดตัวที่ k เดินจากโหนด i ไปยังโหนด j มีค่าเป็น $\eta(i,j)$ เมื่อมดเลือกเส้นทางแล้วจะทำการฝากฟีโรโมนไว้ตามเส้นทาง โดยให้ $\tau(i,j)$ เป็นฟีโรโมนบนเส้นเชื่อมจากโหนด i ไปยังโหนด j และให้ β เป็นค่าคงที่ในการใช้งานและสามารถสร้างคำตอบการทำงานจะเป็นแบบวนซ้ำโดยหากมดตัวที่ k ทำงานครบหนึ่งรอบจะให้ค่าระยะทางเดินจนครบรอบเป็น L_k และค่าความเป็นไปได้ในการเลือกเส้นทางที่จะเดินจากเมือง i ไปยังเมือง j

Procedure AntSystem

1. Initial Pheromone Value
2. Place the m ants on the node of graph
3. **While** condition not met do
4. **for** k = 1 to m {m ant}
5. **for** i – 1 to n – 1 do
6. ant k random walk to node j
7. Update $I_k(i)$
8. Update pheromone
9. Calculate Distance L_k
10. Print Shortest Path

ภาพที่ 2: คำสั่งเทียมการทำงานของอาณาจักรมด

หนึ่งรอบจะให้ค่าระยะทางเดินจนครบรอบเป็น L_k และค่าความเป็นไปได้ในการเลือกเส้นทางที่จะเดินจากเมือง i ไปยังเมือง j เมื่อ t คือรอบการทำงานขณะนั้นกำหนดลงในสมการได้

$$P_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} \dfrac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{j \in I^{k}_{i}} [\tau_{ij}(t)]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}} & \text{if } j \in I^{k}_{i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (5)$$

2.4 แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม (Incremental model)

กระบวนการที่สร้างส่วนเพิ่มถัดจากขั้นตอนวิธีการจำลองแบบอาณาจักรมดโดยมุ่งเน้น การได้มาซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละรอบการทำงาน (Iteration) ด้วยกระบวนการ เพิ่มจำนวนประชากรของมดเพื่อให้ได้คำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนด [11] เมื่อ S_{new} คือผลการพิจารณาปรับปรุงคำตอบของปัญหา S_{new} คือตำตอบจากกระบวนการที่สร้างส่วนเพิ่มและ S_{best} คือผลคำตอบที่ถูกถ่ายทอดคุณลักษณะจากฟังก์ชันหลักสามารถเขียนได้ในสมการ

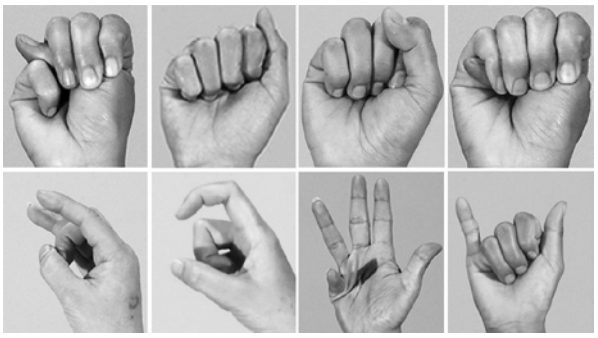
$$S_{new} = S_{new} + rand\,(0,1)\,(S_{best} - S_{new}) \qquad (6)$$

3. ขั้นตอนออกแบบการทดลอง

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลองคือชุดข้อมูลรูปถ่ายท่ามือจำนวน 1,420 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยท่ามือในภาษามือไทยที่ถูกรวบรวมไว้ทั้งหมดจำนวน 142 แบบ ใช้ผู้แสดงท่ามือจำนวน 10 คน และการจัดทำชุดข้อมูลผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษามือจำนวน 3 คน

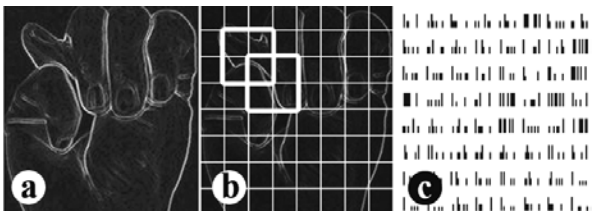
3.1 การจัดเตรียมข้อมูลและการสกัดคุณลักษณะ

การจัดเตรียมข้อมูลในการทดทดลองนี้ได้ใช้วิธีการทำมือ (Manual method) โดยทำการตัดเอาเฉพาะบริเวณส่วนของท่ามือจากภาพถ่ายขนาด 4,608 × 3,456 ทำการย่อตามสัดส่วนให้ได้ภาพขนาด 180 × 200 [2]



ภาพที่ 3: ตัวอย่างภาพท่ามือหลังผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล

นำข้อมูลภาพท่ามือที่ได้มาสกัดคุณลักษณะด้วยขั้นตอนวิธีการ HOG ใช้ข้อมูลทิศทางค่าเกรเดียนท์ 0°-180° (a) จำนวน 6 bin จำนวนกริดเท่ากับ 8 × 8 และใช้วิธีโอเวอร์แลปเซลภายในบล็อกขนาด 2 × 2 เพื่อใช้เป็นตัวแทนคุณลักษณะในแต่ละเซลล์ (b) เมื่อกระบวนการเสร็จสิ้นมิติของข้อมูลภาพจะถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปแบบฮิสโตแกรม (c)



ภาพที่ 4: การสกัดคุณลักษณะท่ามือด้วยขั้นตอนวิธีการ HOG

จากนั้นนำข้อมูลฮิสโตแกรมทำการวิเคราะห์แยกส่วนค่าไอเกนเพื่อลดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออกด้วยวิธีการ PCA เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีมิติน้อยสุดแต่มีประสิทธิภาพในการรู้จำ ผู้วิจัยได้ปรับพารามิเตอร์ของการ Threshold ค่าไอเกน [2] โดยนำผลของการลดมิติข้อมูลมาทดสอบหาค่าความเหมือนระหว่างข้อมูลเรียนรู้และทดสอบด้วย

วิธีการสหสัมพันธ์ไขว้ปรับปกติ (Normallized cross correlation) กำหนดอัตราค่าเรียนรู้และทดสอบเท่ากับ 6:4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าความถูกต้อง และมิติของข้อมูลแสดงใน

ตารางที่ 1: ตารางแสดงผลการปรับ Eigenvalues threshold

HOG – PCA						
Threshold	90	91	92	93	94	95
Dimension	70	76	83	101	112	145
Accuracy	88.4	89.3	90.1	90.1	90.1	90.1

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการลดมิติของข้อมูลแสดงให้เห็นว่าค่า Threshold ที่มีความเหมาะสมอยู่ที่ 92 โดยสามารถลดมิติของข้อมูลคงเหลือ 83 มิติและให้ค่าความถูกต้องอยู่ในระดับสูงสุด แสดงผลการเปรียบเทียบใน

ตารางที่ 2: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนสกัดคุณลักษณะ

Data Set	**HOG**	**PCA**	**HOG - PCA**
Dimension	384	276	83
Accuracy (%)	89.7	64.3	90.1

3.2 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูล

การปรับค่าพารามิเตอร์ SVM แบบ RBF ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการการตรวจสอบไขว้กันหลายเท่า [7],[8] โดยใช้ค่าความถูกต้องของการปรับไขว้ [4],[11] (Cross validation accuracy: CVACC)

$$CVACC = \frac{\sum_i + Test\_Acc_i}{K} \qquad i = 1,2,\ldots,K \qquad (7)$$

ร่วมกับค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) สะท้อนประสิทธิภาพการคาดการณ์ของโมเดลพารามิเตอร์ c และ γ ใช้หลักการพิจารณาว่าหากโมเดลให้ประสิทธิภาพในการจำแนกสูงอัตราความคลาดเคลื่อนย่อมน้อยเมื่อการตรวจสอบ $S = \{(x'_i, y'_i) | x'_i \in H, y'_i \in Y, i = 1\ldots l\}$ ให้ H คือฟีเจอร์เซต และ Y คือเลเบลเซต สามารถแทนการทำงานของฟังก์ชันจากสมการ

$$\text{minimize } T = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^{1} \psi\left(-y'_i f(x'_i) \right) \qquad (8)$$

กำหนดให้ขั้นตอนของฟังก์ชันคือ ψ จะได้ $\psi(x) = 1$ เมื่อ $x > 0$ และ f คือฟังก์ชั่นในการตัดสินใจ [6] ของ SVM

3.3 การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมด้วยการจำลองแบบอาณาจักรมด

การค้นหาความน่าจะเป็นโดยพิจารณาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยให้มดแต่ละตัวท่องในปริภูมิสถานะของปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ดีสุด โดยแทนค่าระยะของปัญหาที่ถูกค้นพบด้วยค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากนั้นกำหนดให้มดแต่ละตัวฝากฟีโรโมนในตำแหน่งปัญหาที่ถูกค้นพบ ด้วยวิธีการนี้จะทำให้สถานะที่ถูกค้นพบในระยะทางที่ใกล้สุดมีอัตราความเข้มของฟีโรโมนสูงสุดจากสมการ (9) และใช้ค่าความถูกต้องของการปรับไขว้ปรับปรุงค่าฟีโรโมนแสดงได้ในสมการ (10) โดย W^k_i และ W^k_j คือค่าน้ำหนักของ i และ j ของมด k ในแต่ละฟีเจอร์โมเดลพารามิเตอร์ [4] ของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

$$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{k=1}^{Number\ of\ Ant} \Delta\tau_{ij}^{k} + e\Delta\tau_{ij}^{Best} \qquad (9)$$

$$\Delta\tau_{ij}^{k} = \begin{cases} CVACC^k \times W^k_i \times W^k_j & \text{if ant } k \text{ use } (i,j) \text{ in its tour} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (10)$$

3.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม

จากการทดลองที่ผ่านมา [2], [9] พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกด้วย SVM อยู่ในรูปแบบจุดทศนิยมที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม ทำงานเป็นสับเซตฟังก์ชั่น โดยนำค่าที่ได้จากการถ่ายทอดคุณสมบัติจากฟังก์ชั่นหลักของการจำลองแบบอาณาจักรมด (Main ACO) โดยกระบวนการทำงานสร้างส่วนเพิ่มจะเริ่มเมื่อระยะทางที่ดีสุดในรอบปัจจุบัน มีค่ามากกว่าระยะทางที่ดีที่สุดของการค้นหาด้วยการสร้างส่วนเพิ่มจำนวน 3 รอบ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ c จากการถ่ายทอดคุณสมบัติมา และค่า γ จะใช้การสุ่มกระจายชุดรูปแบบตัวเลขต่อเนื่อง (Random number from the continuous uniform distribution) ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ค่า γ เป็นค่าที่ละเอียดยิ่งขึ้น

จากนั้นส่งคำตอบที่ได้กลับเพื่อใช้ในการพิจารณาหาผลของคำตอบในการแก้ปัญหาที่ดีสุด

Initial State ACO Parameters						
α	β	ρ	τ	Q	m_{Ant}	*Growth*
1	2	0.01	1	$1/\delta(i,j)$	10	3
* Initial ACO and Solution Inheritance to IACO					(i = 10, j = 10)	

ภาพที่ 5: ค่าสถานะเริ่มต้นของการจำลองแบบอาณาจักรมด

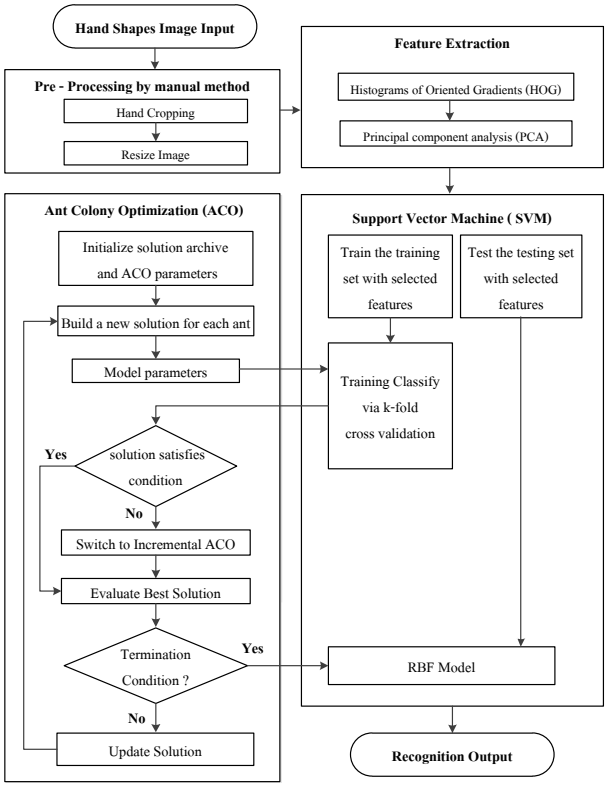
Procedure Incremental Ant Colony Optimization : IACO

1. **if** solution unsatisfactoriness
2. **Switch** to IACO
3. **for** i =1 to 3 stepSize Incremental
4. Add New solution Archive Size
5. **if** New Increment solution is better than S_{best}
6. Substitute S_{best}
7. **end**
8. **end**
9. Evaluate best solution IACO VS Main ACO
10. **if** IACO improvement
11. Update best solution
12. **end**

ภาพที่ 6: คำสั่งเทียมการประยุกต์ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม

4. การทดลอง

ผู้วิจัยได้ทดลองหาประสิทธิภาพระหว่าง ACO และการขยายความสามารถ ACO ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่มปรับค่าพารามิเตอร์ SVM ผ่านการตรวจสอบไขว้กันหลายเท่าด้วย *2-fold 3-fold* และ *6-fold* อัตราค่าเรียนรู้และทดสอบเท่ากับ 6:4 ให้ ACO สุ่มหาค่า c ในช่วง $(2^{-9},2^{4})$ ค่า γ ในช่วง $(2^{-6},2^{1})$ เมื่อใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่มค่า γ จะอยู่ในช่วง $(2^{-13},2^{1})$ ผลการทดลองปรากฏว่า IACO สามารถลดระยะการค้นหาค่าพารามิเตอร์ให้น้อยลง แสดงผลในภาพที่ 8 ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาการค้นพบค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดลดลง และยังสามารถให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกในชุดทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงผลในตารางที่ 3 และ 4



ภาพที่ 7: ผังงานการรู้จำท่ามือภาษามือไทยโดยใช้ HOG - PCA และ ACO - SVM โดยวิธีประยุกต์ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่ม

ตารางที่ 3: ผลการทดลองการใช้ ACO ปรับค่าพารามิเตอร์ SVM

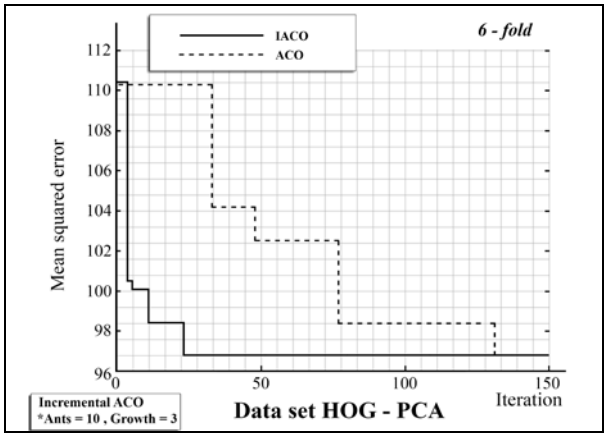
ACO : Time of Approximate Best Solution					
Data Set	**fold**	**Train Time(min)**	**Best MSE of Train**	**Best *CVACC.***	**Test Acc.**
HOG	2	260.30	113.72	91.51	95.12
	3	512.11	110.01	92.60	95.35
	6	1357.40	97.08	92.77	96.31
PCA	2	230.40	1052.66	66.02	74.24
	3	445.20	611.03	70.07	74.95
	6	893.56	399.88	77.91	77.45
HOG -PCA	2	98.15	114.50	90.43	94.49
	3	156.48	103.52	92.03	95.87
	6	336.38	96.85	92.98	96.31

5. สรุปผลการทดลองและอภิปรายผล

การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลที่ผ่านการสกัดคุณลักษณะด้วย HOG - PCA สามารถลดมิติของข้อมูลน้อยสุดคือ 83 แอตทริบิวต์ ACO สามารถสร้างประสิทธิภาพการรู้จำท่ามือโดยใช้แบบจำลองค้นหาค่าพารามิเตอร์ของ SVM ด้วย *6-fold* ให้ค่าความผิดพลาด 96.85 ให้ค่าความถูกต้องในการ**ตารางที่ 4:** ผลการ

ทดลองขยายความสามารถ ACO ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสร้างส่วนเพิ่มปรับค่าพารามิเตอร์ SVM

Data Set	fold	Train Time(min)	Best MSE	Best *CVACC.*	Test Acc.
HOG	2	223.31	122.72	91.51	94.44
	3	376.32	115.91	92.29	95.18
	6	944.01	99.78	92.73	96.31
PCA	2	190.08	924.66	66.67	74.13
	3	367.50	516.74	74.41	75.09
	6	779.22	395.68	78.29	77.45
HOG -PCA	2	83.56	119.95	91.25	94.83
	3	126.50	110.03	91.55	95.49
	6	244.42	96.85	92.98	96.31



ภาพที่ 8: ตัวอย่างค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการปรับค่าพารามิเตอร์ด้วย ACO - SVM และ IACO - SVM

รู้จำอยู่ในระดับสูงสุดเท่ากับร้อยละ 96.3 การประยุกต์ใช้ IACO ด้วยการสร้างส่วนเพิ่ม สลับการค้นหาค่า γ สามารถเร่งรอบการทำงาน ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาในการค้นพบคำตอบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ ACO และสามารถค้นหาค่าพารามิเตอร์ SVM ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยค่าพารามิเตอร์ c เท่ากับ 11.129 ค่า γ เท่ากับ 0.1055

เอกสารอ้างอิง

[1] N. Ditcharoen, K. Naruedomkul and N. Cercone "SignMT: An alternative language learning tool," *Published in Journal Computers & Education,*vol.55, Issue 1, pp. 118-130, 2010.

[2] A. Untao and S. Valuvanathorn, "Thai Hand Shapes Recognition Using HOG - PCA and SVM" *Proceedings of The 10th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT),* pp. 571-576, 2014.

[3] S. Valuvanathorn, S. Nitsuwat and M. Lin Huang "Multi-Feature Face Recognition based on PSO -SVM," *IEEE conference publication, International Conference, ICT and Knowledge Engineering (ICT & Knowledge Engineering),* pp. 140- 145, 2012.

[4] C. L. Huang"Hybridization strategies for continuous ant colony optimization and particle swarm optimization applied to data clustering" *Journal on Applied Soft Computing 13,* pp. 3864-3872, 2013.

[5] H.B. Alwan and K.R. Ku-Mahamud "Optimizing Support Vector Machine Parameters Using continuous Ant Colony Optimization" *IEEE conference publication, 7th International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCCT),* pp. 164 -169, 2012.

[6] X. Zhang, X. Chaen and Z. He "An ACO-base algorithm for parameter optimization of support vector machines" *Journal on Science Direct Expert Systems with Applications 37,* pp. 6618 -6628, 2010.

[7] V. K. Ojha, A. Abraham and V. Snasel "ACO for continuous function optimization: A performance analysis"*IEEE conference publication, 14th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA 2014),* pp. 145 – 150, 2014.

[8] V. Nuipian and P. Meesad "Fining Approximate Parameter for Document Dimension Reduction Using Support Vector Machine" *Proceedings of The 6 th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT),* pp. 81-86, 2010.

[9] A.Untao and S. Valuvanathorn "Thai Hand Shapes Recognition Using Conduct CV on a grid Method For Parameters Optimization in Support Vector Machine" *Oral Presentation on, 4th North Eastern Science and Technology Conference (NESTC),* 2015.

[10] Y. Lui, J. Lian, M. Bartolacci and Q.Zeng "Density-Based Penalty Parameter Optimization on C-SVM" *Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal* Volume 2014, Article ID 851814, pp. 1 - 9, 2014.

[11] H.B. Alwan and K. R. Ku-Mahamud "Solving SVM model selection problem using $ACO^R$and $IACO^R$" *WSEAS Trans on. Computers,* Vol.12, pp. 355 - 365, 2013.

การพัฒนาแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

Development of Navigation App Using AR Technology A Case Study: Prince of Songkla University, Phuket Campus

วัชราวุธ เด็กหลี(Watcharavut Deklee)[1] จีระศักดิ์ ทับทอง(Jerasak Tubtong)[2]
อภิวุฒิ วัฒนไชย(Apiwut Wattanachai)[3] และจิรวัฒน์ แท่นทอง(Jirawat Thaenthong)[4]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
[1]watcharavut_001@hotmail.com, [2]don_donPsu24@hotmail.com,
[3]psu-te-it-50@hotmail.com, [4]jirawat.t@phuket.psu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนักท่องเที่ยวจะมีการใช้งานโปรแกรมนำทางบนอุปกรณ์มือถือ เพื่อนำทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ปัญหาที่พบคือ โปรแกรมเหล่านี้ส่วนใหญ่จะออกแบบมารองรับเพียงการนำทางไปยังสถานที่สำคัญในพื้นที่สาธารณะ แต่จะไม่รองรับการนำทางในพื้นที่เฉพาะ ส่วนบุคคล เช่น มหาวิทยาลัย รวมถึงไม่รองรับระบบการนำทางด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality จึงเป็นเหตุให้นักท่องเที่ยวต้องใช้เวลาในการค้นหาจุดสำคัญในสถานที่เหล่านั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแอพพลิเคชันนำทางโดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality โดยได้ทำการพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยภาษา Java และ Libraries หลักที่ใช้ในการพัฒนาคือ Metaio SDK ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการทดสอบใช้งานแสดงให้เห็นว่าแอพพลิเคชันที่พัฒนามีค่าระดับความยากง่ายในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการนำทางไปสู่จุดหมายดีกว่า แอพพลิชันที่นิยมในท้องตลาด

คำสำคัญ: ความจริงเสมือน โปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบหาพิกัดบนพื้นโลก

Abstract

Nowadays, the tourists use mobile phone application to navigate to the destination. Most programs support the navigation in public area, but they do not support finding the tourist attraction in private area, such as University, etc. In addition, the Augmented Reality technology is not included in these programs. The issue is the tourists take much time to find the destination. In this paper, we propose the navigation application with Augmented Reality Technology. The application is developed by Java language on Android system with Metaio SDK libraries. The testing results of the application present that the application provide easiness at Good level, and the average of navigation is better than the commercial navigation program.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Application, GPS.

1. บทนำ

แอพพลิเคชันสำหรับการนำทางเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้มาเยี่ยมชมจำนวนมาก มักไม่ทราบตำแหน่งหรือจุดท่องเที่ยวที่สำคัญของสถานที่ท่องเที่ยวเหล่านั้น ทำให้ผู้มาเยี่ยมชมต้องเสียเวลาในการค้นหาสถานที่ จึงต้องมีการใช้แอพพลิเคชันเข้ามาช่วยในการนำทาง โดยจะเป็นการนำทางในรูปแบบของแผนที่ เป็นการนำทางไปตามเส้นทางที่มีอยู่ในแผนที่ และการนำทางในรูปแบบ Augmented Reality (AR) เป็นการนำทางแบบผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน หรือเป็นการสร้างโลกเสมือนจริงบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยผู้มาเยี่ยมชมจะสามารถเห็นชั้นข้อมูลซ้อนทับภาพจริงสถานที่จริง ที่ปรากฏผ่านฟังก์ชันของกล้องถ่ายรูปบนสมาร์ท

โฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกและลดระยะเวลาในการค้นหาสถานที่ของผู้มาเยี่ยมชม

จากการศึกษาแอพพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR พบว่าแอพพลิเคชันเหล่านั้นมุ่งเน้นการนำทางไปยังสถานที่ที่เป็นจุดใหญ่ๆ ในบริเวณนั้นเท่านั้น ไม่สามารถที่จะแสดงรายละเอียดและนำทางไปในสถานที่ย่อยในบริเวณนั้นได้ เช่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต แอพพลิเคชันนำทางเหล่านั้น จะแสดงรายละเอียดให้เห็นแค่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต แต่จะไม่สามารถแสดงรายละเอียดของอาคารสถานที่ทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ตได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR โดยนำเสนอการนำทางออกเป็น 2 โหมด คือการนำทางในรูปแบบของ AR ซึ่งเป็นโหมดการนำทางหลัก และการนำทางในรูปแบบของ Google Map ในการนำทางแบบ AR ผู้มาเยี่ยมชมส่องกล้องไปตามสถานที่ต่างๆ เมื่อพบสถานที่ที่ต้องการ กดเลือกสถานที่นั้นและเดินไปตามเส้นทาง ระบบจะมีการแจ้งเตือนเมื่อเดินออกนอกเส้นทาง ในส่วนการนำทางในรูปแบบของ Google Map ผู้มาเยี่ยมชมเลือกสถานที่ที่ต้องการจากรายการในระบบ ระบบจะทำการวาดเส้นทางจากจุดปัจจุบันของผู้มาเยี่ยมชมไปยังจุดปลายทาง และแสดงรายละเอียดของสถานที่นั้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Augmented Reality

AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนผ่านทางอุปกรณ์ต่างๆ [1] อย่างกล้องถ่ายภาพ โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน ไปบนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกความเป็นจริง โดยแสดงผลภาพแบบเรียลไทม์

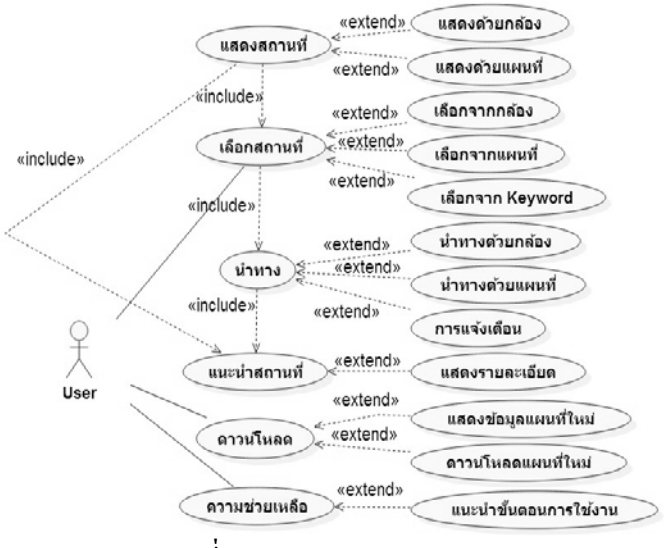
มงคล [2] พัฒนาระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวด้วยความเป็นจริงเสริมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยอ้างอิงตำแหน่งตามพื้นที่ของผู้ใช้งานผสานกับเทคนิคความจริงเสริมให้แก่นักท่องเที่ยวเข้าถึงข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการท่องเที่ยวได้ทุกที่ทุกเวลา ส่วน สันทิส และ ณัฐวี [3] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมนำเสนอข้อมูลแบบบ้านจัดสรร เพื่อช่วยให้นำเสนอรูปแบบการนำเสนอสินค้ามีความสมบูรณ์ และช่วยลูกค้าสามารถมองเห็นแผนผังรวมโครงการ

2.2 Mobile Application

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน Junaio [4], และ Layar [5] เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ในการนำทางด้วยเทคโนโลยี AR ซึ่งเป็นการใช้งานร่วมกับ GPS บนมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android และ iPhone สามารถเลือกแสดงข้อมูลสถานที่ต่างๆในประเทศไทย สามารถใช้ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว ร้านค้า ธนาคาร และภัตตาคาร ได้ด้วยความแม่นยำ และยังดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรี แต่ก็มีข้อจำกัดคือ Junaio และ Layar แอพพลิเคชันมุ่งเน้นการนำทางไปยังสถานที่จุดใหญ่ๆ เท่านั้น ไม่สามารถที่จะแสดงรายละเอียดและนำทางไปในสถานที่ย่อย และการใช้แผนที่เสริมตามที่ต้องการได้

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR โดยมีภาพรวมของแอพพลิเคชัน ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมของแอพพลิเคชัน

จากรูปที่ 1 ผู้วิจัยได้แบ่งฟังก์ชันการทำงานของแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ออกเป็น 6 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันการแสดงสถานที่ เป็นการแสดงด้วยกล้อง

และแสดงด้วยแผนที่ ฟังก์ชันเลือกสถานที่ เป็นการเลือกจากกล้อง เลือกจากแผนที่และเลือกจาก Keyword ฟังก์ชันนำทาง เป็นการนำทางด้วยกล้อง นำทางด้วยแผนที่และมีการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้เดินออกนอกเส้นทาง ฟังก์ชันแนะนำสถานที่ เป็นการแสดงรายละเอียดของสถานที่ ฟังก์ชันดาวน์โหลด เป็นการแสดงข้อมูลแผนที่ใหม่และดาวน์โหลดแผนที่ใหม่ ฟังก์ชันความช่วยเหลือ เป็นการแนะนำขั้นตอนการใช้งาน สำหรับรายละเอียดของแนวคิดและวิธีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนอธิบายได้ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

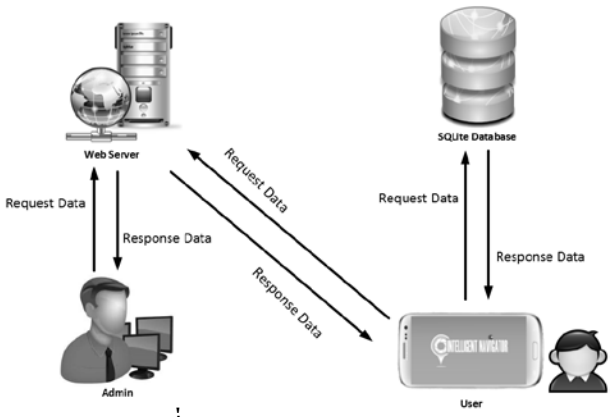
จากการศึกษาข้อมูล ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำข้อแตกต่างจากแอพพลิเคชันที่นำทางด้วยเทคโนโลยี AR อื่นๆ มาสร้างและพัฒนาเป็นแอพพลิเคชันของผู้พัฒนาเอง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้มากยิ่งขึ้นโดยการทดลองใช้งานแอพพลิเคชันที่เกี่ยวข้องต่างๆ และเก็บตัวอย่าง นำมาศึกษา วิเคราะห์และออกแบบแอพพลิเคชันต่อไป

3.2 ศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR ผู้วิจัยได้พัฒนาแอพพลิเคชันโดยใช้ Metaio SDK Libraries โดยพัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ผู้วิจัยใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7, Windows 8.1, และ Android v4.3 (Jelly Bean) โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชัน ได้แก่ Eclipse Android Development Tools, Sublime Text และใช้ภาษาจาวา ในการพัฒนาแอพพลิเคชัน ในส่วนการจัดการงาน Backend ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL และใช้ Yii ซึ่งเป็น PHP Framework ในการพัฒนาเว็บไซต์และสร้าง JSON เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Backend กับแอพพลิเคชัน

3.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

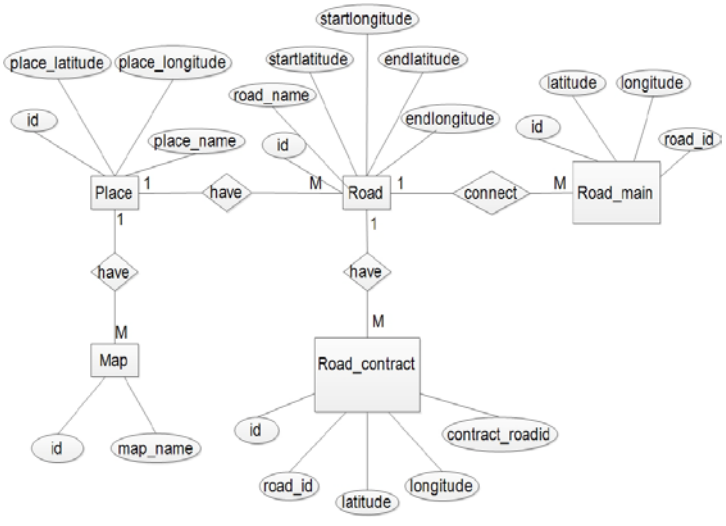
จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถาปัตยกรรมในการออกแบบ ดังรูปที่ 2



ภาพที่ 2: สถาปัตยกรรมของแอพพลิเคชัน

ผู้ใช้ดาวน์โหลดแอพพลิเคชันมาติดตั้ง จะมี map อยู่ 1 map ซึ่งเก็บอยู่ใน SQLite Database ระบบจะทำการดึงข้อมูลจาก SQLite Database ถ้าผู้ใช้ต้องการ map เพิ่ม ผู้ใช้เข้าไปที่หน้า Download ในแอพพลิเคชัน ระบบจะส่งคำสั่งขอข้อมูล map ทั้งหมดที่มีจาก server มาให้ผู้ใช้เลือกดาวน์โหลด และมี Admin เป็นคนที่คอยอัพเดตข้อมูล map เพิ่ม map ใหม่ และลบ map เมื่อ Admin เพิ่มหรืออัพเดตข้อมูลสำเร็จ ระบบจะตอบกลับมาและแสดงข้อมูลที่เพิ่มหรืออัพเดตมาให้ดู

3.3.1 ER-Diagram



ภาพที่ 3: แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

3.3.2 Software Specification

- Input Specification
  1) ชื่อสถานที่ ที่ต้องการให้ระบบนำทาง
  2) GPS Information
- Output Specification

1) แผนที่เส้นทางไปยังสถานที่ ที่ต้องการ

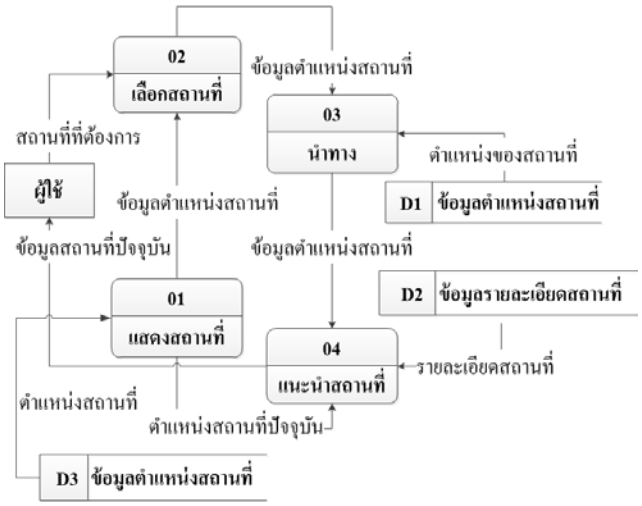
2) ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบ AR

3) ข้อมูลกราฟฟิกสำหรับอำนวยความสะดวกในการนำทาง

4) รายละเอียดของสถานที่ในระบบนำทาง

5) ข้อความแจ้งเตือน

3.3.3 Data Flow Diagram



ภาพที่ 4: แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล

แอพพลิเคชันประกอบด้วยระบบหลัก 4 กระบวนการ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

กระบวนการที่ 1 แสดงสถานที่ ผู้ใช้ค้นหาสถานที่โดยการใช้แอพพลิเคชันส่องไปในทิศทางต่างๆ จะมีชื่อและรูปภาพของสถานที่นั้นๆ แสดงขึ้นมาบนแอพพลิเคชัน

กระบวนการที่ 2 เลือกสถานที่ ผู้ใช้เลือกสถานที่ ที่ต้องการจะให้ระบบนำทางไปยังสถานที่นั้นๆ โดยสามารถเลือกได้จากหน้า AR หรือเลือกจากช่องค้นหาสถานที่

กระบวนการที่ 3 นำทาง ระบบจะแสดงสถานที่บนหน้าจอเพียงสถานที่เดียว ผู้ใช้ส่องกล้องเดินไปตามลูกโป่ง AR พอเข้าใกล้สถานที่ลูกโป่ง AR จะใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อผู้ใช้เดินออกนอกเส้นทางจะมีการแจ้งเตือนจากตัว Mascot ว่าผู้ใช้ต้องเดินไปทางไหน

กระบวนการที่ 4 แนะนำสถานที่ ระบบจะแสดงรูปภาพและรายละเอียดของสถานที่ขึ้นมาเมื่อถึงจุดหมายปลายทาง

3.4 การทดสอบแอพพลิเคชัน

เป็นกระบวนการในการทดสอบแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยนำแอพพลิเคชันมาทดสอบระดับหน่วยย่อย และการใช้งานแอพพลิเคชันภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งานจริง แล้วนำปัญหาจากการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การทำงานสมบูรณ์มากที่สุด

3.5 การประเมินผลระบบ

เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับผู้ใช้ เพื่อประเมินความพึงพอใจของแอพพลิเคชันจากผู้ใช้งานทั่วไป 20 คน โดยทางผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการประเมิน นอกจากนี้ยังได้ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของแอพพลิเคชันควบคู่กัน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลลัพธ์ต่อไป

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนา

แอพพลิเคชันแสดงการนำทางด้วยเทคโนโลยี AR และในรูปแบบของแผนที่ จากนั้นผู้ใช้งานเริ่มต้นการใช้งานจากหน้าหลักของแอพลิเคชัน ซึ่งสามารถเลือกสถานที่ ที่ต้องการได้ 2 วิธี ได้แก่ ผู้ใช้เลือกสถานที่จากหน้า AR และผู้ใช้เลือกจากช่องค้นหาสถานที่ โดยแอพพลิเคชันใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อให้การใช้งานง่ายต่อผู้ใช้งานมากที่สุด



ภาพที่ 5: แสดงหน้าหลักของแอพพลิเคชัน

เมื่อผู้ใช้งานเลือกสถานที่ ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว แอพพลิเคชันจะนำทางไปยังสถานที่ตามที่เลือกไว้ ดังภาพที่ 6 อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนจากตัว Mascot เมื่อผู้ใช้เดินออกนอกเส้นทาง



ภาพที่ 6: แสดงการนำทางในรูปแบบ AR

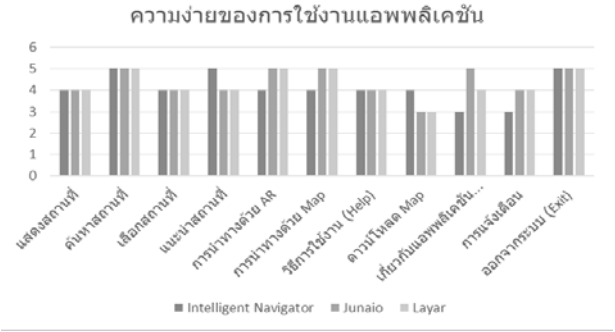
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

หลังจากพัฒนาระบบเสร็จเรียบร้อยแล้วได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบความยากง่ายในการใช้งานแอพพลิเคชัน

ที่	ฟังก์ชันการทำงาน	Intelligent Navigator	Junaio	Layar
1	แสดงสถานที่	4	5	5
2	ค้นหาสถานที่	5	5	5
3	เลือกสถานที่	4	5	4
4	แนะนำสถานที่	5	5	5
5	การนำทางด้วย AR	4	5	5
6	การนำทางด้วย Map	4	5	5
7	วิธีการใช้งาน (Help)	4	4	4
8	ดาวน์โหลด Map	4	3	3
9	เกี่ยวกับแอพพลิเคชัน (About)	3	5	5
10	การแจ้งเตือน	3	4	4
11	ออกจากระบบ (Exit)	5	5	5
ค่าเฉลี่ย (Mean)		4.091	4.636	4.545

คะแนน 5 หมายถึง ความง่ายของการใช้งานในระดับมากที่สุด
คะแนน 4 หมายถึง ความง่ายของการใช้งานในระดับมาก
คะแนน 3 หมายถึง ความง่ายของการใช้งานในระดับปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึง ความง่ายของการใช้งานในระดับน้อย
คะแนน 1 หมายถึง ความง่ายของการใช้งานในระดับน้อยที่สุด



กราฟที่ 1: เปรียบเทียบความง่ายของการใช้งานแอพพลิเคชัน

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแต่ละหัวข้อการทดสอบจากการที่ให้ผู้ใช้งานทั่วไป 20 คน ทดลองใช้งานแอพพลิเคชันทั้ง 3 แอพพลิเคชัน เมื่อใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) จะพบว่าค่าเฉลี่ยของแอพพลิเคชัน Intelligent Navigator ได้อยู่ที่ 4.091 ซึ่งมีความง่ายของการใช้งานอยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบกับแอพพลิเคชัน Junaio ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.636 และแอพพลิเคชัน Layar ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.545 ซึ่งมีความง่ายของการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น แอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความง่ายของการใช้งานในระดับดี

ตารางที่ 2: เวลาที่ใช้ในการนำทางไปสู่จุดหมาย

ที่	แอพพลิเคชัน	สถานที่	เวลา (นาที)		
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1	Intelligent Navigator	Building 1 to Building 6	7	6	6
		Building7 to Canteen	6	5	7
		PSU Lodge to Building 5	7	8	6
		Building 2 to Male Dormitory	7	8	5
		Building 3 to Indoor Stadium	5	4	4
2	Junaio	Building 1 to Building 6	8	8	7
		Building 7 to Canteen	8	11	10
		PSU Lodge to Building 5	9	8	8
		Building 2 to	9	8	10

		Male Dormitory			
		Building 3 to Indoor Stadium	10	11	10
3	Layar	Building 1 to Building 6	7	8	8
		Building 7 to Canteen	8	11	10
		PSU Lodge to Building 5	8	9	8
		Building 2 to Male Dormitory	8	9	10
		Building 3 to Indoor Stadium	10	10	11

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเวลาที่ใช้ในการนำทางไปสู่จุดหมาย โดยเลือกสถานที่ ที่ใช้ในการทดสอบ 5 สถานที่ แต่ละสถานที่มีผู้ใช้ในการทดสอบ 3 คน โดยที่แอพพลิเคชัน Intelligent Navigator ใช้การนำทางด้วย AR แอพพลิเคชัน Junaio และ Layar ใช้การนำทางด้วย Map พบว่า จากการใช้แอพพลิเคชันนำทางจากตึก 1 ไปยังตึก 6 Intelligent Navigator ใช้เวลาเฉลี่ย 7.33 นาที Junaio ใช้เวลาเฉลี่ย 7.66 นาที Layar ใช้เวลาเฉลี่ย 7.33 นาที จากตึก 7 ไปยังโรงอาหาร Intelligent Navigator ใช้เวลาเฉลี่ย 6 นาที Junaio ใช้เวลาเฉลี่ย 9.66 นาที Layar ใช้เวลาเฉลี่ย 9.66 นาที จาก PSU Lodge ไปยังตึก 5 Intelligent Navigator ใช้เวลาเฉลี่ย 7 นาที Junaio ใช้เวลาเฉลี่ย 8 นาที Layar ใช้เวลาเฉลี่ย 8.33 นาที จากตึก 2 ไปยังหอพักนักศึกษาชาย Intelligent Navigator ใช้เวลาเฉลี่ย 6.66 นาที Junaio ใช้เวลาเฉลี่ย 9 นาที Layar ใช้เวลาเฉลี่ย 9 นาที และจากตึก 3 ไปยังอาคารกีฬา Intelligent Navigator ใช้เวลาเฉลี่ย 4.33 นาที Junaio ใช้เวลาเฉลี่ย 10.33 นาที Layar ใช้เวลาเฉลี่ย 10.33 นาที จากผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการนำทางไปสู่จุดหมาย แอพพลิเคชัน Intelligent Navigator ใช้เวลาน้อยที่สุดในการนำทางไปสู่จุดหมาย ดังนั้น แอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความรวดเร็วในการนำทางอยู่ในระดับดี

5. สรุปและแนวทางพัฒนาต่อไป

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยี AR ใช้ในการนำเสนอข้อมูลและนำทางไปยังสถานที่ต่างๆ ตามที่กำหนด เพื่อพัฒนา Mobile Application ที่ใช้ในการนำทางสำหรับผู้ที่มาเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ (กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต) รองรับการนำทางด้วยแผนที่ ที่ออกแบบมาสำหรับเทคโนโลยี AR แอพพลิเคชั่น Intelligent Navigator แตกต่างจากแอพพลิเคชั่นนำทางในท้องตลาดคือ สามารถที่จะนำทางไปในสถานที่ย่อยและแสดงรายละเอียดของสถานที่ในบริเวณนั้นได้ ซึ่งฟังก์ชันที่เป็นจุดเด่นของแอพลิเคชัน Intelligent Navigator คือ การแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานเดินออกนอกเส้นทาง และระบบ Backend ที่สามารถเพิ่ม Map ใหม่เข้าไปในแอพพลิเคชัน ข้อดีของการพัฒนาเป็นแอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR จะช่วยให้ผู้ใช้งานมองเห็นสถานที่ต่างๆ ได้ในสภาพแวดล้อมจริง และมีความสะดวก รวดเร็วในการค้นหาสถานที่ ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ ได้แอพพลิเคชันนำทางด้วยเทคโนโลยี AR กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับแนวทางการพัฒนาในอนาคต ทางผู้วิจัยจะพัฒนาในส่วนของการนำทางให้แอพพลิเคชันมีความฉลาดมากยิ่งขึ้น เพื่อนำมาใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] พนิดา ตันศิริ, “โลกเสมือนผสานโลกจริง”, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2550.

[2] มงคล หล้าดวงดี, “ระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวด้วยความเป็นจริงเสริมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่”, สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

[3] สันทิส จุลโพธิ์ และ ณัฐวี อุตกฤษฎ์, “เทคนิคความจริงเสริมเพื่อการนำเสนอข้อมูลแบบบ้านบ้านจัดสรร”, ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2557.

[4] junaio. (2014, April 1). Junaio Augmented Reality [Online]. Available: http://www.junaio.com

[5] layar. (2014, April 2). Layar Augmented Reality [Online]. Available: http://www.layar.com

ระบบแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามกับรูปแบบรหัสคำตอบสำหรับผู้พิการทางสายตา
Question-Based Audio Captcha with Type of Answer Code for Blind Users

เรืองไชย ไทรประสพสุข(Rueangchai Saiprasopsuk)[1] อมรชัย มโนปิยอนันต์(Amornchai Manopiya-anan)[2]
และณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร(Nuttanont Hongwarittorrn)[3]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[1]ruengchai_syprasopsuk@hotmail.com, [2]m_o_s_55@hotmail.com, [3]nth@cs.tu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้พัฒนาระบบแคปท์ช่าเสียงสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยศึกษาอิทธิพลของลักษณะแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามที่มีต่อผู้ใช้งาน 2 ปัจจัย คือ รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า (รหัสคำตอบของคำถาม, อักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม) และรูปแบบของไฟล์เสียงคำสั่ง (ไฟล์เสียงต่อเนื่อง, ไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์) ทำให้มีระบบแคปท์ช่าเสียง 4 รูปแบบ การวัดผลแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความปลอดภัย ทดสอบกับโปรแกรมรู้จำเสียงด้านการใช้งาน วัดอัตราความถูกต้องกับเวลา กับผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 32 คน แบ่งเป็นผู้พิการทางสายตาจำนวน 16 คน และผู้มีสายตาปกติจำนวน 16 คน ใช้รูปแบบการทดลองแบบ Mixed Factorial Design ด้านความพึงพอใจ เปรียบเทียบระหว่างระบบแคปท์ช่าเสียงที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 รูปแบบกับระบบแคปท์ช่าเสียงของ Recaptcha จากผลการทดลอง ไม่พบความแตกต่างระหว่างแคปท์ช่าเสียงใหม่ทั้ง 4 รูปแบบ และผลการประเมินด้านความพึงพอใจ พบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองมีความพึงพอใจแคปท์ช่าเสียงรูปแบบใหม่ทั้ง 4 รูปแบบมากกว่าระบบแคปท์ช่าเสียงของ Recaptcha โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับรูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มิได้พบอิทธิพลร่วมที่จะส่งผลต่อค่าความถูกต้อง และเวลาที่ใช้ในการทำแคปท์ช่า

คำสำคัญ: แคปท์ช่าเสียง แคปท์ช่าเสียงเชิงคำถาม ผู้พิการทางสายตา รูปแบบรหัสคำตอบ

Abstract

In this paper, we proposed to the developed audio CAPTCHA for blind users. By our study on the design process of the audio CAPTCHA and User interface to get the new audio CAPTCHA system that best for blind users and visual users. It was done by studying the influence of Question-based audio CAPTCHA characteristic on the users with 2 factors which includes two types of CAPTCHA answer (Answer Code, First-Letter of Answering Word and Answer Code) and Type of Files of Instruction to Test CAPTCHA (Single File, Multiple File). The measurements of the new audio CAPTCHA system are two areas, a security of new audio CAPTCHA that test with Automated Speech Recognition. The result of usability that was done by accurate time. The experiment was implemented with 32 participants. Include 16 subjects with blind users and 16 subjects with visual users. These experimental use a mixed factorial design. Another, we compare a new audio CAPTCHAs system with reCAPTCHA to find satisfaction. The result of experiment groups revealed that the use of 4 new audio CAPTCHA systems was not different. In addition, the result of satisfaction evaluation significantly showed that participants were more satisfied with the new audio CAPTCHA systems than audio reCAPTCHA, especially they satisfied with multiple file. However, the research did not find the interaction effect to the correctness and time used for successful.

Keywords: Audio Captcha, Question base, Blinds User.

1. บทนำ

แคปท์ช่าเสียงในปัจจุบันได้ถูกมองข้ามไป อาจเป็นเพราะงานวิจัยส่วนใหญ่ เน้นพัฒนาแคปท์ช่าแบบรู้จำอักขระทางภาพและแคปท์ช่ารูปภาพมากกว่า จากการสอบถามผู้พิการทางสายตาพบว่า เว็บไซต์ส่วนใหญ่ ใช้แคปท์ช่าแบบรู้จำอักขระทางภาพ ซึ่งผู้พิการทางสายตาไม่สามารถแก้ไขปัญหาของระบบแคปท์ช่าได้ ถึงแม้ว่าเว็บไซต์ที่มีการใช้ระบบแคปท์ช่าเสียงเป็นทางเลือกก็ตาม ก็มีความลำบากในการแก้ไขปัญหา เนื่องจากระบบแคปท์ช่าเสียงในปัจจุบัน มีการใส่เสียงรบกวนในปริมาณมาก โดยเน้นด้านความปลอดภัยมากกว่าด้านการใช้งาน นอกจากเสียงที่ฟังยากแล้ว การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ก็ไม่เอื้ออำนวยต่อผู้พิการทางสายตามากนัก การใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้พิการทางสายตา จะใช้ร่วมกับโปรแกรมอ่านหน้าจอ ซึ่งอ่านออกเสียงข้อความบนหน้าจอ เมื่อโปรแกรมอ่านหน้าจอ อ่านถึงส่วนของระบบแคปท์ช่า ก็จะหยุดอ่าน เพราะโปรแกรมอ่านหน้าจอไม่สามารถตรวจจับระบบแคปท์ช่าได้ ผู้พิการทางสายตาจึงต้องใช้เคอร์เซอร์เพื่อเลื่อนหาตำแหน่งของแคปท์ช่าหรือใช้ปุ่มลัด ในการใช้งานระบบแคปท์ช่าเสียง

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบแคปท์ช่าเสียงเพื่อผู้พิการทางสายตาโดยใช้ทฤษฎีการรับรู้ของมนุษย์, ทฤษฎีระดับการประมวลผล และทฤษฎีคุณลักษณะของเสียง มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแคปท์ช่าเชิงคำถาม เพื่อให้ผู้ใช้งานแคปท์ช่าใช้งานได้อย่างมีคุณภาพและเข้าใจง่าย และความปลอดภัยจากโปรแกรมอัตโนมัติ

ระบบแคปท์ช่าเสียงของงานวิจัยนี้ ผู้พัฒนาได้ออกแบบรูปแบบคำตอบของแคปท์ช่าออกเป็น 2 รูปแบบ และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง 2 รูปแบบโดยคำนึงถึงผู้พิการทางสายตาเป็นหลัก ในการออกแบบระบบแคปท์ช่าเสียงนั้น จะต้องมีความปลอดภัยจากโปรแกรมรู้จำเสียงและ มีความง่ายต่อผู้ใช้งาน ซึ่งผู้พัฒนาได้คำนึงถึงการออกแบบให้ด้านความปลอดภัยและด้านการใช้งาน อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด นอกจากนี้ยังคำนึงถึงหลักการออกแบบเว็บไซต์ตามองค์กร W3C [9] เพื่อให้ได้ระบบแคปท์ช่าที่เหมาะสม ใช้งานได้จริงกับผู้พิการทางสายตา และผู้ใช้ทั่วไป

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบแคปท์ช่าเสียง ผู้พัฒนาได้ศึกษา ทฤษฎีการรับรู้ของมนุษย์ โดยกระบวนการของการรับรู้ ได้แก่ การคิด การรู้สึก ความจำ การเรียนรู้ การตัดสินใจ [1] และทฤษฎีระดับการประมวลผล [3] เพื่อค้นหาวิธีการออกแบบแคปท์ช่าเสียงที่ความปลอดภัยจากโปรแกรมอัตโนมัติ (BOT) มากขึ้น นั่นคือแคปท์ช่าเสียงที่มีลักษณะเชิงคำถาม โดยผู้ใช้งานจะประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนมากขึ้น และวิเคราะห์หาความหมาย เพื่อตอบคำถามของแคปท์ช่า

การศึกษาด้านทฤษฎีกระบวนการทำงานของสมอง ได้แก่ ความรับรู้ชั่วขณะ ความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว [8] ได้นำมาใช้ในการออกแบบคำถาม โดยคำถามที่ใช้ถาม คำสั่ง และ ตัวเลือกคำตอบ ผู้ใช้จะต้องอาศัยความจำระยะยาว เพื่อค้นหาคำตอบ ส่วนอักขระตัวอักษรและตัวเลขที่สุ่มขึ้น ผู้ใช้จะต้องอาศัยความจำระยะสั้น เพื่อกรอกคำตอบเข้าสู่ระบบแคปท์ช่า

ทฤษฎีคุณลักษณะของเสียง ได้แก่ ความดัง คุณภาพของเสียง และระดับเสียง [7] ได้ศึกษาเพื่อเลือกรูปแบบไฟล์เสียงที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน เช่น เลือกระดับความดังของเสียงที่เหมาะสมไม่ดังและเบาจนเกินไป เป็นต้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sauer, Lazar, Hochheiser, and Feng (2010)ได้พัฒนาแคปท์ช่า HIPUU เป็นแคปท์ช่าภาพและเสียง โดยให้ผู้ใช้ดูรูปหรือฟังเสียงแล้วระบุว่า ภาพที่เห็นหรือเสียงที่ได้ยินคืออะไร งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาอินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้ และเพิ่มความปลอดภัยให้กับแคปท์ช่า โดยทำการเปรียบเทียบ HIPUU ทั้ง 2 รูปแบบคือ รูปแบบ Drop-down Menu (HIPUU ver. 2.0) กับ รูปแบบ Free text (HIPUU ver. 3.0) พิจารณาทั้ง 2 รูปแบบ หาจุดอ่อน จุดแข็ง ว่าผู้พิการทางสายตาใช้รูปแบบไหนได้ดีกว่ากัน โดยทดลองกับผู้พิการทางสายตาและผู้ที่มีสายตาปกติ ทั้งหมด 74 คน แบ่งเป็น ผู้พิการทางสายตาจำนวน 36 คน และผู้ที่มีสายตาปกติ จำนวน 38 คน จากผลการทดสอบ พบว่าผู้ใช้สามารถทำแคปท์ช่าแบบ free text version โดยใช้เวลาน้อยกว่า Drop-down Menu และผู้ใช้ทั้ง 2 กลุ่มสามารถทำสำเร็จได้สูงกว่า 90%[6]

M. Shirali-Shahreza and S. Shirali-Shahreza (2007) ได้พัฒนารูปแบบแคปท์ช่าเสียงที่ผสมกับความรู้ด้านคณิตศาสตร์อย่างง่ายเป็นบททดสอบ เช่น “There are 5 cats, 3 apples, and 4 dogs on the table. How many pets are there on the table? ” คำตอบก็คือ 9 เพราะว่ามีแมว 5 ตัว และสุนัข 4 ตัว ถ้าหากว่าคอมพิวเตอร์สามารถทำแบบทดสอบได้จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือสามารถรู้จำเสียง และเข้าใจความหมายว่าต้องการให้ทำอะไร ซึ่งคอมพิวเตอร์มีโอกาสทำสำเร็จได้น้อยมาก แต่คนจะสามารถตอบได้ดีกว่าคอมพิวเตอร์ [4]

Bigham and Cavender (2009) ได้ทำการวิจัยโดยนำแคปท์ช่าเสียงมาแก้ไขปัญหาที่มีต่อคนพิการทางสายตา หลายเว็บไซต์ในปัจจุบันเริ่มใช้แคปท์ช่าเสียงเพราะเชื่อกันว่าใช้งานง่ายกว่า แคปท์ช่าตัวอักษร จากการสำรวจเว็บไซต์ดังในอเมริกาเมื่อปี 2008 เว็บไซต์ที่มีแคปท์ช่า มีจำนวน 38 จาก100 เว็บไซต์ และมีเพียง 47% ที่มีแคปท์ช่าทั้งแบบภาพและเสียง งานวิจัยนี้ได้นำเสนออินเตอร์เฟสแบบใหม่ที่รวมทุกอย่างเข้ามาอยู่รวมกันในช่องคำตอบเช่น การเล่นเสียง หยุดเสียง เร่งเสียงไปข้างหน้า หรือฟังย้อนกลับ จากการศึกษารูปแบบใหม่ของแคปท์ช่าที่สร้างขึ้นพบว่าคนพิการทางสายตาสามารถทำได้สำเร็จมากกว่า 59% [5]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวแปรและสมมติฐาน

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของลักษณะแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามที่มีต่อผู้ใช้งาน 2 ปัจจัย คือ รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า (รหัสคำตอบของคำถาม, อักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม) และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง (ไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์)

ตัวแปรตามในงานวิจัยนี้คือ ประสิทธิภาพการใช้การของโปรแกรมแคปท์ช่าเสียงซึ่งประกอบไปด้วย 1) ความถูกต้องในการตอบคำถามจากโปรแกรมแคปท์ช่าเสียง โดยวัดผลจากการนับจำนวนคำตอบที่ถูกต้อง 2) ความเร็วในการทำงานของผู้เข้าร่วมการทดลอง ตั้งแต่เริ่มจนสำเร็จ โดยวัดผลจากเวลาเป็นหน่วยวินาที 3) ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรมแคปท์ช่าเสียง ประกอบไปด้วย ความเข้าใจง่าย ความเหมาะสมในการใช้งานแคปท์ช่า ความชัดเจนของแคปท์ช่า และความง่ายในการตอบคำถามแคปท์ช่า โดยมีสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานที่1: การเปรียบเทียบรูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า มีความแตกต่างระหว่างแคปท์ช่าเสียงรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม กับ แคปท์ช่าเสียงรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม

สมมติฐานที่2: การเปรียบเทียบรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่งมีความแตกต่างระหว่างรูปแบบไฟล์เสียงต่อเนื่อง กับ ไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์

สมมติฐานที่3: การเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีความพึงพอใจกับแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบใหม่ มากกว่าแคปท์ช่าเสียงของ Recaptcha

3.2 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองของงานวิจัยใช้รูปแบบ Mixed Factorial Design โดยแบ่งเป็นกลุ่มการทดลองดังนี้

กลุ่ม A: ทำการทดลองเปรียบเทียบแคปท์ช่าเสียงรูปแบบรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม ระหว่างไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ Within Subjects Design

กลุ่ม B: ทำการทดลองเปรียบเทียบแคปท์ช่าเสียงรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม ระหว่าง ไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ Within Subjects Design

นำผลการทดลองทั้ง 2 กลุ่มข้างต้นมาเปรียบเทียบกันระหว่าง แคปท์ช่าเสียงรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม (ไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์) กับแคปท์ช่าเสียงรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม (ไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์) โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ Between Subjects Design

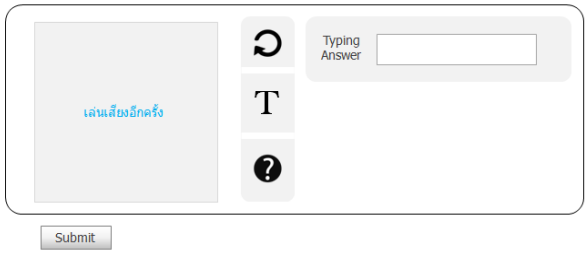
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นกลุ่มผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยเลือกสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ, นักศึกษาและอาจารย์จากศูนย์บริการนักศึกษาพิการมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีผู้เข้าร่วมการทดลอง

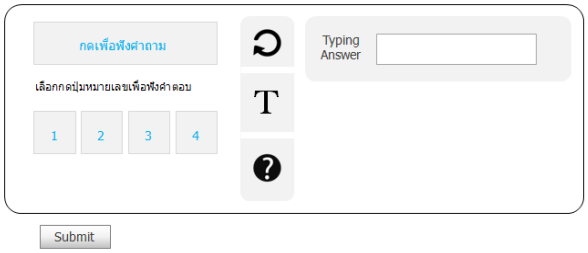
ทั้งหมด 32 คน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้พิการทางสายตา จำนวน 16 คน ทดลองกลุ่ม A จำนวน 8 คน กลุ่ม B จำนวน 8 คน อ้างอิงจากการออกแบบกลุ่มการทดลองข้างต้น และกลุ่มผู้ที่มีสายตาปกติ จำนวน 16 คน ทดลองเช่นเดียวกันกับผู้พิการทางสายตา

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ต้นแบบอินเตอร์เฟสของระบบแคปท์ช่าเสียง ถูกออกแบบให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ ระบบแคปท์ช่าเสียงของ Recaptcha ซึ่งเป็นแคปท์ช่ายอดนิยมทั่วโลก และสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้ใช้ โดยปัจจัยแรกคือรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง ได้แก่ไฟล์เสียงต่อเนื่องดังภาพที่ 1 ผู้ใช้จะฟังเสียงคำถาม คำสั่ง ตัวเลือกคำตอบ ยาวต่อเนื่องต้นแต่ต้นจนจบ และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ดังภาพที่ 2 ผู้ใช้จะฟังเสียงคำถาม คำสั่ง เป็นไฟล์แรก หลังจากนั้น ให้ผู้ใช้เลือกกดฟัง ไฟล์ตัวเลือกคำตอบ อีก 4 ไฟล์

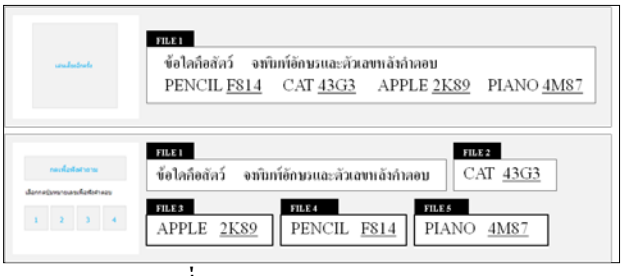


ภาพที่ 1: ไฟล์เสียงต่อเนื่อง

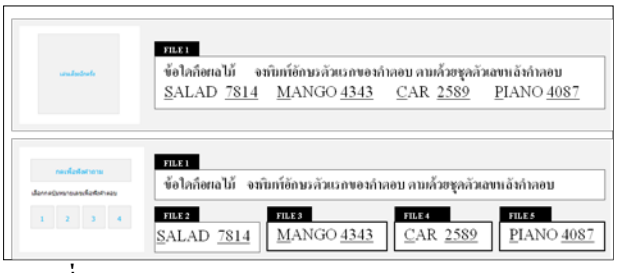


ภาพที่ 2: ไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์

ปัจจัยที่สอง รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า ได้แก่รูปแบบรหัสคำตอบของคำถามดังภาพที่ 3 วิธีการตอบแคปท์ช่ารูปแบบนี้คือ ให้ตอบอักษรและตัวเลข 4 ตัวด้านหลังตัวเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ตัวอย่างการกรอกข้อมูลคำตอบของแคปท์ช่าดังภาพที่ 3 คือ “43G3” เป็นต้น ส่วนรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถามดังภาพที่4 วิธีการตอบแคปท์ช่ารูปแบบนี้คือ ให้ตอบอักษรตัวแรกของตัวเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และตามด้วยตัวเลข 4 ตัวหลังตัวเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ตัวอย่างการกรอกข้อมูลคำตอบของแคปท์ช่าดังภาพที่ 4 คือ “M4343” เป็นต้น



ภาพที่ 3: รูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม



ภาพที่ 4: รูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม

ส่วนประกอบของเสียงที่ใช้ในระบบแคปท์ช่าเสียงประกอบไปด้วยทั้งหมด 4 ส่วนได้แก่

ส่วนคำถาม เป็นคำถามเกี่ยวกับหมวดหมู่ทั่วไป ตัวอย่างเช่น หมวดสัตว์ หมวดผลไม้ เป็นต้น

ส่วนคำสั่ง แบ่งเป็น 2 รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่าดังนี้ รูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม ตัวอย่างของคำสั่งภาษาไทย “กรุณาพิมพ์ตัวอักษรและตัวเลขหลังคำตอบ” รูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม ตัวอย่างของคำสั่งภาษาไทย “กรุณาพิมพ์อักษรตัวแรกของคำตอบตามด้วยชุดตัวเลขหลังคำตอบ

ส่วนตัวเลือกคำตอบ ได้สุ่มเลือกคำศัพท์ภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่ เป็นคำศัพท์ทั่วไป สำหรับเด็ก โดยอ้างอิงจากเว็บไซต์ Kidsfront.com [10] เป็นเว็บไซต์สื่อการสอนสำหรับเด็ก

ส่วนรหัสคำตอบ แบ่งเป็น 2 รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่าดังนี้ รูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม จะใช้ ตัวเลข 0-9 และตัวอักษรภาษาอังกฤษ 5 ตัว คือ F, G, K, M, W อ้างอิงจากหลักทฤษฎี Acoustic Confusion [2] เพื่อป้องกันการสับสนทางเสียง ส่วนรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม จะใช้ตัวเลข 0-9 และตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวแรกของส่วนตัวเลือกคำตอบ

3.5 รูปแบบการทดลอง

ขั้นตอนของการทดลองจะแบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจะทดลองเฉพาะแคปท์ช่าเสียงรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม ส่วนกลุ่มที่สองจะทดลองเฉพาะแคปท์ช่าเสียงรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม โดยทั้งสองกลุ่มจะได้ทดลองแคปท์ช่ารูปแบบไฟล์เสียงต่อเนื่องและไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์เหมือนกัน

ขั้นตอนแรก ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการแนะนำ โดยผู้ทดลองจะอธิบายรายละเอียดวิธีการใช้งาน การตอบคำถามของแคปท์ช่า และฝึกทดลองใช้งานรูปแบบของแคปท์ช่าเสียง

ขั้นตอนที่สอง ผู้เข้าร่วมการทดลองดำเนินการทดลอง โดยผู้ทดลองจะเปิดเว็บไซต์ที่จำลองสถานการณ์ดาวโหลดเพลงขึ้นมา เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ได้ทำการทดลอง ใน 1 ผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องทำการดาวโหลดเพลงทั้งหมด 10 เพลง ซึ่งก่อนดาวโหลดลเพลงจะสุ่มแคปท์ช่าเสียงให้ผู้เข้าร่วมการทดลองฟังอย่างละ 1 รูปแบบ

ขั้นตอนที่สาม จะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการแสดงความคิดเห็น และประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อระบบแคปท์ช่าเสียงใหม่ทั้ง 4 รูปแบบ และระบบแคปท์ช่าเสียงของ Recaptcha

4. ผลการดำเนินการทดลอง

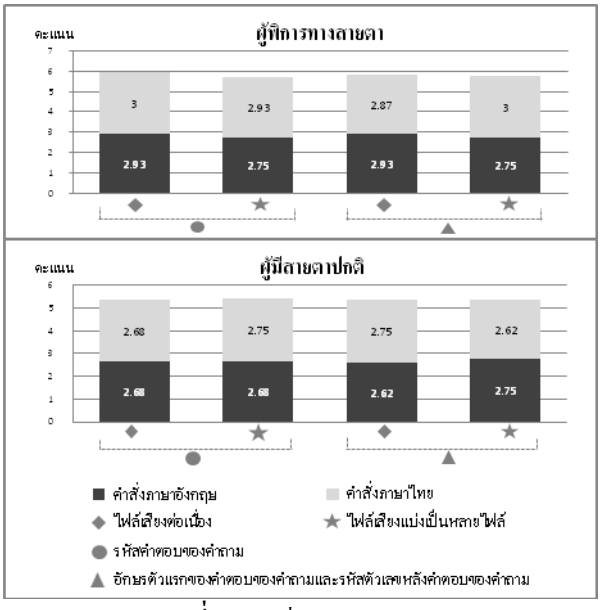
4.1 ผลการประเมินด้านความใช้งานได้

4.1.1 การวิเคราะห์ผลด้านความถูกต้อง

ตารางที่ 1: ค่าสถิติการวิเคราะห์ผลด้านความถูกต้อง

Source	f	คำสั่งภาษาอังกฤษ			คำสั่งภาษาไทย		
		Mean Square	F	Sig.	Mean Square	F	Sig.
ความแปรปรวนภายในกลุ่มของผู้พิการทางสายตา							
ไฟล์	1	.281	5.478	.035*	.008	.368	.554
ไฟล์*คำตอบ	1	.000	.000	1	.070	3.316	.090
ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของผู้พิการทางสายตา							
คำตอบ	1	.000	.000	1	.008	.368	.554
ความแปรปรวนภายในกลุ่มของผู้มีสายตาปกติ							
ไฟล์	1	.031	.259	.619	.008	.017	.897
ไฟล์*คำตอบ	1	.031	.259	.619	.070	.156	.699
ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของผู้มีสายตาปกติ							
คำตอบ	1	.000	.000	1	.008	.031	.863

*ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 5: ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง

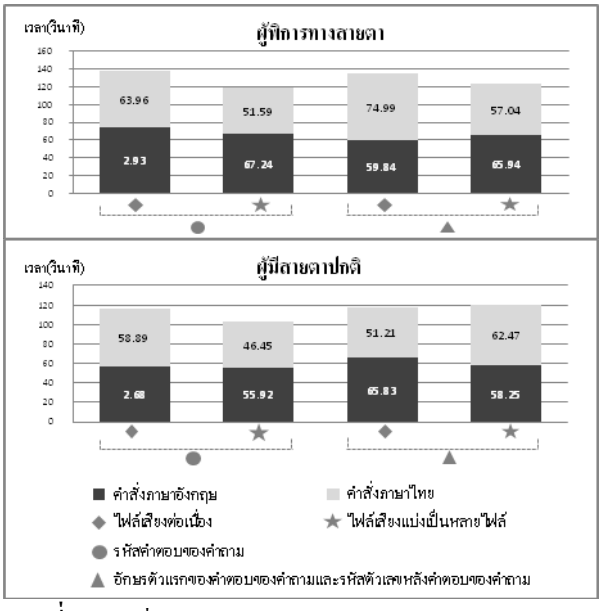
จากผลวิเคราะห์ข้อมูลด้านความถูกต้อง ระหว่าง 2 ปัจจัย ได้แก่ รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง ดังตารางที่ 1 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งส่งผลต่อคะแนนความถูกต้อง เมื่อพิจารณาจากภาพ 5 พบว่าคะแนนความถูกต้องของผู้พิการทางสายตาและผู้มีสายตาปกติต่อการทำแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่าและรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง จึงไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนนความถูกต้องในการทดลองแคปท์ช่าเสียง

4.1.2 การวิเคราะห์ผลด้านเวลา

ตารางที่ 2: ค่าสถิติการวิเคราะห์ผลด้านเวลา

Source	df	คำสั่งภาษาอังกฤษ			คำสั่งภาษาไทย		
		Mean Square	F	Sig.	Mean Square	F	Sig.
ความแปรปรวนภายในกลุ่มของผู้พิการทางสายตา							
ไฟล์	1	.765	.003	.959	1839.370	4.927	.043*
ไฟล์*คำตอบ	1	328.788	1.186	.294	62.118	.166	.690
ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของผู้พิการทางสายตา							
คำตอบ	1	475.291	1.203	.291	542.872	2.463	.139
ความแปรปรวนภายในกลุ่มของผู้มีสายตาปกติ							
ไฟล์	1	147.366	.244	.629	2.812	.003	.957
ไฟล์*คำตอบ	1	86.583	.143	.711	1123.504	1.211	.290
ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของผู้มีสายตาปกติ							
คำตอบ	1	252.602	.174	.683	139.301	.126	.727

*ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 6: ค่าเฉลี่ยเวลาของการทำแคปช่าต่อ 1 แคปท์ช่า

จากผลวิเคราะห์ข้อมูลด้านเวลา ระหว่าง 2 ปัจจัยได้แก่ รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง ดังตารางที่ 2 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งส่งผลต่อเวลา เมื่อพิจารณาจากภาพ 6 พบว่าเวลาที่ใช้ในการทดลองต่อ 1 แคปท์ช่าเสียงของผู้พิการทางสายตาและผู้มีสายตาปกติของแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง จึงไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการทดลองแคปท์ช่าเสียง

4.2 ผลการประเมินด้านความปลอดภัย

ทำการทดสอบไฟล์แคปท์ช่าเสียง (. wav) กับโปรแกรมรู้จำเสียง iSpeech โดยรายการเสียงที่ใช้ในการทดสอบเป็นรายการเสียงที่ใช้ทดลองกับผู้เข้าร่วมการทดลอง มีทั้งหมด 400 คำศัพท์ กับ 400 รหัสคำตอบ นำมาสุ่มเป็นแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบ รูปแบบละ 50 แคปท์ช่า

จากผลการทดสอบ โปรแกรมรู้จำเสียงสามารถตรวจจับแคปท์ช่าเสียงรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม ได้ถูกต้องน้อยกว่า แคปท์ช่าเสียงรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม คิดเป็นร้อยละ 34.1 และ 62.15 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง โปรแกรมรู้จำเสียงสามารถตรวจจับ รูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ได้ถูกต้องน้อยกว่ารูปแบบไฟล์เสียงต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 47.25 และ 49 ตามลำดับ

4.3 ผลการประเมินด้านความพึงพอใจ

ผลการประเมินแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามกับ Recaptcha สำหรับผู้พิการทางสายตาพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองให้คะแนนแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามสูงกว่า Recaptcha โดยรูปแบบที่ผู้พิการทางสายตาให้คะแนนสูงสุดคือ รูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม ไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ เฉลี่ยที่ 4.5 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และผลการประเมินแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามกับ Recaptcha สำหรับผู้มีสายตาปกติพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองให้คะแนนแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามสูงกว่า Recaptcha โดยรูปแบบที่ผู้มีสายตาปกติให้คะแนนสูงสุดคือ รูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม ไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์เฉลี่ยที่ 4.2 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

5. สรุปผลและอภิปราย

จากการศึกษาอิทธิพลของลักษณะแคปท์ช่าเสียงเชิงคำถามที่มีต่อผู้ใช้งาน 2 ปัจจัย ได้แก่ รูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า (รหัสคำตอบของคำถาม, อักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถาม) และรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง (ไฟล์เสียงต่อเนื่อง และไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์) โดยประเมินและวิเคราะห์ผล 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้งานได้วัดผลจากคะแนนความถูกต้องและเวลา พบว่าระบบแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านความปลอดภัย พบว่ารูปแบบที่ปลอดภัยมากที่สุด ได้แก่ รูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม และ รูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ ด้านความพึงพอใจ ระหว่างระบบแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบ กับ Recaptcha พบว่า ผู้พิการทางสายตาและผู้มีสายตาปกติ พึงพอใจกับระบบแคปท์ช่าเสียงทั้ง 4 รูปแบบมากกว่า

ซึ่ง ปัจจัยรูปแบบคำตอบของแคปท์ช่า พบว่าผู้พิการทางสายตาพึงพอใจรูปแบบรหัสคำตอบของคำถามสูงสุด ส่วนผู้มีสายตาปกติพึงพอใจรูปแบบอักษรตัวแรกของคำตอบของคำถามและรหัสตัวเลขหลังคำตอบของคำถามสูงสุด ปัจจัยรูปแบบไฟล์เสียงของคำสั่ง พบว่าผู้พิการทางสายตาและผู้มีสายตาปกติพึงพอใจรูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์สูงสุด

หากพิจารณา 1 รูปแบบแคปท์ช่าที่เหมาะสมกับผู้พิการทางสายตามากที่สุดจากการประเมินผลทั้ง 3 ด้านข้างต้น พบว่า

ระบบแคปท์ช่าเสียงรูปแบบรหัสคำตอบของคำถาม กับรูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจาก ผลการประเมินรูปแบบรหัสคำตอบของคำถามมีความปลอดภัยสูงสุด และผลการประเมินด้านความพึงพอใจ รูปแบบไฟล์เสียงแบ่งเป็นหลายไฟล์ ผู้ใช้มีความพึงพอใจสูงสุด ส่วนด้านการใช้งานของทั้ง 2 ปัจจัย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยนี้ทดลองกรณีศึกษากับคนกลุ่มเล็ก หากต้องการขยายผล หรือเห็นความแตกต่างของทั้ง 2 ปัจจัยอย่างชัดเจน ควรทดลองในกลุ่มที่ใหญ่ขึ้นเช่น ช่วงอายุที่กว้างขึ้น ผู้ใช้ที่มีประสบการณ์ใช้งานคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย ผู้ใช้ที่มีทักษะภาษาอังกฤษที่กว้างขึ้น การออกแบบข้อคำถามที่หลากหลาย การเพิ่มหรือลดรูปแบบของไฟล์เสียงตามความเหมาะสม ด้านคุณภาพของไฟล์ อาจเพิ่มเสียงรบกวน ซึ่งการพัฒนาทั้งหมดจะต้องให้ด้านการใช้งาน และด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษณา ศักดิ์ศรี, *"จิตวิทยาการศึกษา"*, นิยมวิทยา กทม 2530

[2] R. CONRAD andA. J. HULL *"INFORMATION, ACOUSTIC CONFUSION AND MEMORY SPAN"* British Journal of Psychology Volume 55, Issue 4, pages 429–432, November 1964

[3] FIM, F.I.M.C. and R.S. Lockhart, *"Levels of processing: A framework for memory research.*" Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior 11(6), p. 71-84, 1972

[4] Shirali-Shahreza, M. and S. Shirali-Shahreza. *"CAPTCHA for Blind People*." in *IEEE International symposium on signal processing and information technology*. Egypt. 2007

[5] Bigham, J. and A. Cavender, *"Evaluating existing audio CAPTCHA and an interface optimized for non-visual use*", in *Proceedings of ACM Conference on Assistive Technologies(CHI)*. USA. 2009.

[6] Sauer, G., et al. *"Toward A Universally Usable Human Interaction Proof: Evaluation of task completion strategies*." in ACM Transactions on accessible computing. USA. 2010.

[7] ปรียา อนุพงษ์องอาจ, ฟิสิกส์ทั่วไป *1 (*กลศาสตร์และความร้อน). 2546;from:http://www.rsu.ac.th/science/physics/pom/physics_2/sound

[8] ทฤษฎีการเรียนรู้. 2013; from : http://physics.ipstdevsite.com

[9] Caldwell, B., et al. *"Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 W3C."* 2008; Available from: http://www.w3.org/TR/WCAG20/.

[10] *All about Free Printable Kids Preschool Learning Activities*. Available from: www.kidsfront.com.

การประมวลผลภาพและการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการแบบฟัซซีค่าเฉลี่ยซี บนวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก

Image processing and fuzzy C-means clustering on magnetic head circuit

รวินันท์ ประเสริฐทวีลาภ (Rawinun Praserttaweelap)[1,2] และสมยศ เกียรติวนิชวิไล (Somyot Kiatwanidvilai)[2]

[1]แผนกวิศวกรรมการผลิตขั้นสูง บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย)

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

rawinun.praserttaweelap@seagate.com, drsomyotk@gmail.com

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟปัจจุบัน ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตถูกมุ่งเน้นในการพัฒนา หัวอ่านแม่เหล็กเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเพราะใช้สำหรับการอ่านและการเขียนข้อมูลลงบนแผ่นมีเดีย ดังนั้นวงจรไฟฟ้าภายในหัวอ่านแม่เหล็กจึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ต้องถูกตรวจสอบ ซึ่งกระบวนปัจจุบันมีการตรวจสอบวงจรไฟฟ้าของหัวอ่านแม่เหล็กโดยใช้คนมองวงจรผ่านกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 30 เท่า ซึ่งเป็นวิธีการที่ช้าและผิดพลาดได้จากงานที่เหนื่อยล้าของผู้ตรวจสอบ งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการประมวลผลภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กและจัดกลุ่มของข้อมูลในแต่ละแบบของวงจรด้วยฟัซซี่ซีมีน ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการจัดกลุ่มข้อมูลของฟัซซี่ซีมีนที่ 99.11 เปอร์เซนต์ จากกลุ่มข้อมูล 225 ตัวอย่าง และจัดกลุ่มข้อมูลวงจร 3 แบบคือ กลุ่มวงจรที่ดี กลุ่มวงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียงและกลุ่มวงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมวงจรต่อกัน

คำสำคัญ: ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ หัวอ่านแม่เหล็ก กล้องไมโครสโคป ฟัซซี่ซีมีน

Abstract

With the current trends in Hard Disk Drive (HDD) industry, the manufacturing process focuses on the development of the automation system. Head Gimbal Assembly (HGA) or Magnetic Head is an important part of the Hard Disk Drive because it is used in read and write process on media disk. The inspection process on HGA interconnection circuit is very important. Currently, the inspection process was completed by humans using the 30X microscope. This main drawback of this process is the time consuming and the tedious work of the inspector. This research studies the application of visual inspection techniques and Fuzzy C-Means Clustering for inspecting the HGA interconnection circuit. The experimental results show a good performance of clustering technique with 99.11% of accuracy based on 225 samples which are grouped to the clusters: good, bridging, and missing part.

Keyword: Hard Disk Drive, Head Gimbal Assembly, Magnetic Head, Microscope, Fuzzy C-Means.

1. บทนำ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะออกแบบให้สายการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติเพื่อความสะดวก ความแม่นยำและความรวดเร็ว เช่นเดียวกันในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจัดเป็นอุตสาหกรรมอิเลกทรอนิกส์ ซึ่งการพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญกับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ งานวิจัยหลายงานได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ อาทิเช่น การศึกษาเกี่ยวกับความร้อนที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตหัวอ่านแม่เหล็กใน [1] การศึกษาสาเหตุของการเสียหายบนพื้นผิวสำหรับอ่านข้อมูลบนหัวอ่านแม่เหล็กใน [2] การศึกษาการบัดกรีวงจรไฟฟ้าของหัวอ่านแม่เหล็กเพื่อวิเคราะห์หัวอ่านแม่เหล็กที่เกิดความเสียหาย [3] และการศึกษาระบบตรวจสอบแผ่นมีเดียของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแบบอัตโนมัติใน [4] งานวิจัยนี้นำเสนอการ

วิธีการวิเคราะห์ภาพของการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของหัวอ่านแม่เหล็กด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ

หัวอ่านแม่เหล็กจัดเป็นส่วนสำคัญของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในการเขียนและอ่านข้อมูล กระบวนการของการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเริ่มจากการนำ suspension และ slider มาเข้ากระบวนการประกอบเพื่อให้เป็นหัวอ่านแม่เหล็ก หลังจากนั้นจะผ่านกระบวนการเชื่อมวงจรระหว่าง suspension และ slider เข้าด้วยกัน ต่อมา ผ่านกระบวนการตรวจสอบวงจรและตรวจสอบคุณภาพของหัวอ่านแม่เหล็กในกระบวนการต่อไป กระบวนการดังกล่าว แสดงในภาพที่ 1

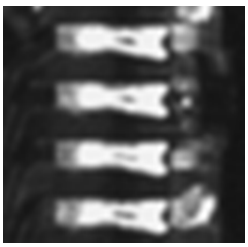


ภาพที่ 1: กระบวนการผลิตหัวอ่านแม่เหล็ก

2. กระบวนการประมวลผลภาพและฟัซซี ซีมีน

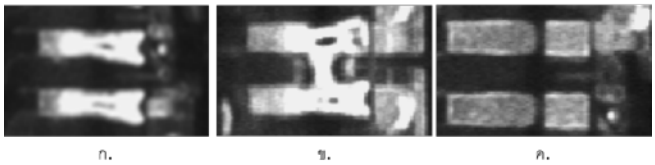
2.1 ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก

การวิเคราะห์ภาพบนวงจรเชื่อมต่อ HGA ทำบนภาพแบบขาว-ดำ ซึ่งเป็นภาพจากการถ่ายรูปด้วยงานที่ถูกทำมุม 50 องศากับแนวราบ ภาพที่ถูกถ่ายใช้หลักการการสะท้อนของแสง เมื่อมีแสงตกกระทบที่วงจรด้าน suspension แสงที่ตกกระทบบน suspension จะสะท้อนไปยังวงจรด้าน slider แสงที่ใช้เป็นชนิดแสงแบบวงแหวน (Ring light) เพื่อให้เกิดการสะท้อนได้ดีเมื่องานไม่ได้อยู่ในระนาบ ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กที่ถูกถ่ายผ่านกระบวนการนี้ เป็นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก

ในงานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กทั้งสามแบบ คือ แบบวงจรที่ดี วงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียงและวงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน ตัวอย่างของภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กทั้งสามแบบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กในแต่ละแบบ ก. วงจรที่ดี ข. วงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียง ค. วงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน

2.2 การประมวลผลภาพ

การวิเคราะห์และประมวลผลภาพของการวิจัยฉบับนี้ ใช้โปรแกรมของ Cognex Vision Pro Version 7.2 ในการวิเคราะห์ภาพ วิธีการในการวิเคราะห์ภาพอาศัยหลักการของบล็อบ (Blob) ซึ่งเป็นเครื่องมือ (tool) ในการวิเคราะห์ภาพอย่างหนึ่งที่สามารถแยกแยะส่วนของภาพที่สนใจกับฉากหลังของภาพเป็นพิกเซลได้นอกจากนี้บล็อบยังสามารถวัดค่าพิกเซลเหล่านั้นและคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ออกมาเป็นตัวเลขในคุณลักษณะกายภาพต่างๆเพื่อการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในลำดับต่อไปได้ ซึ่งบางงานวิจัยใช้บล็อบในการตรวจสอบภาพแบบอัตโนมัติ อาทิเช่นการวิเคราะห์การโป่งพองของหลอดเลือด เนื่องด้วยภาพหลอดเลือดมีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบภายในที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ภาพเมื่อภาพมีส่วนของรายละเอียดที่ไม่ต้องการ การนำวิธีการของบล็อบมาใช้ทำให้สามารถเลือกเพียงส่วนที่สนใจของภาพนั่นคือส่วนของหลอดเลือด มาทำการวิเคราะห์ หลักการของบล็อบช่วยให้การตรวจจับหลอดเลือดที่มีการโป่งพองแบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น [5] หรือใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะภาพด้วยวิธีการของบล็อบควบคู่ไปกับการกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการบนภาพด้วยการทดลองบนลักษณะของภาพดอกไม้และใช้บล็อบตัดส่วนของดอกไม้ออกจากพื้นหลังของภาพ [6] จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลที่ดีในการวิเคราะห์ส่วนที่สนใจบางส่วนของภาพด้วยวิธีการของบล็อบ สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการดังกล่าวของบล็อบโดยการเลือกตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะของภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กในแต่ละแบบ ตัวแปรที่ถูกเลือกคือ ค่าการยืดออก ค่าความเป็นวงกลม เส้นรอบรูป ทั้งนี้ทั้งสามตัวแปรนี้ถูกเลือกจากความสัมพันธ์ที่มีความแตกต่างกันเองและมีความ

เกี่ยวข้องกับลักษณะของภาพหัวอ่านแม่เหล็กในแต่ละแบบ รายละเอียดของตัวแปรที่เลือกมีดังนี้

ค่าการยืดออก (Elongation) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของแกนรองกับแกนสำคัญ ค่าการยืดออกจึงเป็นตัวแปรที่ไม่มีหน่วย [7]

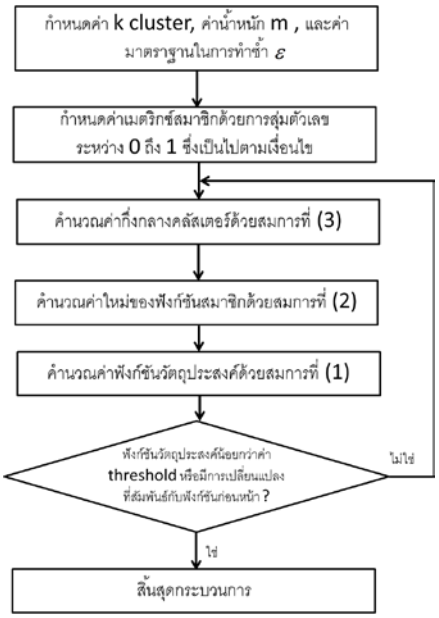
ค่าความเป็นวงกลม (Acircularity) เป็นค่าที่คำนวณมาจากค่ากำลังสองของเส้นรอบรูป หารด้วยพื้นที่ในหน่วยพิกเซลของภาพส่วนที่สนใจ อัตราส่วนดังกล่าวทำให้ค่าความเป็นวงกลมไม่มีหน่วย [7]

ค่าเส้นรอบรูป (Perimeter) คือความยาวเส้นรอบรูปในส่วนของภาพที่สนใจ ซึ่งมีหน่วยเป็นพิกเซล [7]

จากนิยามความหมายของตัวแปรทั้งสามที่ได้จากบล็อบ เมื่อเราทำการเปรียบเทียบกับภาพตั้งต้นของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กดังภาพที่ 3 ในแต่ละชนิดของวงจร จะพบว่าตัวแปรทั้งสามมีความสัมพันธ์กับลักษณะวงจรในแต่ละแบบ อาทิเช่นลักษณะการยืดออกของภาพที่แตกต่างกัน ลักษณะเส้นรอบรูปที่มีส่วนเว้าโค้งที่แตกต่างกันและค่าของพื้นที่เมื่อวิเคราะห์ในหน่วยพิกเซลมีขนาดที่แตกต่างกัน

2.3 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ ซีมีน

การจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ ซีมีนเป็นวิธีการในการจัดกลุ่มของข้อมูลไปยังคลัสเตอร์ที่กำหนด มีงานวิจัยหลายประเภทที่นำเทคนิคของฟัซซี่ซีมีนำไปวิเคราะห์การจัดกลุ่มของข้อมูล อาทิเช่น ในงานวิจัยทางแพทย์เกี่ยวกับโรคต้อหินบนดวงตา ใช้ฟัซซี่ซีมีนเพื่อจำแนกผลของการดำเนินการทางสัณฐานวิทยา ซึ่งจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มข้อมูลได้เป็นอย่างดี [8] ใน [9] ได้ศึกษาการลดเวลาในกระบวนการของฟัซซี่ซีมีน ด้วยการปรับปรุงความเร็วของการบรรจบกันของข้อมูล ใน [10] นำเสนอการประยุกต์เทคนิคของฟัซซี่ซีมีนด้วยการใช้ 2 ฟัซซี่ซีมีน นั่นคือให้มีกลุ่มข้อมูลภายใน 2 กลุ่มแล้วนำไปจัดกลุ่มอีกทีหนึ่ง ซึ่งเรียกได้ว่ามีการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวเพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น บางงานวิจัยได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของฟัซซี่ซีมีนด้วยการใช้หลักการของยูคลิเดียนหรือใช้วิธีการวนซ้ำและวิเคราะห์ความเร็วกับประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล [11] กระบวนการของฟัซซี่ซีมีนเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าเริ่มต้นกลุ่มข้อมูลแล้วทำการคำนวณค่ากึ่งกลางของกลุ่มข้อมูลนั้นๆ หลังจากนั้นจะทำการปรับค่าของข้อมูลใหม่ กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นซ้ำกันจนกระทั่งได้ค่าที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด



ภาพที่ 4: กระบวนการจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีน

การจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีน มีการสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ขึ้น เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าน้อยที่สุด ฟังก์ชันดังกล่าวเขียนแทนด้วยสมการที่ 1

$$J_{FCM} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C} u_{ij}^{m} \left\| x_i - c_j \right\|^2 \qquad (1)$$

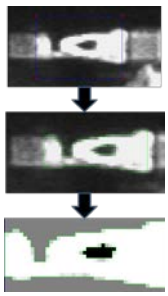
เมื่อกำหนดให้ j คือจำนวนกลุ่มข้อมูล, c_j คือค่ากึ่งกลางของกลุ่มข้อมูล, ข้อมูลทั้งหมดถูกระบุไว้ในรูปของเมตริกซ์ U ฟังก์ชันกลุ่มของสมาชิกและสมการค่ากึ่งกลางกลุ่มข้อมูลแสดงดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ [7-10]

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{C}\left(\frac{\left\| x_i - c_j \right\|}{\left\| x_i - c_k \right\|}\right)^{\frac{2}{m-1}}} \qquad (2)$$

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m}} \qquad (3)$$

3. ผลการทดลอง

งานวิจัยฉบับนี้ เริ่มต้นจากนำภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กในแต่ละแบบมาเข้ากระบวนการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการของบล็อบ โดยทำการเลือกภาพตัวอย่างที่จะใช้เป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ภาพใดๆ มาหนึ่งภาพ จากนั้นทำการสอนภาพต้นแบบนั้นด้วยการเลือกบริเวณหรือส่วนของภาพที่สนใจ ทั้งนี้ตัวแปรหนึ่งที่สำคัญและส่งผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ คือการตั้งค่าขอบเขต (threshold) งานวิจัยนี้เลือกใช้การตั้งค่าขอบเขตเป็นเปอร์เซนต์เพื่อรองรับความแตกต่างของภาพใดๆ เมื่อกรณีที่ภาพมีลักษณะที่เปลี่ยนไปจากแสงตกกระทบที่เกิดขึ้นบนภาพนั้นๆ การสอนภาพต้นแบบและลักษณะของภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านภาพต้นแบบด้วยวิธีการของบล็อบ แสดงในภาพที่ 5 ซึ่งผลลัพธ์จากบล็อบจะเป็นภาพที่ถูกวิเคราะห์ในหน่วยของพิกเซล บล็อบทำการวัดค่าพิกเซลในแต่ละแกนและนำข้อมูลพิกเซลเหล่านั้นมาทำการคำนวณค่าของข้อมูลผ่านสมการทางคณิตศาสตร์ การคำนวณดังกล่าวใช้ข้อมูลพิกเซลจากภาพสุดท้ายหลังของกระบวนการของบล็อบ



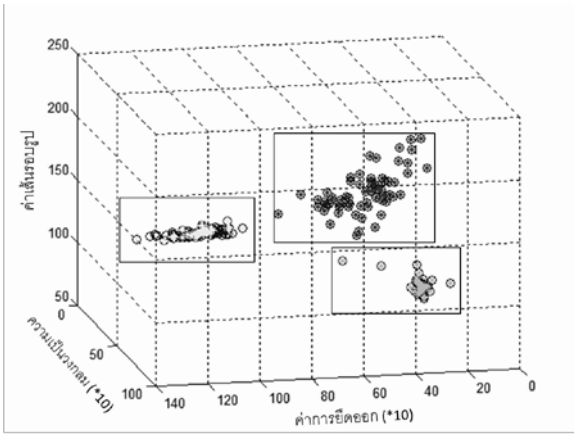
ภาพที่ 5: การสอนภาพต้นแบบและผลลัพธ์ที่ได้จากบล็อบ

ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาคือตัวแปรที่ถูกเลือกไว้ในแต่ละภาพ ตัวแปรดังกล่าวถูกคำนวณมาจากการเลือกส่วนของภาพที่สนใจ ค่าของทั้งสามตัวแปรในกลุ่มงานทั้งสามแบบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ได้จากภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก

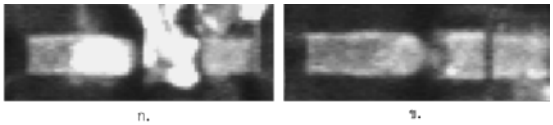
ตัวแปร	วงจรที่ดี	วงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียง	วงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน
ค่าการยืดออก	10.515	3.877	1.455
ค่าความเป็นวงกลม	1.916	2.651	1.916
ค่าเส้นรอบรูป	114.776	144.069	66.903

จากข้อมูลในแต่ละตัวแปรของแต่ละกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการของบล็อบ ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์บนโปรแกรม MATLAB โดยการใช้กระบวนการจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีน ด้วยกลุ่มตัวอย่าง 225 ตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วย 100 ตัวอย่างของวงจรที่ดี, 70 ตัวอย่างของวงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียง, และ 55 ตัวอย่างของวงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มข้อมูลมีค่าความถูกต้องของการจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 99.11 เปอร์เซนต์ โดยเกิดการทำซ้ำจนกระทั่งฟังก์ชันวัตถุประสงค์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดการทำซ้ำไปทั้งหมด 16 ครั้ง ผลลัพธ์การจัดกลุ่มข้อมูลดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: กราฟแสดงผลการจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ ซีมีนผ่านการใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยกลุ่มงาน 225 ตัวอย่าง

เมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีนบน 225 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ถึงเปอร์เซนต์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น พบว่ามี 2 ตัวอย่างที่จับกลุ่มข้อมูลผิดเพี้ยนไปจากผลการจัดกลุ่มที่ได้จากการมองผ่านกล้องไมโครสโคปขนาด 30X ตัวอย่างที่ 1 ผิดพลาดจากการจัดกลุ่มงานที่เป็นวงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียงไปเป็นกลุ่มงานของวงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน และตัวอย่างที่ 2 ผิดพลาดจากการจัดกลุ่มงานที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกันไปเป็นวงจรที่ดี ภาพของวงจรที่เกิดความผิดพลาดในการจัดกลุ่มแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ภาพของวงจรที่เกิดการจัดกลุ่มผิดพลาด ก. วงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียงแต่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มวงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน ข. วงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกันแต่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มวงจรที่ดี

จากภาพที่ 7 พบว่าภาพมีความกำกวมในเชิงการวิเคราะห์ผ่านการประมวลผลด้วยขบล็อบ เพราะภาพตั้งต้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับงานกลุ่มข้างเคียง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรด้วยขบล็อบนั้น แตกต่างไปจากกลุ่มข้อมูลที่ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกกลุ่มข้อมูลด้วยกล้องไมโครสโคปขนาด 30X ทั้งนี้ ผลลัพธ์จากขบล็อบเนื่องจากงานตัวอย่าง 2 ตัวอย่างนี้ จึงส่งผลกระทบให้กับการวิเคราะห์การจัดกลุ่มแบบฟัซซี่ ซีมีน

ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพด้วยฟัซซี่ ซีมีน คือค่ากึ่งกลางของแต่ละกลุ่มข้อมูล ซึ่งค่าดังกล่าวจะถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรมการผลิตหัวอ่านแม่เหล็ก ค่ากึ่งกลางดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ค่ากึ่งกลางของแต่ละกลุ่มข้อมูลหลังกระบวนการฟัซซี่ ซีมีน

ตัวแปร	วงจรที่ดี	วงจรที่เชื่อมไปยังวงจรข้างเคียง	วงจรที่ไม่เกิดการเชื่อมต่อกัน
ค่าการยืดออก*10	98.9418	37.0598	13.0662
ค่าความเป็นวงกลม*10	18.9876	26.5282	15.1290
ค่าเส้นรอบรูป	116.0578	147.5053	63.4263

4. สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่าด้วยกระบวนการวิเคราะห์ภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็กผ่านวิธีการของขบล็อบเพื่อแยกแยะค่าพิกเซลของภาพในส่วนที่สนใจออกจากภาพพื้นหลัง แล้วทำการคำนวณค่าของพิกเซลดังกล่าวมาเป็นตัวแปร 3 ตัวแปรที่สนใจคือ ค่าการยืดออก ค่าความเป็นวงกลม และ ค่าเส้นรอบรูป ค่าของตัวแปรทั้งสามนั้นต่างมีความสัมพันธ์กับภาพของวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก เมื่อนำค่าของตัวแปรดังกล่าวมาวิเคราะห์บนโปรแกรม MATLAB โดยใช้กระบวนการการจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีน ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการจัดกลุ่มข้อมูลได้เป็นอย่างดี ด้วยค่าความถูกต้องในการจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 99.11 เปอร์เซนต์ เมื่อจัดกลุ่มข้อมูลด้วยงาน 225 ตัวอย่าง ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาจากความกำกวมของภาพตั้งต้น อย่างไรก็ตามการปรับปรุงประสิทธิภาพของปัญหาข้างต้นนี้ อาจทำได้ใน 2 วิธีการหลักๆ คือ การเพิ่มความสามารถในของวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลภาพด้วยการดัดแปลงภาพก่อนเข้ากระบวนการของบล็อบก่อน ซึ่งเป็นการปรับปรุงวิธีการในแง่ของการเพิ่มประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ ในแง่ของฮาร์ดแวร์ เราสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของภาพตั้งต้นก่อนเข้ากระบวนการวิเคราะห์ภาพด้วยการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มค่าความละเอียดของกล้อง ศึกษาระบบของการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบบนวงจรหัวอ่านแม่เหล็กแล้วให้ภาพที่เหมาะสมที่สุด จากผลการวิจัยนี้ จึงสรุปได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการของบล็อบและจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่ซีมีนเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการจัดกลุ่มชนิดของวงจรหัวอ่านแม่เหล็ก แต่หากมีการปรับปรุงการประมวลผลภาพและระบบของวิชั่น จะทำให้ประสิทธิภาพการจัดกลุ่มข้อมูลเพิ่มขึ้นได้ ในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในงานอุตสาหกรรมของการผลิตหัวอ่านแม่เหล็กจะนำไปใช้เพียงค่าของจุดกึ่งกลางสุดท้ายที่ได้จากการวิเคราะห์ฟัซซี่ ซีมีน โดยที่ไม่ต้องผ่านการเรียนรู้ใหม่ ระยะห่างที่สั้นที่สุดระหว่างข้อมูลใดๆกับค่าจุดกึ่งกลาง จะเป็นตัวแทนในการตัดสินใจว่าข้อมูลภาพใดๆ นั้น จัดอยู่ในกลุ่มงานชนิดใด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) และหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุมและอัตโนมัติ (CSRU) วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อ้างอิงจากเอกสารขอบเขตการดำเนินการ (SOW, Scope of Work) หมายเลข 152980

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Aksornnium, O. Watcharakitchakorn, and R. Silapunt, “A Study of Radiation Heating during the Curing Process of Head Gimbal Assembly” *2011 IEEE Region 10 Conference(TENCON 2011)*, Bali, Indonesia, Nov 21-24, 2011.

[2] S. Aksornnium, O. Watcharakitchakorn, and R. Silapunt, "The Investigation of Read Layers Damage during the Electromagnetic Curing Process of Head Gimbal Assembly" *2011 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)*, Torino, Italy, Sept 12-16, 2011.

[3] R. Roajanasiri, N. Afzulpurkar, and S. Boonsang, "The Rework Study and Simulation on Solder Bridging of TuMR Magnetic Head" *2012 IEEE International Conference on Information Science and Technology (ICIST)*, Hubei, China, Mar 23-25, 2012.

[4] Z. S. Chow, M. P. L. Ooi, Y. C. Kuang, and S. Demidenko, "Automated Visual Inspection System for Mass Production of Hard Disk Drive Media," *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012)*, vol. 41, pp. 450-457, 2012.

[5] K. M. Adal, D. Sidibé , S. Ali, E. Chaum, T. P. Karnowski, and F. Mériaudeau, "Automated detection of microaneurysms using scale-adapted blob analysis and semi-supervised learning," *Computer Methods and Programs in Biomedicine 114(2014)*, vol. 114, no. 1, pp. 1-10, 2014.

[6] W. N. Tan, T. Sunday, and Y. F. Tan, "Enhanced "GrabCut" Tool with Blob Analysis in Segmentation of Blooming Flower Images" *2013 10th International Conference Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, Krabi, Thailand, May 15-17, 2013.

[7] COGNEX, *Image Processing & Machine Vision Training*, Cognex Corporation, Massachusetts, 2014.

[8] N. E. A. Khalid, N. M. Noor, and N. M. Ariff, "Fuzzy c-Means (FCM) for Optic Cup and Disc Segmentation with Morphological Operation," *Procedia Computer Science*, vol. 42, pp. 255-262, 2014.

[9] L. Szilágyi and S. M. Szilágyi, "Generalization rules for the suppressed fuzzy c-means clustering algorithm," *Neurocomputing*, vol. 139, pp. 298-309, 2014.

[10] X. Yu, W. Zhou, and H. He, "A Method of Remote Sensing Image Auto Classification Based on Interval Type-2 Fuzzy C-Means," *2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Beijing, China, July 6-11, 2014.

[11] C. Yanyun, Q. Jianlin, G. Xiang, C. Jianping, J. Dan, and C. Li, "Advances In Research Of Fuzzy C-means Clustering Algorithm," *2011 International Conference on Network Computing and Information Security*, Guilin, China, May 14-15, 2011.

การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาลักษณะเด่นบนอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือแบบไร้หมุดกำกับ
A Comparative Study in Feature Extraction Methods of Peg-less Hand Geometry

จักรี ศรีนนท์ฉัตร(Jakkree Srinonchat)[1] และอภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์(Apiwat Sawatdirat)[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[1]jakkree.s@en.rmutt.ac.th, [2]apiwat.sa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการหาลักษณะเด่นของอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบโดยตรงกับประสิทธิภาพของระบบวัดโครงสร้างมือ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การเปรียบเทียบเทคนิคการหาลักษณะเด่นบนอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือแบบไร้หมุดกำกับ ระหว่างวิธีการหาเส้นแกนหมุนและวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนาง เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้บนระบบสมองกลฝังตัว ผลการทดลองสรุปได้ว่าวิธีการหาเส้นแกนหมุนมีความง่ายในการคำนินการส่วนวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางได้ผลลัพธ์โดยเฉลี่ยดีที่สุด คือมีความยืดหยุ่นสูงสามารถรองรับลักษณะรูปร่างมือที่แตกต่างกันได้ดี วิธีการข้างต้นนี้ได้แสดงค่าความผิดพลาดไว้สูงสุดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

คำสำคัญ: อุปกรณ์วัดโครงสร้างมือ การหาลักษณะเด่น เส้นรอบรูปมือ

Abstract

Feature extraction process of hand geometry device is a majorly effected to the efficiency of hand geometry system. This research presents a comparative study in feature extraction methods of peg-less hand geometry device between the pivot line-based technique and the Middle-Ring finger valley parallel line-based technique. This technique can be applied to the embedded system. The experiment results show that the pivot line-based offers the simplest implementation. While the Middle-Ring finger valley parallel line-based provides the best average efficiency. It gives a vary computation which can be apply to the different hand shape feature. This technique also shown the maximum error is not more than 3 millimeter.

Keyword: hand geometry device, feature extraction, hand contour.

1. บทนำ

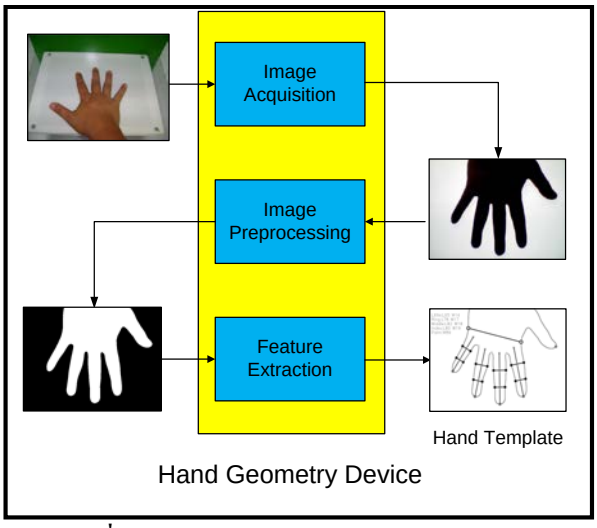
ระบบวัดโครงสร้างมือ (Hand Geometry System) [1,2] คือระบบไบโอเมตริกที่นำข้อมูลขนาดและรูปร่างของฝ่ามือมาจำแนกความแตกต่างของแต่ละบุคคลออกจากกัน ระบบนี้มีข้อดีด้านความรวดเร็วในการประมวลผล ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อยเนื่องจากข้อมูลมีขนาดเล็ก จึงเหมาะกับอุปกรณ์ที่มีพื้นที่เก็บข้อมูลจำกัดหรือประยุกต์ใช้ในรูปแบบเครือข่าย สะดวกในการใช้งานและเป็นที่ยอมรับของสาธารณะ แต่เนื่องจากระบบที่มีวางจำหน่ายมีราคาแพงเนื่องจากมีเพียงไม่กี่บริษัทที่พัฒนาระบบในเชิงพาณิชย์ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาต้นแบบระบบระบบวัดโครงสร้างมือเพื่อการยืนยันเอกลักษณ์ (Verification) ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวในแบบระบบเปิดเพื่อเป็นอีกทางเลือกนอกเหนือจากระบบในเชิงพาณิชย์ โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบเทคนิคการหาลักษณะเด่นบนอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือแบบไร้หมุดกำกับนิ้วมือ (Peg-less) ในส่วนการหาความยาวในแต่ละนิ้วระหว่างวิธีการหาเส้นแกนหมุน (Pivot line-based) แนวคิดจากงานวิจัย [3,4] และวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนาง (Middle-Ring finger valley Parallel line-based) ซึ่งพัฒนาจากงานวิจัย [5,6] โดยจะเปรียบเทียบในด้านความเที่ยงตรงของผลการวัดความยาวนิ้วมือ เมื่อรับภาพมือที่มี

ลักษณะแตกต่างกันในท่าทางวางมือปรกติและท่าทางขยายนิ้วมือกว้าง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์วัดโครงสร้างมือ

อุปกรณ์วัดโครงสร้างมือทำหน้าที่หาลักษณะเด่นของภาพมือออกมาเพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการยืนยันเอกลักษณ์มีขั้นตอนการทำงานหลักสามส่วนคือ การเตรียมภาพ (Image Acquisition), การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Image Preprocessing) และการหาลักษณะเด่น (Feature Extraction) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือ

2.2 การเตรียมภาพ

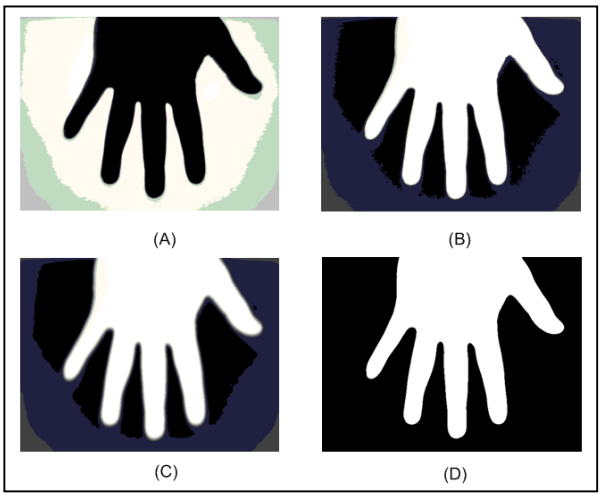
งานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวกับระบบวัดโครงสร้างมือแบบไร้หมุดกำกับนิ้วมือจะใช้ภาพมือตั้งแต่ส่วนข้อมือขึ้นไปซึ่งทำให้ขนาดของอุปกรณ์มีขนาดใหญ่ เพื่อทำการลดขนาดของอุปกรณ์ผู้วิจัยจึงใช้ภาพมือที่มีขนาดใกล้เคียงกับระบบในเชิงพาณิชย์เป็นแนวทางในการดำเนินงาน งานวิจัยนี้ได้ใช้กล้องเว็บแคม (Web Camera) บันทึกภาพมือขวาจากตู้ควบคุมแสงสว่าง ซึ่งมีจุดนำร่องช่วยบังคับนิ้วกลางให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของภาพ มีความชัดเจนของนิ้วมือทั้งสี่นิ้วคือ นิ้วก้อย, นิ้วนาง, นิ้วกลางและนิ้วชี้ โดยไม่นำข้อมูลนิ้วหัวแม่มือมาพิจารณา เนื่องจากแกนหมุนของนิ้วหัวแม่มือต่างจากนิ้วอื่นๆทำให้ได้ภาพนิ้วหัวแม่มือมีขนาดไม่แน่นอน ดังภาพที่ 2

2.3 การประมวลผลภาพเบื้องต้น

เนื่องจากภาพที่ได้กระบวนการก่อนหน้าเป็นภาพสี RGB ต้องนำมาแปลงเป็นระดับสีเทา (RGB-to-Gray) ดังภาพที่ 3(A) พร้อมทั้งทำการกลับสลับระดับสีเทา (Inverse) ดังภาพที่ 3(B) ภาพที่ได้จะนำปรับเรียบ (Smooth) ต่อไป ซึ่งขบวนการปรับเรียบนี้จะเกลี่ยพิกเซลขนาดเล็กที่ไม่ต้องการที่กระจายอยู่ในภาพให้กลืนไปกับพิกเซลใกล้เคียงดังภาพที่ 3(C) และกระบวนการสุดท้ายคือแปลงภาพเป็นขาวดำ ดังภาพที่ 3(D)



ภาพที่ 2: (ซ้ายบน) โครงสร้างของอุปกรณ์ (ขวาบน) แผ่นรองมือพร้อมจุดนำร่อง (ซ้ายล่าง) ตำแหน่งการวางมือ (ขวาล่าง) ตัวอย่างภาพที่ได้

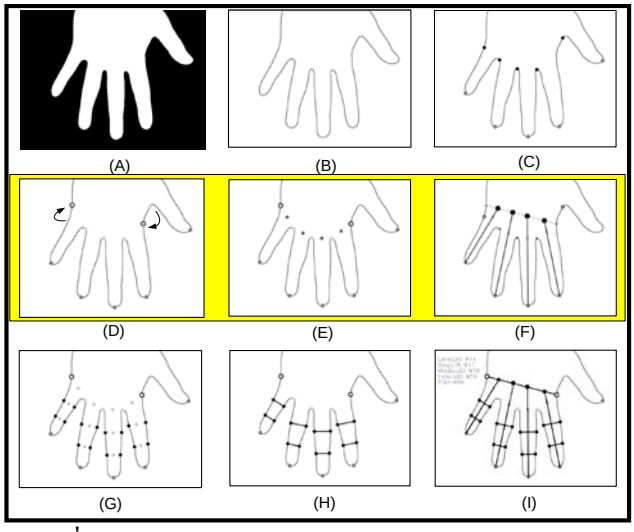


ภาพที่ 3: ขั้นตอนการทำงานย่อยของการภาพประมวลผลเบื้องต้น

2.4 การหาลักษณะเด่นโดยการคำนวณจากเส้นรอบรูปมือ

กระบวนการหาลักษณะเด่นโดยวิธีการคำนวณจากเส้นรอบรูปมือ [7] สามารถแสดงแยกขั้นตอนย่อยได้ดังภาพที่ 4 โดยภาพที่ 4(A) คือภาพมือที่ผ่านการประมวลผลภาพเบื้องต้นแบบขาวดำ (Binary) ใช้เป็นภาพนำเข้าของกระบวนการหาลักษณะ

เด่นของมือ เพื่อนำไปหาความยาวและความกว้างนิ้วทั้งสี่นิ้วคือ นิ้วก้อย, นิ้วนาง, นิ้วกลาง และนิ้วชี้ พร้อมทั้งหาความกว้างของฝ่ามือ ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นเจ็ดขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่หนึ่งคือการหาขอบภาพหรือการหาเส้นรอบรูปมือโดยในงานวิจัยนี้ใช้การหาขอบภาพวิธีแคนนี (Canny Edge Detection) เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่ระบุพิกัดของเส้นรอบรูปมือ (Hand Contour Data) ดังภาพที่ 4(B)

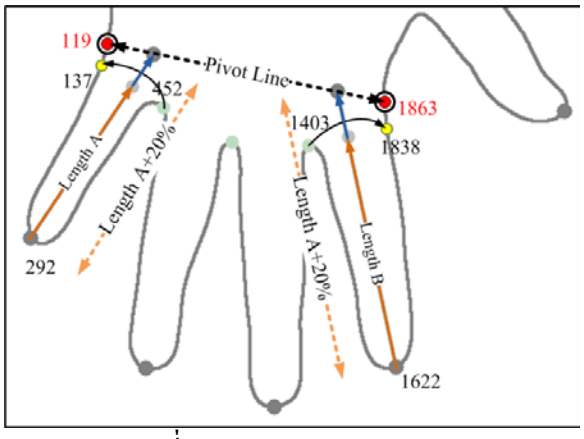


ภาพที่ 4: ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนย่อยในกระบวนการหาลักษณะเด่น

ขั้นตอนที่สองคือการหาปลายนิ้วและร่องนิ้วมือ ดังภาพที่ 4(C) ชุดข้อมูลพิกัดเส้นรอบรูปมือที่ได้นำมาหาพิกัดปลายนิ้วและร่องนิ้วด้วยวิธีการหากรอบด้านนอกและความเว้า (Convex hull and Convexity Defects) จากงานวิจัย [8] ขั้นตอนที่สามคือการหาตำแหน่งขอบฝ่ามือ ดังภาพที่ 4(D) ขั้นตอนที่สี่คือการหาตำแหน่งกลางนิ้วมือบนเส้นฐานนิ้วมือ ดังภาพที่ 4(E) จากพิกัดร่องนิ้วมือ และพิกัดขอบฝ่ามือ จะนำไปสู่เส้นฐานนิ้วมือ กึ่งกลางของเส้นฐานนิ้วมือคือตำแหน่งกลางนิ้วมือ ขั้นตอนที่ห้าคือการหาความยาวของนิ้วมือ และความกว้างของฝ่ามือ ดังภาพที่ 4(F) ซึ่งขั้นตอนที่สามถึงห้านี้คือกระบวนที่งานวิจัยนี้ต้องการทดลองโดยวิธีการทั้งสองแบบที่กล่าวไปในบทนำ ขั้นตอนที่หกคือการหาจุดกลางนิ้วที่ความยาวหนึ่งในสามส่วนและสองในสามส่วน ดังภาพที่ 4(G) ขั้นตอนที่เจ็ดเป็นการหาจุดขอบนิ้วที่ตั้งฉากกับจุดกลางนิ้วที่ความยาวหนึ่งในสามส่วนและสองในสามส่วนเพื่อนำไปสู่การหาความกว้างนิ้ว ดังภาพที่ 4(H) ส่วนภาพที่ 4(I) แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการหาลักษณะเด่นของมือ

2.5 การหาความยาวนิ้วจากวิธีการหาเส้นแกนหมุน

วิธีการนี้จะสร้างเส้นตรงที่ใช้ชื่อว่าเส้นแกนหมุนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิงในการหาขอบฝ่ามือ โดยเส้นนี้ได้จากการหาจุดกลางนิ้วก้อยและนิ้วชี้ จากนั้นเพิ่มความยาวของนิ้วทั้งสองอีกร้อยละยี่สิบ พิกัดใหม่ที่ได้จะเป็นจุดต้นและจุดปลายของเส้นแกนหมุน จากนั้นทำการคำนวณหาพิกัดขอบฝ่ามือ หากพิกัดใดของเส้นรอบรูปมืออยู่ในระนาบเดียวกันกับจุดทั้งสอง ให้ถือว่าจุดนั้นเป็นพิกัดขอบฝ่ามือ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: แนวคิดของวิธีการหาเส้นแกนหมุน

จากชุดข้อมูลที่ระบุพิกัดของเส้นรอบรูปมือและชุดข้อมูลพิกัดปลายนิ้วและร่องนิ้วที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า จะถูกนำมาคำนวณหาพิกัดขอบฝ่ามือด้านนอกและพิกัดขอบฝ่ามือด้านในซึ่งพิกัดที่ได้นี้จะนำมาใช้ในการคำนวณหาความยาวของนิ้วมือแต่ละนิ้วได้จากการหาจุดกลางนิ้วมือบนเส้นฐานนิ้วของแต่ละนิ้ว ดังภาพที่ 6(A) เมื่อแทนค่าพิกัดร่องนิ้วมือด้านซ้ายและพิกัดร่องนิ้วมือด้านขวาของนิ้วนั้นๆในสมการที่ 2 และ 3 จะได้พิกัดกลางนิ้ว จากนั้นแทนค่าพิกัดที่ได้และพิกัดปลายนิ้วในสมการที่ 1 จะได้ความยาวนิ้วขั้นต้นของนิ้วนั้นๆ โดยหน่วยนับจะเป็นพิกเซล (Pixel) จากความยาวนิ้วขั้นต้นของแต่ละนิ้วนำมาเพิ่มความยาวของนิ้วทั้งสองอีกร้อยละยี่สิบ ดังภาพที่ 6(B)

$$\text{Length} = \sqrt{\left|X_{tip} - X_{base}\right|^2 + \left|Y_{tip} - Y_{base}\right|^2} \quad (1)$$

$$X_{center} = \left(\frac{X_{left} + X_{right}}{2}\right) \quad (2)$$

$$Y_{center} = \left(\frac{Y_{left} + Y_{right}}{2}\right) \quad (3)$$

$$\frac{X_{tip} - X_{palm}}{X_{tip} - X_{base}} = \frac{Y_{tip} - Y_{palm}}{Y_{tip} - Y_{base}} \quad (4)$$

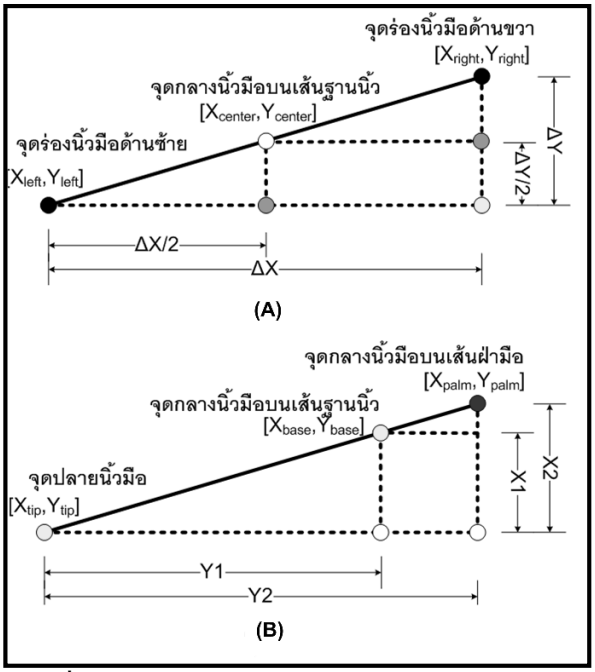
$$\frac{X_2}{X_1} = \frac{Y_2}{Y_1} = \frac{120}{100} \quad (5)$$

เมื่อ X คือ พิกัดในแนวแกนนอนในระบบพิกัดฉาก

Y คือ พิกัดในแนวแกนตั้งในระบบพิกัดฉาก

left, right, center คือ จุดซ้าย จุดขวา และจุดกลางที่จะหาค่า

tip, palm, base คือ จุดปลายนิ้ว จุดบนฝ่ามือ และจุดฐานนิ้ว



ภาพที่ 6: (บน) ประกอบสมการที่ 2-3 (ล่าง) ประกอบสมการที่ 4-5

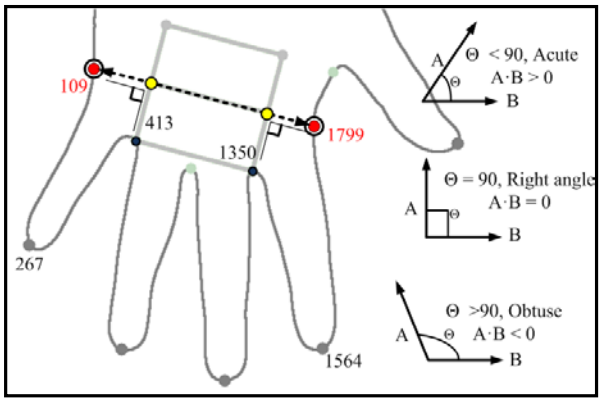
2.6 การหาความยาวนิ้วจากวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนาง

วิธีการนี้ได้แนวคิดจากงานวิจัยที่ [5,6] ที่ใช้เส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางเป็นเส้นอ้างอิงหลัก พิกัดขอบฝ่ามือจะได้มาจากชุดข้อมูลเส้นรอบรูปมือที่ทำมุม 20 องศากับเส้นอ้างอิง โดยวิธีการนี้ได้พัฒนามาใช้เส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางเป็นเส้นอ้างอิงหลัก แล้วนำมาสร้างสี่เหลี่ยมจตุรัสเพื่อแสดงภาพพื้นที่ฝ่ามือด้านใน แล้วหาจุดแบ่งครึ่งจตุรัส จะได้เส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางที่มีระยะห่างจากเส้นอ้างอิงหลักเท่ากับความกว้างของนิ้วอ้างอิง พิกัดขอบฝ่ามือจะได้จากผลการ dot product ระหว่างสองเวกเตอร์ คือ [พิกัดร่องนิ้ว, พิกัดปลายเส้นขนาน] และ [พิกัดบนเส้นรอบรูปมือ, พิกัดปลายเส้นขนาน] หรือเวกเตอร์ A และ B ตามลำดับดังสมการที่ 6 หากผลการคำนวณเท่ากับศูนย์แสดงว่าทั้งสองเวกเตอร์ตั้งฉากกันให้ถือว่าจุดนั้นคือพิกัดขอบฝ่ามือ ดังภาพที่ 7

$$A \cdot B = |A||B| \cos\theta \quad (6)$$

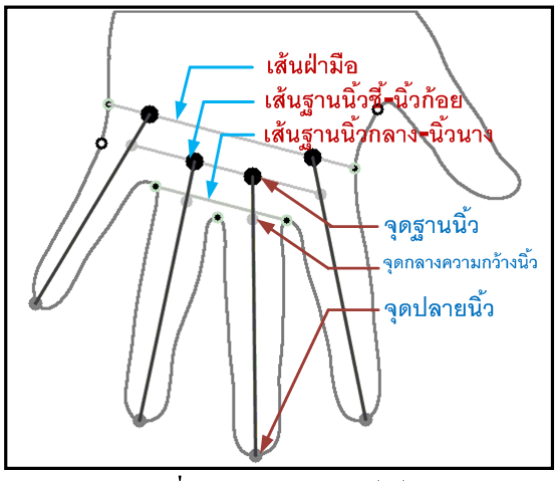
เมื่อ A คือ เวกเตอร์พิกัดร่องนิ้ว-พิกัดปลายเส้นขนาน

B คือ เวกเตอร์พิกัดบนเส้นรอบรูปมือ-พิกัดปลายเส้นขนาน



ภาพที่ 7: แนวคิดของวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานฯ

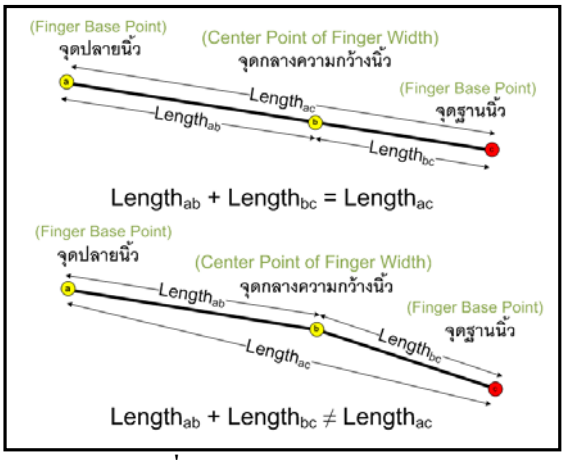
พิกัดที่ได้ทั้งหมดจะนำมาใช้ในการคำนวณหาจุดกลางนิ้วมือบนเส้นฐานนิ้วของแต่ละนิ้ว จุดกลางนิ้วชี้และนิ้วก้อยจะถูกแทนค่าลงใน Digital differential analyzer (DDA) algorithm [9] เพื่อสร้างพิกัดสมาชิกที่อยู่ในแนวเส้นฐานนิ้วชี้และนิ้วก้อยเช่นเดียวกันกับจุดขอบฝ่ามือทั้งสองด้านเมื่อแทนค่าลงใน DDA algorithm จะได้พิกัดสมาชิกที่อยู่ในแนวเส้นฝ่ามือ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: ตำแหน่งเส้นฐานนิ้วทั้งสามเส้น

พิกัดสมาชิกที่อยู่ในแนวเส้นฐานนิ้วชี้และนิ้วก้อยจะนำมาหาจุดฐานนิ้วของนิ้วชี้และนิ้วก้อย โดยจุดฐานนิ้วจะเป็นพิกัดที่

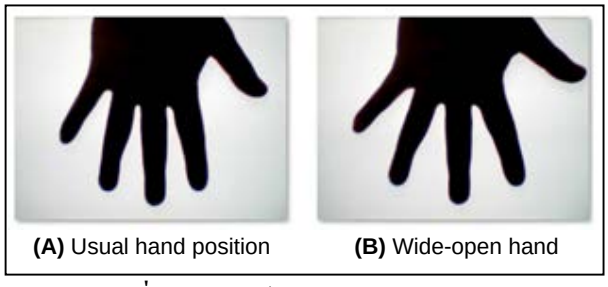
อยู่ในแนวเส้นฐานนิ้วชี้และนิ้วก้อยที่มีความยาวเมื่อวัดจากจุดปลายนิ้วต้องเท่ากับวัดจากจุดปลายนิ้วผ่านจุดกลางความกว้างนิ้วถึงพิกัดของตน ส่วนพิกัดสมาชิกที่อยู่ในแนวเส้นฝ่ามือจะนำมาหาจุดฐานนิ้วของนิ้วกลางและนิ้วนางด้วยแนวทางเดียวกัน ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: แนวคิดในการหาจุดฐานนิ้ว

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

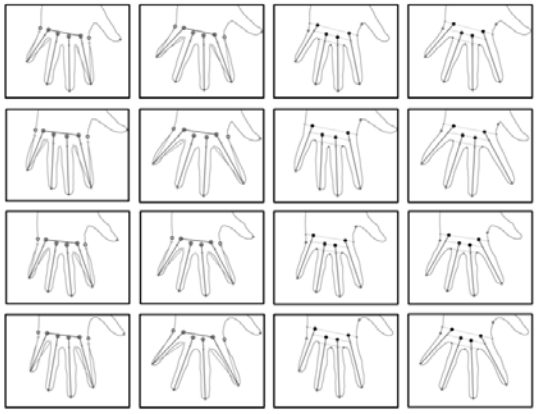
โปรแกรมพัฒนาด้วยภาษา C ใช้คอมไพเลอร์ gcc4.4.1 ร่วมกับฟังก์ชั่นการประมวลภาพของ OpenCV 2.1 โดยกำหนดให้รับข้อมูลจากภาพเงามือขนาด 640x480 พิกเซล ส่วนกระบวนการหาลักษณะเด่นจะใช้ขั้นตอนดังหัวข้อ 2.5 เปรียบเทียบกับหัวข้อ 2.6 ผลลัพธ์ของโปรแกรมให้แสดงข้อมูลมือขวามีหน่วยขนาดนิ้วมือเป็นมิลลิเมตร และภาพเงามือพร้อมเส้นแสดงความยาวนิ้วมือและเส้นแสดงความกว้างฝ่ามือมือเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้แต่ละชุดมาหาผลความแตกต่างระหว่างตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์หาบทสรุปของการทดลอง ในการทดสอบนี้ได้นำภาพถ่ายมือที่ได้จากบุคคลจำนวน 30 คน คนละ 2 รูป ในท่าทางวางมือปรกติและท่าทางขยายนิ้วมือกว้าง ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: ท่าทางทั้งสองแบบที่ใช้ในการทดสอบ

4. ผลการดำเนินการ

จากขั้นตอนการดำเนินการข้างต้น โปรแกรมได้ทำการประมวลผลได้ภาพผลลัพธ์จากทั้งสองวิธีการ ดังภาพที่ 11 โดยเป็นตัวอย่างภาพผลลัพธ์ของบุคคลทดสอบที่หนึ่งถึงสี่ อย่างละสองภาพตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้จากท่าทางวางนิ้วมือปรกติ และท่าท่างขยายนิ้วมือกว้างในแต่ละวิธีของแต่ละบุคคลมาหาผลความแตกต่าง ดังตารางที่ 1 ผลรวมของความแตกต่างที่ได้ของแต่ละวิธีจะนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยพบว่าผลค่าเฉลี่ยผลความแตกต่างต่างของ วิธีการหาเส้นแกนหมุนอยู่ที่ 3.33 มิลลิเมตร และวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางอยู่ที่ 2.33 มิลลิเมตร และเมื่อตรวจสอบผลความแตกต่างระหว่างท่าทางในทุกข้อมูลทดสอบพบว่าวิธีนี้ได้ผลไม่เกินกว่า 3 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่ามีความแปรปรวนน้อยซึ่งถือว่าวิธีดีที่สุด



ภาพที่ 11: ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีการ

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบความยาวของข้อมูลมือขวาในแต่ละท่าทาง

Pivot Line-Based																
user	Millimeter															
	Little			Ring			Middle			Index			Palm			
	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff
1	69	71	2	94	94	0	99	99	0	89	91	2	89	91	2
2	78	82	4	99	98	1	106	106	0	98	101	3	96	99	3
3	75	78	3	89	89	0	94	94	0	83	86	3	87	88	1
4	74	80	6	100	100	0	107	107	0	94	98	4	91	94	3
5	74	80	6	98	97	1	103	103	0	97	97	0	98	100	2
6	79	83	4	103	103	0	111	110	1	97	101	4	95	98	3
7	85	88	3	107	107	0	115	115	0	104	107	3	96	98	2
8	83	83	0	99	99	0	109	109	0	99	101	2	96	97	1
9	77	79	2	98	98	0	104	103	1	92	94	2	83	85	2
10	75	79	4	97	96	1	103	102	1	90	92	2	95	97	2
Middle-Ring Finger Line-Based																
user	Millimeter															
	Little			Ring			Middle			Index			Palm			
	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff	Pose1	Pose2	Diff
1	77	79	2	93	94	1	98	98	0	93	96	3	89	89	0
2	87	89	2	99	99	0	105	105	0	103	106	3	95	97	2
3	82	83	1	89	89	0	93	93	0	88	90	2	87	88	1
4	81	84	3	97	98	1	104	105	1	97	99	2	91	92	1
5	85	84	1	97	97	0	102	101	1	100	99	1	98	99	1
6	86	89	3	101	104	3	108	109	1	102	105	3	96	96	0
7	92	93	1	107	107	0	113	114	1	107	109	2	95	96	1
8	89	89	0	99	100	1	108	108	0	104	105	1	94	94	0
9	80	83	3	95	97	2	101	102	1	93	96	3	83	84	1
10	84	84	0	96	96	0	101	101	0	94	97	3	96	96	0

(หมายเหตุ: แสดงเฉพาะบุคคลที่1-10)

ตารางที่ 2: อัตราการเพิ่มของค่าความยาวนิ้วในทั้งสองท่าทาง

User	Usual hand position											
	Little			Ring			Middle			Index		
	mm.		diff.	mm.		diff.	mm.		diff.	mm.		diff.
	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%
1	58	77	33.9	78	93	18.7	83	98	18.8	74	93	25.4
2	65	87	33.8	83	99	20.0	88	105	18.9	82	103	26.1
3	63	82	31.2	74	89	20.0	78	93	18.7	69	88	27.2
4	62	81	31.4	83	97	16.4	89	104	16.6	78	97	23.8
5	62	85	37.8	82	97	18.8	86	102	18.8	81	100	23.7
6	66	86	30.6	86	101	17.7	93	108	16.8	81	102	26.2
7	71	92	29.9	89	107	20.0	96	113	17.9	87	107	23.5
8	69	89	28.7	83	99	20.0	91	108	18.9	83	104	26.1
9	64	80	24.7	82	95	16.3	87	101	16.5	77	93	21.3
10	63	84	34.4	81	96	18.8	86	101	17.7	75	94	25.3
User	Wide-open hand											
	Little			Ring			Middle			Index		
	mm.		diff.	mm.		diff.	mm.		diff.	mm.		diff.
	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%	Base	Pose1	%
1	59	79	33.5	78	94	20.0	83	98	18.8	76	96	26.6
2	68	89	30.2	82	99	21.2	88	105	18.9	84	106	25.9
3	65	83	27.7	74	89	20.0	78	93	18.7	72	90	25.6
4	67	84	26.0	83	98	17.6	89	105	17.8	82	99	21.2
5	67	84	26.0	81	97	20.0	86	101	17.7	81	99	22.5
6	69	89	28.7	86	104	21.2	92	109	18.9	84	105	24.8
7	73	93	26.8	89	107	20.0	96	114	19.0	89	109	22.2
8	69	89	28.7	83	100	21.2	91	108	18.9	84	105	24.8
9	66	83	26.1	82	97	18.8	86	102	18.8	78	96	22.6
10	66	84	27.6	80	96	20.0	85	101	18.8	77	97	26.5

(หมายเหตุ: แสดงเฉพาะบุคคลที่1-10)

เมื่อนำผลลัพธ์จากวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางมาหาอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความยาวในแต่ละนิ้วจากค่าความยาวนิ้วขั้นต้นทั้งสองท่าทาง ดังตารางที่ 2 พบว่าอัตราการเพิ่มของค่าความยาวนิ้วจะไม่คงที่ โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละสิบห้าถึงสี่สิบ แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้แปรผันตามขนาด, รูปร่างของมือและท่าทางการวางนิ้วมือ ซึ่งต่างจากวิธีการหาเส้นแกนหมุนที่กำหนดอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความยาวคงที่ไว้ที่ร้อยละยี่สิบ

5. สรุปผลการทดลอง

สรุปได้ว่าวิธีการสร้างเส้นขนานกับเส้นฐานนิ้วกลางและนิ้วนางได้ผลลัพธ์โดยเฉลี่ยดีที่สุด คือมีความยืดหยุ่นสูงสามารถรองรับลักษณะรูปร่างมือที่แตกต่างกันได้ดี ทั้งแสดงค่าความผิดพลาดไว้สูงสุดไม่เกิน 3 มิลลิเมตรซึ่งถือว่าน้อยมากในระบบวัดโครงสร้างมือแบบไร้หมุดกำกับ ซึ่งหากนำวิธีการนี้ไปใช้ในระบบจะได้ความเที่ยงตรงที่ดีขึ้น ซึ่งค่าความเที่ยงตรงจะสูงขึ้นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับขั้นตอนวิธี (Algorithm) ของกระบวนการจับคู่ (Template Matching) ของระบบ วิธีการนี้จึงถือเป็นอีกทางเลือกในการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบวัดโครงสร้างมือเพื่อการยืนยันเอกลักษณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] N. Duta, "A survey of biometric technology based on hand shape," *Pattern Recognition*, vol. 42, pp. 2797-2806, 2009.

[2] A. K. Singh, A. K. Agrawal, and C. B. Pal, "Hand geometry verification system: A review," *in Ultra Modern Telecommunications & Workshops, 2009. ICUMT '09. International Conference on*, 2009, pp. 1-7.

[3] E. Yoruk, E. Konukoglu, B. Sankur, and J. Darbon, "Shape-based hand recognition," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol. 15, pp. 1803-1815, 2006.

[4] E. Yoruk, E. Konukoglu, B. Sankur, and J. Darbon, "Person authentication based on hand shape," *in Signal Processing and Communications Applications Conference*, 2004. Proceedings of the IEEE 12th, 2004, pp. 152-155.

[5] M. A. Ferrer, J. Fabregas, M. Faundez, J. B. Alonso, and C. Travieso, "Hand geometry identification system performance," *in Security Technology, 2009. 43rd Annual 2009 International Carnahan Conference on*, 2009, pp. 167-171.

[6] M. A. Ferrer, A. Morales, C. M. Travieso, and J. B. Alonso, "Influence of the pegs number and distribution on a biometric device based on hand geometry," *in Security Technology, 2008. ICCST 2008. 42nd Annual IEEE International Carnahan Conference on*, 2008, pp. 221-225.

[7] จักรี ศรีนนท์ฉัตร และอภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์, "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาลักษณะเด่นบนอุปกรณ์วัดโครงสร้างมือแบบมีหมุดกำกับ," *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 (NCCIT 2014)*, ภูเก็ต, 8-9 พฤษภาคม 2557, หน้า 792-797

[8] อภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์ และจักรี ศรีนนท์ฉัตร, "การพัฒนาระบบวัดโครงสร้างมือโดยใช้เทคนิค Hull Convexity Defects," *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 36*, กาญจนบุรี, 11-13 ธันวาคม 2556, เล่ม 2, หน้า 777-780.

[9] Alan Watt, ed. (2000), *3D Computer Graphics*, ISBN 0-201-39855-9

การพัฒนาการตรวจสอบจอแสดงผล LED ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ภาพอินทริกัล

Enhancement Neural Network-based LED Detection using Integral Image

อรรณพ สาขะจันทร์(Annop Sakachant)[1] และจักรี ศรีนนท์ฉัตร(Jakkree Srinonchat)[2]

ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[1]mr.annop@outlook.com, [2]jakkree.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเกี่ยวกับระบบตรวจสอบภาพการแสดงผลหน้าจอ LED ของเครื่องเสียงรถยนต์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับและใช้ภาพอินทริกัลเป็นชุดข้อมูลสำหรับการประมวลผล โดยใช้ Haar-like feature ซึ่งยึดหลักการเรียนรู้แบบ AdaBoost และวิธีการแยกภาพแบบ Cascade ซึ่งช่วยให้บริเวณพื้นหลังของภาพถูกตัดออกไปอย่างรวดเร็ว เพื่อช่วยให้การค้นหาจุดสนใจต่างๆ และคำนวณหาคุณลักษณะบนภาพที่นำมาทดสอบทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจากภาพในสภาวะแวดล้อมจริง โดยใช้ภาพการแสดงผลหน้าจอ LED ของเครื่องเสียงรถยนต์ ทั้งหมด 6 รุ่น แต่ละรุ่นมีจุดสนใจ 7 จุด แต่ละจุดจะตรวจสอบซ้ำ 10 ครั้ง พบว่าระบบตรวจสอบภาพได้ถูกต้องทั้งสิ้น 401 ภาพจาก 420 ภาพ คิดเป็น 95.48%

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม ภาพอินทริกัล Haar-like feature AdaBoost Cascade Classifiers

Abstract

This research is a development for the LED display detection system using backpropagation algorithm of the Artificial Neural Networks (ANNs) is presented. The system used an integral image for image recognition and representation which allows fast computation of the original image features used. The system also applies Haar-like feature based AdaBoost learning algorithm to select a smallest number of critical visual features from a very large set of potential features. Besides that, it also used Cascade Classifiers algorithm which allows background regions of the image to be quickly discarded while spending time more computation on promising region of interested. The results obtained from the experiment in the real environment found that can recognize mostly correct for all letters at 95.48% recognition rate.

Keyword: Neural Network, Integral Image, Haar-like feature, AdaBoost, Cascade Classifiers.

1. บทนำ

ปัจจุบันงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพได้ประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและความถูกต้องแม่นยำของการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบชิ้นงานและวัตถุ เช่น การตรวจสอบใบหน้าพนักงาน การอ่านภาพข้างกล่องสินค้าแล้วแปลงเป็นตัวหนังสือ การตรวจจับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เพื่อนับจำนวนจากภาพวิดีโอ [1] เป็นต้น

โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเครื่องเสียงรถยนต์ได้นำเข้าเครื่องจักรประเภท Machine Vision จากต่างประเทศเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพการแสดงผลจอภาพ LED ของเครื่องเสียงรถยนต์ แต่เครื่องจักรมีราคาและค่าบำรุงรักษาที่สูง ผู้ผลิตที่มีทุนจำกัดจึงเลือกใช้แรงงานคนตรวจสอบคุณภาพสินค้าแทนการใช้เครื่องจักร ในการใช้สายตาเพื่อเปรียบเทียบภาพขนาดเล็กที่มีสถานะของการแสดงผลที่แตกต่างกันหลายจุดนั้น ความเมื่อยล้าหรือความไม่ใส่ใจในการตรวจสอบ อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบชิ้นงานขึ้นได้

Haar-Like Feature Detection [2] เป็นวิธีการตรวจจับและรู้จำภาพ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Viola และ Jones เป็นวิธีการสร้างคุณลักษณะภาพที่แสดงถึงผลต่างระหว่างสีขาวและสีดำ เพื่อตัดส่วนภาพพื้นหลังที่ไม่ต้องการออกไป พร้อมกับได้ประยุกต์ใช้

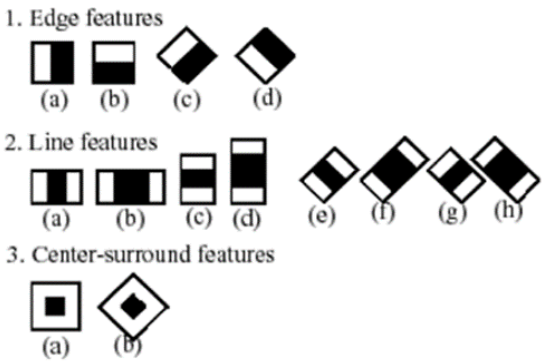
การเรียนรู้แบบ AdaBoost เพื่อรู้จำภาพและ Cascade Classifiers เพื่อจำแนกวัตถุที่แตกต่างกัน

จากปัญหาข้างต้นจึงเกิดแนวคิดทดลองใช้เทคนิค Haar-like Feature Detection เพื่อแยกหมวดหมู่และวิเคราะห์คุณภาพการแสดงผลจอภาพของเครื่องเสียงรถยนต์ พร้อมกับใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) [3][4] เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลตรวจจับและรู้จำภาพในภาพในบริเวณจุดสนใจที่มีความแตกต่างจากภาพต้นแบบแม้เพียงเล็กน้อย

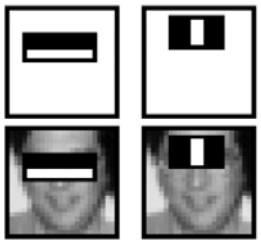
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Haar-like feature

Viola และ Jones [5] ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพด้วยหลักการของ Haar Wavelet [6] สำหรับสร้างภาพสี่เหลี่ยมที่เรียกว่า Feature โดยภาพนี้แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาวและส่วนที่เป็นสีดำ Feature นี้สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งได้ เพื่อใช้สำหรับการตรวจจับลักษณะบนรูปแบบต่างๆ เช่น เส้นตรง, วงกลม เป็นต้น



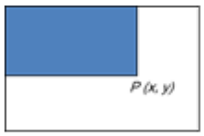
ภาพที่ 1: รูปแบบของ Features สำหรับการตรวจจับแบบต่างๆ



ภาพที่ 2: ตัวอย่างการใช้ Feature ตรวจจับใบหน้าในลักษณะต่างๆ

2.2 Integral Image

การคำนวณค่าของลักษณะภาพ (Feature) นั้น ใช้หลักการคำนวณแบบภาพอินทริกัล (Integral Image) [7][8] คือผลรวมของค่าสีในทุกพิกเซลที่ตำแหน่ง (x, y) ใดๆ ดังสมการที่ 1

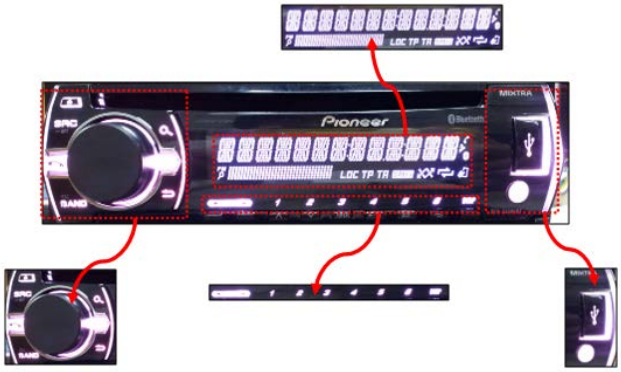


$$P(x,y) = \sum_{x' \le x, y' \le y} i(x', y') \qquad (1)$$

ภาพที่ 3: การคำนวณแบบ Integral image

2.3 Region of Interested

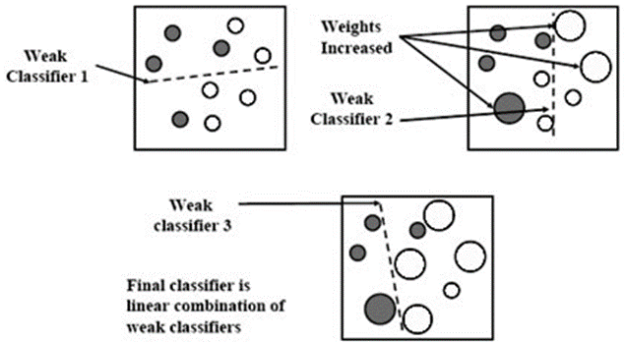
Region-of-interest (ROI) [8] คือบริเวณที่เราสนใจแล้วตีกรอบบริเวณนั้นด้วยวงกลมหรือกรอบเหลี่ยมเพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวไปประมวลผลภาพตามต้องการ โดยไม่กระทบกับส่วนอื่นของภาพ ในหนึ่งภาพสามารถกำหนดได้หลายจุดสนใจ



ภาพที่ 4: การกำหนดจุดสนใจ

2.4 AdaBoost

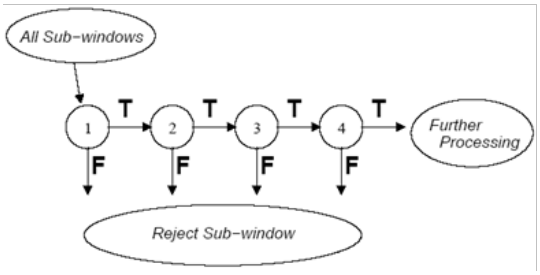
การเรียนรู้แบบ AdaBoost [8] เป็นกระบวนการหาลักษณะใกล้เคียงและแตกต่างกับภาพตัวอย่าง สำหรับการจัดประเภทของภาพ โดยการกำหนดค่าน้ำหนักให้ส่วนต่างๆ ภายในภาพบนภาพ Positive และภาพ Negative เพื่อใช้หาลักษณะของภาพที่ “ใช่” และ “ไม่ใช่” จากนั้นเพิ่มค่าน้ำหนักให้กับส่วนที่เหลือเฉพาะลักษณะที่เราต้องการที่ยังไม่ได้แบ่งลักษณะไว้ และทำการวนซ้ำไปเรื่อยๆ สุดท้ายนำบริเวณที่ได้ทั้งหมดมารวมกันจะได้บริเวณและลักษณะในส่วนต่างๆ ของวัตถุที่เราต้องการหา



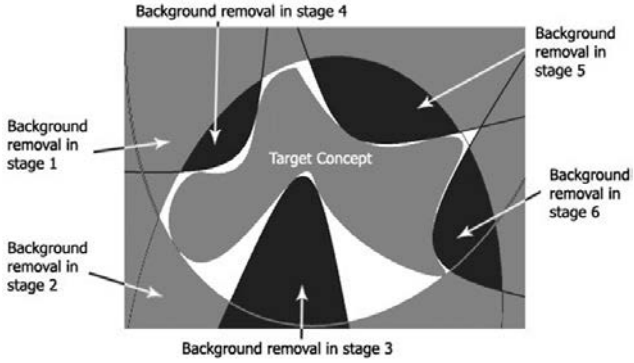
ภาพที่ 5: การทำงานของ AdaBoost

2.5 Cascades Classifiers

Cascades Classifiers [8] เป็นกระบวนการตีความหมายภาพโดยการแบ่งประเภทของภาพตามลักษณะภายในภาพ เริ่มต้นจากการตัดส่วนของ Sub Window ที่เป็น Negative ออกก่อน จากนั้นจึงใช้ส่วนที่เป็น Positive วิ่งวนภายในภาพ หากไม่พบลักษณะที่ตรงกันก็จะเปลี่ยนลักษณะการตรวจจับภายใน Sub Window แต่หากพบลักษณะที่ตรงกันก็จะเปลี่ยนลักษณะในการตรวจจับ ทำเช่นนี้จนครบจะได้ภาพที่สามารถบอกได้ว่าภาพดังกล่าวเป็นภาพอะไรจากลักษณะต่างๆภายในภาพ



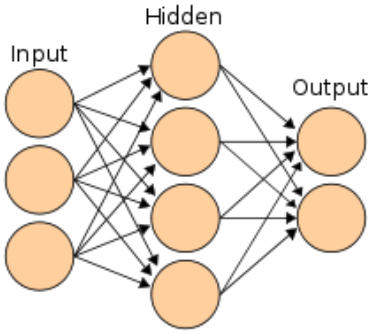
ภาพที่ 6: การทำงานของ Haar Cascade Classifier



ภาพที่ 7: ลักษณะการทำงานของ Cascade Classifier

2.6 Artificial Neural Network

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [9] คือโมเดลทางคณิตศาสตร์จำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ Input Units, Hidden Unit, Output Units โดยมีการกำหนดค่าน้ำหนักให้แก่เส้นทางการนำเข้าของ Input แต่ละตัว สำหรับการเรียนรู้นั้นจะอาศัย Back-propagation Algorithm [10] ในการเขียน



ภาพที่ 8: สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

การสร้างการเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้มีความคิดเสมือนมนุษย์มี 2 วิธีคือ Supervised Learning [10] การเรียนรู้แบบมีการสอน เปรียบเทียบกับคน เช่น การสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ และ Unsupervised Learning [10] การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน เปรียบเทียบกับคน เช่น การที่เราสามารถแยกแยะพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ ได้เองโดยไม่มีใครสอน

สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบ่งเป็น 4 แบบ คือ Feedforward Network, Feedback Network, Network Layer และ Perceptron

การทดลองนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-Layer Perceptron (MLP) [10] จะประกอบด้วยหลายชั้นโดยในแต่ละชั้นจะประกอบด้วยโหนด (Nodes) หรือเปรียบได้กับตัวเซลล์ประสาท (Neurons) ค่าน้ำหนักของเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดของแต่ละชั้น (เมทริก W), ค่า Bias Vector (b) และค่า Output Vector (a) โดย m เป็นตัวเลขบอกลำดับชั้นกำกับไว้ด้านบน เมื่อ p เป็น Input Vector การคำนวณค่าเอาต์พุตสำหรับเครือข่ายใยประสาทที่มี M ชั้นจะเป็นดังสมการที่ (2)

$$a^{m+1} = f^{m+1}(W^{m+1}a^{m} + b^{m+1}) \qquad (2)$$

เมื่อ $m = 0,2,...,M-1$

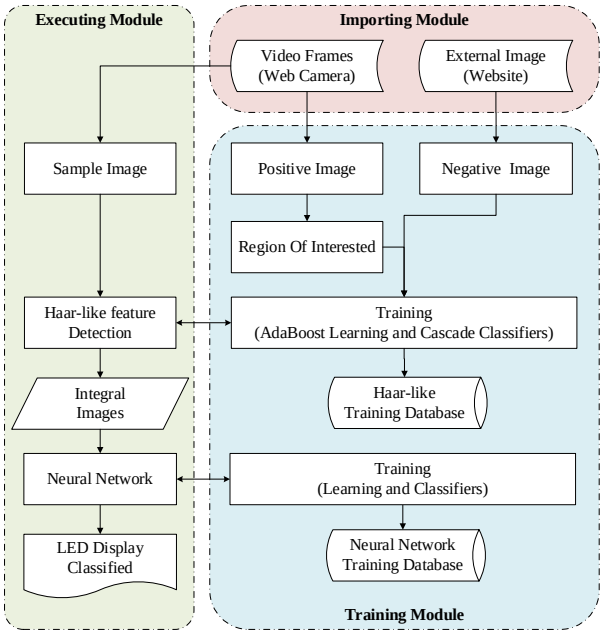
$a^0 = p$

$a = am$

และ f เป็น Transfer function

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ระบบที่นำเสนอนี้ได้พัฒนาด้วย Microsoft Visual C# .Net ร่วมกับ EmguCV [11] ซึ่งเป็น .Net Wrapper ของ OpenCV [12] โครงสร้างของระบบโดยรวมจะแบ่งออกสามส่วนดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม

3.1 ฐานข้อมูลภาพสำหรับการเรียนรู้

Positive Image คือ ภาพตัวอย่างเพื่อใช้สำหรับประมวลผลในกระบวนการเรียนรู้จำของระบบ ได้ภาพหนึ่งเฟรมต่อวินาทีจากกล้องวิดีโอ

Negative Image คือ ภาพอะไรก็ได้ที่ไม่ใช่ภาพตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

Sample Image คือ ภาพชิ้นงานที่ใช้ทดสอบระบบ ซึ่งจะได้ภาพจากกล้องวิดีโอเช่นเดียวกันกับ Positive Image



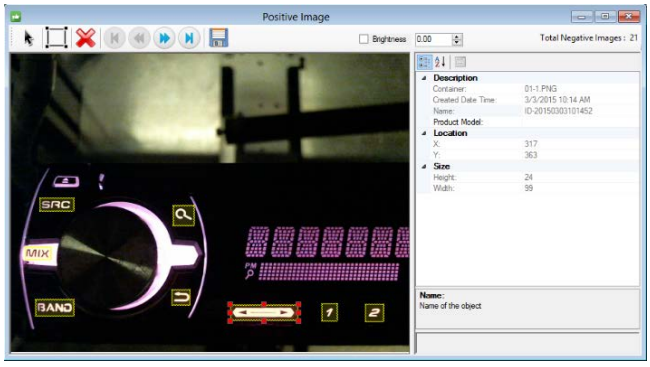
ภาพที่ 10: Positive Image



ภาพที่ 11: Negative Image

3.2 กำหนดจุดสนใจที่ต้องการตรวจสอบภาพ

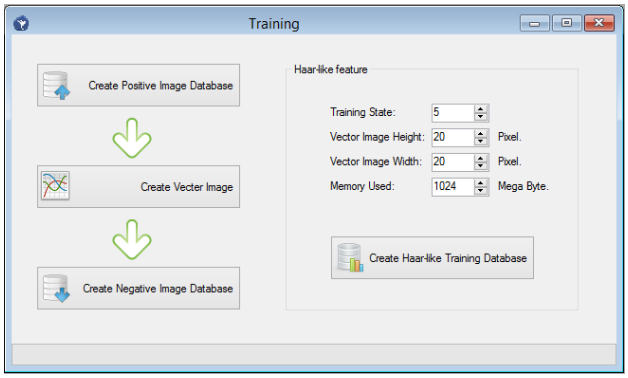
ระบบนี้มีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับกำหนดขนาดและระบุตำแหน่งบริเวณที่สนใจและต้องการให้ระบบเรียนรู้จำ ในการทดลองนี้ Positive Image ของจอภาพเครื่องเสียงรถยนต์แต่ละรุ่นจะถูกกำหนดจุดสนใจที่แตกต่างกัน 7 จุด โดยแต่ละจุดจะไม่ซ้ำกัน แล้วบันทึกไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นกระบวนการเรียนรู้จำของระบบจะทำการคัดลอกภาพภายในบริเวณที่ระบุไว้เพื่อนำไปใช้ประมวลผล



ภาพที่ 12: การกำหนดจุดสนใจด้วยโปรแกรมที่พัฒนา

3.3 ตรวจสอบภาพด้วยวิธี Haar-like feature detection

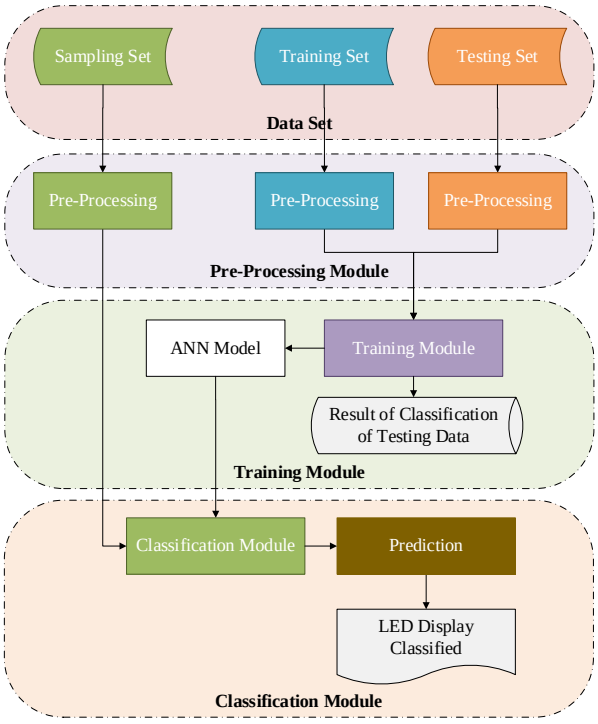
เมื่อกำหนดจุดสนใจตามขั้นตอนที่ 3.2 เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องสร้างฐานข้อมูล Positive Image เพื่อนำไปใช้สำหรับการสร้าง Vector Image ขนาด 20x20 พิกเซล ต่อจากนั้นจะเป็นขั้นตอนของการสร้างฐานข้อมูล Negative Image ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลการรู้จำโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13: หน้าจอโปรแกรมสำหรับ Haar-like feature detection

3.4 ตรวจสอบภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

การประมวลผลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14: ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

Data Set เป็นชุดข้อมูลภาพที่ต้องป้อนให้กับระบบ โดยชุดข้อมูล Sampling Set ได้จากการ Sample Image และชุดข้อมูล Training Set ได้จากภาพของบริเวณจุดที่สนใจ (ROI) ที่ได้กำหนดไว้บน Positive Image ก่อนกระบวนการตรวจสอบภาพด้วยวิธี Haar-like feature detection ส่วนชุดข้อมูล Testing Set นั้นจะใช้ภาพจาก Positive Image เท่านั้น

Pre-Production Module ก่อนการประมวลผลจะมีหน้าที่ในการแปลงข้อมูลเข้าของ Data Set ให้อยู่ในรูปแบบที่ถูกต้องตามโครงข่ายประสาทเทียม โดยแบ่งออกเป็นสามโมดูลย่อย ตัวอย่างเช่น ในการตรวจสอบภาพด้วย Sample Image สิ่งแรกจะต้องกำหนดจุดสนใจที่ได้กำหนดไว้ในฐานข้อมูลลงบนภาพและคัดลอกภาพบริเวณนั้นแล้วแปลงเป็นภาพอินทริกัลก่อนป้อนเข้าสู่ Input Unit ของโครงข่ายประสาทเทียม การป้อนข้อมูลการทำงานของโมดูลก่อนการประมวลผลจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการนำข้อมูลไปใช้งาน

Training Module มีหน้าที่ในการฝึกอบรมชุดข้อมูลจาก Training Set ที่ผ่านกระบวนการ Pre-Processing และสร้างรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้นจะทำหน้าที่คัดแยกจัดหมวดหมู่ Testing Set โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นพร้อมแสดงผล ถ้าการคัดแยกจัดหมวดหมู่เกิดข้อผิดพลาดที่สูงเกินไปก็จะทำการฝึกฝนอีกครั้งด้วยพารามิเตอร์และข้อมูลชุดใหม่ทำซ้ำขั้นตอนนี้จนถึงระดับความถูกต้องที่ต้องการ

Classification Module จะใช้รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้น โดยใช้โมดูลการฝึกอบรมในการจำแนกชุดข้อมูล Sampling Set ที่ผู้ใช้ป้อนเข้า



ภาพที่ 15: หน้าจอโปรแกรมสำหรับทดสอบภาพตัวอย่าง

การทดลองนี้ใช้ภาพของหน้าจอ LED เครื่องเสียงรถยนต์ทั้งหมด 6 รุ่น แต่ละรุ่นมีจุดตรวจสอบ 7 จุด แต่ละจุดใช้ภาพทั้งหมด 10 ภาพ ทำให้ได้ข้อมูลภาพสำหรับการสอนและทดสอบประมวลผลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ข้อมูลเกี่ยวกับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

รายการ	จำนวน	หน่วย
Training Set (6 x 7 x 10)	420	ภาพ
ลดขนาด Sample Image เพื่อฝึกฝน	20	Pixel
Sample Image เพื่อทดสอบระบบ	420	ภาพ
Input Unit (1 โหนด/ 1 ตัวอย่าง)	420	Nodes
Hidden Unit (20x20 pixels)	400	Nodes
Output Unit (1 โหนด/ 1 รุ่น)	6	Nodes

4. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบเพื่อตรวจสอบภาพโดยอิงเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับใช้วิธีการหาเวกเตอร์ภาพอินทริกัลจากเทคนิค Haar-like feature detection ได้ทำการทดสองด้วยการนำภาพตัวอย่างทั้งหมด 420 ภาพ จากหน้าจอแสดงผล LED ของเครื่องเสียงรถยนต์ทั้งหมด 6 รุ่น แต่ละรุ่นมีจุดสนใจแตกต่างกัน 7 จุด แต่ล่ะจุดจะตรวจสอบซ้ำ 10 ครั้ง รวมทั้งหมด 70 ภาพตัวอย่างต่อรุ่น ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการตรวจสอบหน้าจอ LED ของเครื่องเสียงรถยนต์

LED Display	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ตรวจสอบถูกต้อง	ตรวจสอบไม่ถูกต้อง	% ถูกต้อง
รุ่นที่ 1	70	68	2	97.14
รุ่นที่ 2	70	66	4	94.29
รุ่นที่ 3	70	69	1	98.57
รุ่นที่ 4	70	70	0	100.00
รุ่นที่ 5	70	65	5	92.86
รุ่นที่ 6	70	63	7	90.00

5. สรุป

การฝึกระบบให้รู้จำได้ดีนั้นจำเป็นต้องใช้ Positive Image และ Negative Image จำนวนมาก ผลของการฝึกสอนแต่ละรอบของภาพในอัตราการรู้จำเข้าใกล้ 0.05 เมื่อภาพหน้าจอ LED ของเครื่องเสียงรถยนต์นั้นมาทำการทดสอบสามารถระบุรุ่นและจุดที่ขนาดหายของภาพขนาดเล็กได้แม่นยำ และจนกว่าระบบจะจำภาพได้นั้นต้องฝึกสอนจนกว่าจำนวนรอบการเรียนรู้เข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ ในการทดสอบเมื่อเพิ่มขนาดของรูปแต่ใช้จำนวนของโหนดที่น้อยจะทำให้ต้องฝึกสอนหลายครั้งจนกว่าจะเริ่มจำได้ ดังนั้นการเลือกขนาดของภาพจะต้องเลือกจำนวนของโหนดให้เหมาะสมด้วยเช่นกัน โดยผู้พัฒนาจะนำข้อผิดพลาดจากผลของการทดลองที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบมีความแม่นยำในการจดจำภาพได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Lienhart and J. Maydt, “An Extended Set of Haar like Features for Rapid Object Detection”, *IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 900-903, 2002.

[2] B. Stanciulescu, A. Breheret, and Fabien Moutarde, "Introducing New AdaBoost Features for Real-Time Vehicle Detection", *COgnitive Systems with Interactive Sensors*, 2007.

[3] H. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, “Neural network-based face detection”, *IEEE Patt.Anal. Mach. Intell.*, Vol. 20, pp. 22–38, 1998.

[4] Yuezong W., Chenchen Z., Guodong M and Shujuan Y. (2013). The neural network method research of colour image used in micro stereo measuring. Information and Automation (ICIA), 2013 IEEE International Conference, On page: 756 – 761.

[5] P. Viola and M. J. Jones, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features”, *IEEE, Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 511-518, 2001.

[6] Haar wavelet. Wikipedia. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Haar_wavelet.

[7] Integral Image. Wikipedia. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Summed_area_table

[8] Viola Jones Framework. Wikipedia. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Viola-Jones_object_detection_framework

[9] ANN. Wikipedia. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_Neural_Network

[10] Dan W. Patterson, Artificial Neural Networks Theory and Application, Prentice Hall: New Jersey, 1996.

[11] Emgu CV. EMGUCV.COM, 2008. http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page.

[12] Gary B. and Adrian K., Learning OpenCV. USA: OReilly, 2008.

กรอบงานการประเมินความสามารถในการใช้งานสำหรับโปรแกรมประยุกต์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนอุปกรณ์พกพา
Usability Evaluation Framework for Android Applications on Mobile Devices

กฤษปภณ ฐิติชัยมงคล(Kritpapon Thitichaimongkhol)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา(Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]kritpapon.t@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ความสามารถด้านการใช้งานเป็นคุณสมบัติหลักอีกอย่างหนึ่งที่นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์พกพาควรพิจารณางานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอกรอบการประเมินความสามารถด้านการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีพื้นฐานจากวิธีการประเมินแบบฮิวริสติกซึ่งรายการประเมินมาจากหลักการออกแบบส่วนต่อประสานที่เคยมีการนำเสนอรวมถึงผู้วิจัยได้เพิ่มเติมรายการประเมินเพื่อให้มีความชัดเจนและสามารถทำการประเมินได้ง่ายขึ้น โดยรายการประเมินที่สร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและสามารถนำไปใช้ประเมินเพื่อหาข้อบกพร่องของการออกแบบโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้

คำสำคัญ: การประเมินความสามารถด้านการใช้งาน อุปกรณ์พกพา ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

Usability is a key attribute that mobile software developers have to take into account. In this paper, we propose a usability evaluation framework based on heuristic evaluation method for Android mobile applications. The evaluation checklist is compiled from recommendations from literature and we add a number of evaluation criteria to elaborate the checklist, making it clear and easier to use by Android developers. The checklist has been assessed by experts and used to identify design flaws in an Android application case study.

Keywords: Usability Evaluation, Mobile Devices, Android Operating System.

1. บทนำ

นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่าแอปฯ) จำเป็นต้องปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมให้มีคุณภาพที่ดี เพื่อให้สามารถแข่งขันกับนักพัฒนารายอื่นได้ นอกจากความต้องการด้านความสามารถในการทำงานแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่จะทำให้แอปฯ ถูกเลือกโดยผู้ใช้คือ ความสามารถในการใช้งาน (Usability) โดยแอปฯ ที่มีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่จะทำให้ผู้ใช้ยังคงใช้งานแอปฯ นั้นต่อไป แต่หากมีส่วนต่อประสานที่ไม่ดี อาจทำให้ผู้ใช้เลิกใช้งานแอปฯ นั้นได้ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าที่ผ่านมามีการนำเสนอหลักการสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้ง่าย เช่น Heuristic Evaluation [1], Eight Golden Rules of Interface Design [2] แต่ในหลักการเหล่านี้ยังไม่ได้คำนึงถึงข้อจำกัดของอุปกรณ์พกพา รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์กับระบบที่แตกต่างออกไป เช่น การใช้นิ้วมือสัมผัสโดยตรงแทนการคลิกด้วยเมาส์ การใช้นิ้วมือลากเป็นรูปแบบที่กำหนดเพื่อสั่งงาน (Gesture) การใช้เสียงในการสั่งงาน

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบงานในการประเมินความสามารถด้านการใช้งานของแอปฯ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยประเมินจากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่าพบปัญหาทางด้านการใช้งานหรือไม่ ด้วยวิธีการประเมินแบบฮิวริสติก (Heuristic Evaluation) โดยให้การประเมินทำได้ง่าย และมีหลักการประเมินชัดเจน

หัวข้อที่ 2 ของบทความจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงการสร้างกรอบงาน ตามด้วยผลที่ได้ในหัวข้อที่ 4 และบทสรุปในหัวข้อที่ 5

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประเมินแบบฮิวริสติก

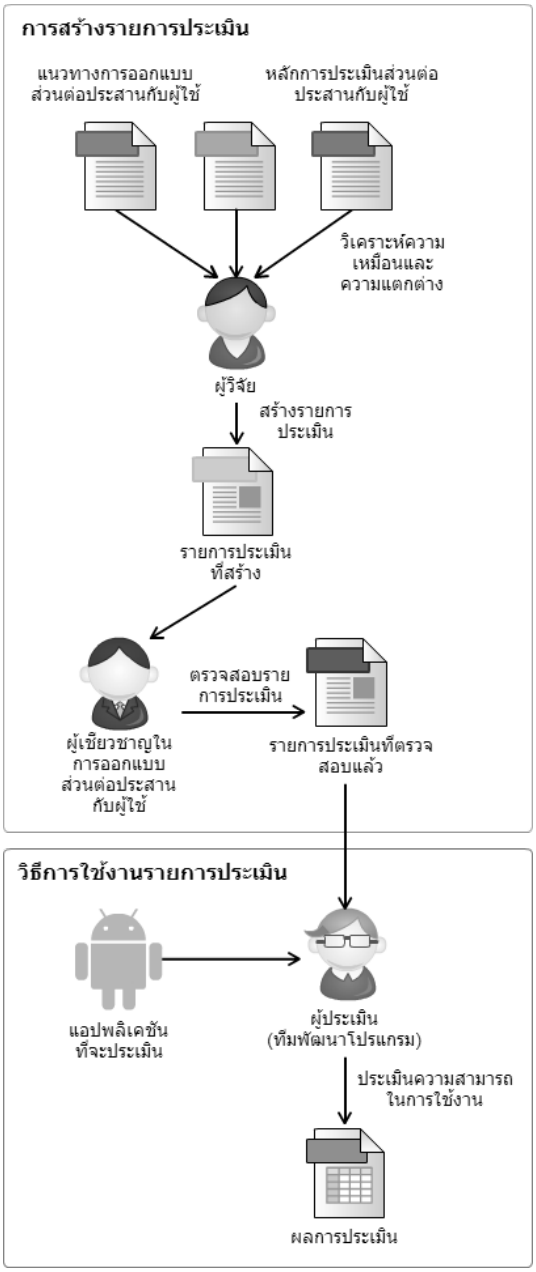
การประเมินแบบฮิวริสติก (Heuristic Evaluation) [1] เป็นหนึ่งในวิธีการตรวจสอบความสามารถด้านการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพื่อค้นหาปัญหาในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ที่ใช้ที่ออกแบบ โดยกำหนดให้มีผู้ประเมินจำนวนหนึ่งทำการตรวจสอบและตัดสินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จากประสบการณ์ของผู้ประเมินว่าได้ปฏิบัติตามหลักการด้านการใช้งานที่ได้รับการยอมรับหรือไม่ โดยอาศัยรายการประเมินเพื่อช่วยในการตรวจสอบ การประเมินสามารถทำโดยผู้เชี่ยวชาญแทนการใช้ผู้ใช้โดยตรง ซึ่งอาจจัดหามาทดสอบให้มากพอที่จะประเมินผลได้ยาก และมีค่าใช้จ่ายสูง [3] วิธีการประเมินนี้สามารถทำได้ตั้งแต่ในช่วงเริ่มแรกของกระบวนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ นอกจากนี้ผู้ประเมินสามารถถามคำถามแก่ผู้ที่สังเกตการณ์หรือทีมผู้พัฒนาระบบได้ จากนั้นทำการบันทึกผลการประเมินไว้ในแบบฟอร์มการประเมิน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่าง ๆ ที่เสนอหลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อใช้เป็นรายการประเมินความสามารถด้านการใช้งานมักใช้หลักการที่เคยมีการนำเสนอแล้วเป็นพื้นฐาน และเสนอหลักการที่เฉพาะเจาะจงเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น Inostroza และคณะ [4] เสนอรายการประเมินสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบหน้าจอสัมผัส Nayebi และคณะ [5] เสนอรายการประเมินสำหรับแอปฯ บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส ในขณะที่ Gómez และคณะ [6] นำเสนอรายการประเมินสำหรับอุปกรณ์พกพาโดยมีการจัดหมวดหมู่การประเมินใหม่ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีเสนอไว้ใน [7], [8] มาเป็นแนวทางในการกำหนดรายการประเมินแอปฯ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แต่เนื่องจากหลักการบางอย่างยังมีลักษณะกว้าง ๆ ยากต่อการทำความเข้าใจ และนำไปใช้งาน ผู้วิจัยจึงจะเสนอหลักการออกแบบเพิ่มเติมให้สามารถประเมินได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

3. วิธีการสร้างกรอบงานการประเมิน

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการศึกษาหลักการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีอยู่ เพื่อนำมาสร้างเป็นรายการเพื่อใช้ประเมินความสามารถด้านการใช้งานของแอปฯ และกำหนดวิธีใช้งานภายใต้กรอบงานการประเมินความสามารถด้านการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภาพรวมของวิธีการสร้างกรอบงานแสดงดังภาพที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: ภาพรวมของการสร้างกรอบงานประเมินความสามารถด้านการใช้งาน

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ผู้วิจัยทำการศึกษาหลักการในการประเมินความสามารถด้านการใช้งาน และหลักการออกแบบส่วนต่อประสานที่ควร

พิจารณาในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้แก่ Heuristic Evaluation [1], Eight Golden Rules of Interface Design [2], Android Design Principle [7], iOS Human Interface Guidelines [8], User Interface Anti-pattern [9] และ Dark Patterns [10] จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่าง เพื่อพิจารณาว่าหลักการแบบใดบ้างที่สามารถนำมาใช้งานได้ และแบบใดที่ควรปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปฯ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.2 สร้างรายการประเมินด้านความสามารถด้านการใช้งาน

ผู้วิจัยทำการสร้างรายการประเมินจากสิ่งที่ผู้วิจัยได้ศึกษา รวมทั้งจากประสบการณ์ของผู้วิจัยเอง โดยรายการประเมินจะถูกจัดหมวดหมู่ให้สอดคล้องกับที่มีการนำเสนอไว้ใน [6]

3.3 ตรวจสอบความเหมาะสมของรายการประเมินที่สร้าง

ผู้วิจัยทำการเชิญผู้มีประสบการณ์ในการออกแบบส่วนต่อประสานจำนวน 5 คน เพื่อพิจารณารายการประเมินของผู้วิจัยว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ และควรมีการปรับปรุงอย่างไร โดยบันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบฟอร์มพิจารณารายการประเมินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างแบบฟอร์มตรวจสอบรายการประเมินด้านความสามารถในการใช้งาน

ลำดับที่:	
รายการประเมิน:	
ผลการประเมิน:	❑ ไม่เห็นด้วย ❑ ค่อนข้างเห็นด้วย ❑ เห็นด้วยอย่างมาก
ความเห็นเพิ่มเติม:	

3.4 ปรับปรุงรายการประเมิน

ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบรายการประเมินที่ได้จากผู้ประเมินมาปรับปรุงรายการประเมิน เพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.5 กำหนดวิธีการใช้งานรายการประเมิน

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการใช้งานรายการประเมินความสามารถด้านการใช้งานของแอปฯ ดังต่อไปนี้

- ผู้ที่ใช้รายการประเมินคือทีมผู้พัฒนาแอปฯ เช่น ผู้ออกแบบส่วนต่อประสาน ผู้พัฒนาโปรแกรม เป็นต้น
- ผู้ใช้งานทดลองใช้งานแอปฯ ที่พัฒนาเสร็จแล้วหรือกำลังอยู่ในระหว่างกระบวนการพัฒนา โดยกำหนดให้มีการทดลองใช้ 2 ครั้ง ครั้งแรกเพื่อให้รับรู้ลำดับขั้นในการใช้งานและเข้าใจการทำงานในภาพรวมของแอปฯ ครั้งที่สองเพื่อให้ผู้ใช้งานได้เจาะจงไปยังองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนต่อประสานว่ามีความเหมาะสมแล้วหรือไม่ [1]
- ผู้ใช้งานนำรายการประเมินความสามารถในการใช้งานมาช่วยในการพิจารณาว่าแอปฯ มีการออกแบบส่วนต่อประสานตามแนวปฏิบัติหรือไม่ หากพบว่ามีการละเมิดรายการประเมินข้อใด ให้ทำการบันทึกหมายเลขอ้างอิงของรายการประเมินนั้นลงในแบบฟอร์มประเมินที่มีรูปแบบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างตารางบันทึกปัญหาความสามารถด้านการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์

#	หมายเลขอ้างอิง	ฟังก์ชันที่พบปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	ความรุนแรง	แนวทางการแก้ไข
1					
2					

การระบุระดับความรุนแรงของข้อผิดพลาดที่พบ ให้ระบุเป็นตัวเลขระหว่าง 0-4 ซึ่งมีความหมายดังนี้ [1]

0: ไม่ถือว่าเป็นปัญหาด้านการใช้งาน
1: เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับความสวยงามของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
2: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำงานของผู้ใช้ช้าลงเล็กน้อย
3: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำงานของผู้ใช้ช้าลงอย่างมาก หรือทำงานที่ต้องการไม่สำเร็จในบางครั้ง
4: เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถทำงานที่ต้องการสำเร็จได้

4. ผลการดำเนินงาน

กรอบงานการประเมินที่สร้างขึ้นประกอบด้วยรายการประเมินที่วิเคราะห์มาจาก [1-2], [7-14] ซึ่งในขั้นต้นมีจำนวน

167 รายการ เป็นรายการที่มีผู้เสนอไว้แล้วจำนวน 127 รายการ และที่ผู้วิจัยวิเคราะห์เพิ่มเติมจำนวน 40 รายการ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้เชิญผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปฯ บนแอนดรอยด์จำนวน 5 คน โดยเป็นผู้มีประสบการณ์ 3 ปีขึ้นไปจำนวน 3 คน และน้อยกว่า 3 ปี จำนวน 2 คน มาตรวจสอบความเหมาะสมของรายการประเมินโดยระบุความเห็นลงในแบบฟอร์มดังตารางที่ 1 ข้างต้น

หลังจากผู้วิจัยได้รับผลการตรวจสอบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ เริ่มต้นจากกำหนดคะแนนให้กับผลการประเมิน โดยกำหนดให้ “เห็นด้วยอย่างมาก”, “ค่อนข้างเห็นด้วย” และ “ไม่เห็นด้วย” มีคะแนนเป็น 3, 2 และ 1 คะแนน ตามลำดับ จากนั้นนับคะแนนรวมของรายการประเมินแต่ละข้อจากผู้ตรวจสอบและนำมาหาค่าเฉลี่ย หากค่าเฉลี่ยของข้อใดที่ต่ำกว่า 1.5 คะแนน ผู้วิจัยจะนำรายการประเมินข้อนั้นออกจากรายการประเมิน และหากค่าเฉลี่ยของข้อใดที่สูงกว่า 1.5 คะแนน ผู้วิจัยจะคงรายการข้อนั้นไว้ดังเดิม ในส่วนของความเห็นที่ได้รับผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาเพื่อปรับปรุงหลักการให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ผลลัพธ์จากการตรวจสอบทำให้จำนวนรายการลดลงเหลือ 165 รายการ (เป็นของผู้ที่เสนอไว้แล้ว 126 รายการ และของผู้วิจัย 39 รายการ) โดยตัวอย่างรายการประเมินที่ผู้วิจัยนำเสนอในเอกสารฉบับนี้ มี 44 รายการ โดยเป็นรายการที่ผู้วิจัยเสนอเพิ่มเติม 22 รายการ (คือรายการที่ไม่มีหมายเลขรายการอ้างอิงกำกับ) ดังนี้

1. Visibility of system status

System status feedback:

(1) Does every display begin with a title or a header that describes screen contents? [14]

(2) Is there some form of system feedback for every operator action? [14]

(3) If the user is scrolling to the boundary of an element (e.g., listview), is there some visual cue?

(4) Does the system provide informative progress disclosure when performing and action that the user needs to wait (percentage of completion or time to wait to complete the task)?

Location information:

(5) Have the controls that are related to a task been grouped together? [14]

(6) Are operating system’s status bars mostly (or always) visible, except for multimedia content?

(7) Are operating system’s buttons (e.g., back button, home button) mostly (or always) visible, except for multimedia content?

Response time:

(8) Is response time appropriate for the users’ cognitive processing? [14]

(9) Is response time appropriate for the task? [14]

(10) If there are observable delays (greater than five seconds) in the system’s response time, is the user kept informed of the system progress?

2. Match between system and real world

Metaphors/mental models:

(11) Are metaphors (e.g., icons that match actions) used? [14]

(12) Do the selected colors correspond to common expectations about color codes (e.g., use red to indicate danger, green to indicate safety)? [14]

Simplicity:

(13) For question and answer interface, are questions stated in clear, simple language? [14]

(14) Is terminology consistent with the user’s task domain?

3. User control and freedom

(15) Can the user cancel the operations in progress? [14]

(16) Do screens move forward and backward step by step sequentially?

(17) Does the system use transitions to show relationships among screens?

(18) Can operating system’s buttons (e.g., back button, home button) be used without blocking by the system?

4. Consistency and standards

Design consistency:

(19) Have industry or company standards been established for element design, and are they applied consistently on all element screens in the system? [14]

(20) Is there consistent typography across the system?

(21) Is there consistent design on physical size (font size, element size) across the screen size, and screen density?

Naming convention consistency:

(22) Are user actions named consistently across all prompts in the system? [14]

5. Error prevention

(23) Do fields in data entry screens and dialog boxes contain default values when appropriate? [14]

(24) Do objects on the screen have the size that is easy to touch (about 1 x 1 centimeter or 48 x 48 density-independent pixels)? [1]

(25) Are touchable objects (e.g., buttons) in the screen not placed too close?

(26) Are data input types appropriate for information types (e.g., use number input type for numeric information)?

6. Recognition rather than recall

Memory load reduction:

(27) Are required data entry fields clearly marked?

(28) Does the system provide an example input for format-specific or complex information?

7. Flexibility and efficiency of use

(29) Have splash screens that do nothing (no background task, only show the image or video) been avoided?

(30) Are the most frequently used menus in the most accessible positions? [14]

(31) Does the system support both orientations (horizontal and vertical)?

(32) In a data entry form, can the user move from one textbox to another textbox by pressing next on software-keyboard?

8. Aesthetic and minimalist design

(33) Are field labels brief, familiar, and descriptive? [14]

(34) Does the system use too many typefaces? (Typefaces can be used to emphasize the content but many typefaces may make users confused.)

9. Help user recognize, diagnose, and recover from errors

(35) Are prompts brief and unambiguous? [14]

(36) Do error messages worded so that the system, not the users, takes the blame? [14, 6]

(37) Do error messages suggest the cause of problem? [14]

10. Help and documentation

(38) Do the instructions follow the sequence of user actions? [14]

(39) Is the information accurate, complete, and understandable? [14]

(40) When users start using the system for the first time, does the system provide instructions (or tips)?

11. Pleasurable and respectful interaction with user

(41) Does the system use soft tones for regular positive feedback, and harsh for rare critical conditions? [14]

(42) Do the typefaces used in the system suitable for reading? (Not contain homoglyphs, e.g., 1, I, and L; Zero and O)

12. Privacy

(43) Can the system be protected or confidential areas be accessed with certain passwords? [14]

(44) Can users clear information that has been input (e.g., search history)?

เมื่อได้รายการที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยนำหน้าจอลงทะเบียนของแอปฯ หนึ่งที่อยู่ในระหว่างการพัฒนามาเป็นตัวอย่างในการประเมิน ดังภาพที่ 2 โดยที่ภาพทางด้านซ้ายคือหน้าจอลงทะเบียนที่ออกแบบไว้เริ่มแรก และภาพทางด้านขวาคือ

หน้าจอลงทะเบียนที่ได้แก้ไขหลังจากพบปัญหาด้านการใช้งานจากการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้



ภาพที่ 2: ตัวอย่างหน้าจอลงทะเบียน (ซ้าย) หน้าจอที่ออกแบบไว้เริ่มแรก (ขวา) หน้าจอที่แก้ไขหลังจากพบปัญหาด้านการใช้งาน

จากส่วนต่อประสานที่ผู้วิจัยนำมาทดลองทำการประเมินสามารถสรุปความแตกต่างของส่วนต่อประสานได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตารางเปรียบเทียบลักษณะของส่วนต่อประสานของหน้าจอลงทะเบียน

ลักษณะที่ 1: Visibility of system status: Location information	
ก่อนการประเมิน	มีการซ่อนแถบสถานะของระบบ ซึ่งละเมิดรายการประเมินข้อ (6) ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่แสดงบนแถบสถานะของระบบได้
หลังการประเมินและแก้ไข	ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแถบสถานะของระบบได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่ต้องออกจากแอปฯ เพื่อเข้าถึงข้อมูลที่แสดงบนแถบสถานะของระบบ

ลักษณะที่ 2: Error prevention	
ก่อนการประเมิน	ไม่มีการกำหนดรูปแบบของการป้อนข้อมูลให้กับ Textbox ซึ่งละเมิดรายการประเมินข้อ (26) ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนอักขระอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวเลขลงในฟิลด์ข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์ได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการนำข้อมูลที่ป้อนไปใช้งาน
หลังการประเมินและแก้ไข	มีการกำหนดรูปแบบการป้อนข้อมูลให้เป็นหมายเลขโทรศัพท์ ตามฟิลด์หมายเลขโทรศัพท์ ทำให้การป้อนข้อมูลทำได้สะดวกขึ้นเนื่องจากมีเฉพาะอักขระที่เกี่ยวข้องกับหมายเลขโทรศัพท์เท่านั้นที่แสดงอยู่บน Software-Keyboard และลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลผิดรูปแบบด้วย

ลักษณะที่ 3: Flexibility and efficiency of use	
ก่อนการประเมิน	ไม่มีการสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งไปยังฟิลด์อื่น ๆ ซึ่งละเมิดรายการประเมินในข้อ (32) ทำให้ผู้ใช้จะต้องหยุดการป้อนข้อมูล แล้วแตะที่ฟิลด์ข้อมูลอื่นเพื่อเปลี่ยนตัวชี้ตำแหน่งไปยังฟิลด์นั้น
หลังการประเมินและแก้ไข	มีการสนับสนุนการเปลี่ยนตัวชี้ตำแหน่งด้วย Software-Keyboard ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องหยุดการป้อนข้อมูล เพื่อเปลี่ยนตัวชี้ตำแหน่งไปยังฟิลด์ข้อมูลอื่น

5. บทสรุปและแนวทางวิจัยในอนาคต

ผู้วิจัยได้นำเสนอกรอบงานในการประเมินความสามารถด้านการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนอุปกรณ์พกพา ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมินความสามารถด้านการใช้งานจากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีอยู่จำนวน 126 รายการ รวมกับรายการที่ผู้วิจัยนำเสนอจากประสบการณ์ของผู้วิจัยอีก 39 รายการ พร้อมทั้งวิธีการใช้รายการประเมิน เพื่อหาจุดบกพร่องของการออกแบบ

สิ่งที่ต้องดำเนินการต่อคือนำรายการประเมินที่ผู้วิจัยนำเสนอไปทดลองประเมินแอปฯ ที่วางขายอยู่บนร้านค้าฯ เพื่อเปรียบเทียบกับหลักการที่มีอยู่ เช่น Heuristic Evaluation [1] เป็นต้น ในด้านประสิทธิภาพในการตรวจหาปัญหาด้านความสามารถในการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถทำการต่อยอดรายการประเมินความสามารถด้านการใช้งาน โดยอาจพิจารณาเรื่องโดเมนของแอปฯ ที่มีอยู่หลากหลาย เช่น แผนที่และการนำทาง, ความบันเทิง เป็นต้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการหาตรวจหาปัญหาด้านความสามารถในการใช้งานที่เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Nielsen, *Usability Engineering*, Academic Press: San Diego, 1994.

[2] B. Shneiderman, C. Plaisant, M. Cohen, and S. Jacob, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 5th edition, Prentice Hall, 2009.

[3] J. Nielsen, "Usability inspection method," *The ACM Conf. Human Factors in Computing Systems (CHI' 94)*, pp. 413-414, 1994.

[4] R. Inostroza, C. Rusu, S. Roncagliolo, C. Jiménez, and V. Rusu, "Usability heuristics for touchscreen-based mobile devices," *Ninth Int. Conf. Information Technology – New Generations*, pp. 662-667, 2012.

[5] F. Nayebi, J.-M. Desharnais, and A. Abran, "An expert-based framework for evaluating iOS application usability", *2013 Joint Conf. of 23rd Int. Workshop Software Measurement (IWSM) and 8th Int. Conf. Software Process and Product Measurement (Mensura)*, pp. 147-155, 2013.

[6] R. Y. Gómez, D. C. Caballero, and J-L. Sevillano, "Heuristic evaluation on mobile interfaces: A new checklist," *The Scientific World Journal*, vol. 2014, 19 pp., 2014.

[7] Google Inc, *Android Design Principles*. Available: https://developer.android.com/design/get-started/principles.html.

[8] Apple Inc, *iOS Human Interface Guidelines: Design Principles*. Available: https://developer.apple.com/library/ios/documentation/userexperience/conceptual/mobilehig/principles.html.

[9] J. Nielsen, *Top 10 Application-Design Mistakes*, 19 February 2008. Available: http://www.nngroup.com/articles/top-10-application-design-mistakes.

[10] darkpatterns.org, *Dark Patterns*, Available: http://darkpatterns.org.

[11] R. Budiu and J. Nielsen, *Usability of iPad Apps and Websites*, 2nd Edition, Nielsen Norman Group, 2011.

[12] R. Budiu and J. Nielsen, *Usability of Mobile Websites: 85 Design Guidelines for Improving Access to Web-Based Content and Services through Mobile Devices*, Nielsen Norman Group, 2008.

[13] R. Budiu and J. Nielsen, *Mobile Usability*, New Riders, 2013.

[14] D. Pierotti, *Heuristic Evaluation – System Checklist*, Tech. Rep., Xerox Corporation, Society for Technical Communication, 1998.

การควบคุมการทำงานของสมาร์ทโฟนด้วยเทคนิคการตรวจจับดวงตา บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับผู้พิการทางแขน
Detection of Eye Movement for Controlling Smart Device on Android OS for Impaired Arm

วริสรา สุรนันท์(Warissara Suranun)[1] และมหศักดิ์ เกตุฉ่ำ(Mahasak Ketcham)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]warissara13@gmail.com, [2]mahasak.k@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาอัลกอลิทึมในการควบคุมเคอร์เซอร์บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ด้วยเทคนิคการตรวจจับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของดวงตาเพื่อช่วยเหลือผู้พิการหรือผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการขยับแขน มือ และนิ้วมือ โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล ได้แก่ ตัวจำแนกของฮาร์ และ การหาบริเวณที่สนใจ ร่วมกับไลบรารี OpenCV มาช่วยในการคำนวณหาตำแหน่งและตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตา ในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจำลองเม้าด้วยอุปกรณ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่าการทำงานของโปรแกรมนั้นสามารถทำงานตรวจจับส่วนที่เป็นใบหน้าและค้นหาตำแหน่งที่เป็นดวงตาได้ถูกต้อง แม่นยำ นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมเคอร์เซอร์ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยในการทดสอบครั้งนี้มีความถูกต้องของระบบอยู่ที่ร้อยละ 78 ถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ

คำสำคัญ: ผู้พิการ การตรวจจับดวงตา การติดตามดวงตา ตัวจำแนกของฮาร์ การหาบริเวณที่สนใจ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

This paper focuses on developing algorithm to control cursor on smartphone or tablet by Detection of Eye Movements technique for help disabled or impaired arm's people. The researcher used image processing theory that Haar-like feature, Region of interest (ROI) and OpenCV library to calculate the position and motion of eyes to control direction of cursor. The researcher simulating cursor with microcontroller. The result is showed that system can detect face and eye precisely. The accuracy of this test is 78%.

Keywords: Disabled, Eye Detection, Eye Tracking, Haar-like Feature,Region of Interest (ROI), Android Operating System.

1. บทนำ

ในปัจจุบันนั้นโทรศัพท์มือถือได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้หลากหลายเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นข้อมูล การติดต่อสื่อสาร รวมไปถึงการทำธุรกรรมต่างๆ อีกทั้งยังมีขนาดเล็กและสามารถพกพาได้สะดวก หรือที่เรารู้จักดีในชื่อสมาร์ทโฟน แต่เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ได้ถูกออกแบบมาให้ควบคุมการทำงานด้วยมือและนิ้วมือเป็นหลักซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งกับ ผู้ที่มีความผิดปกติทางร่างกาย ผู้พิการหรือเป็นอัมพาตที่ไม่สามารถขยับแขน มือ หรือนิ้วมือ ผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวคิดในการช่วยเหลือบุคคลเหล่านี้ ให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้เช่นเดียวกับคนปกติ โดยจะใช้ การตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตาทดแทนการใช้มือ หรือนิ้วมือ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีเทคนิคที่ใช้ในการคำนวนตำแหน่งใบหน้าและดวงตามากมายอย่างเช่น Gradient Boosting (GB) ในการตรวจสอบคุณลักษณะของการกระพริบตา[1], Gabor filter[2], SQI [3] , วิธีการวิเคราะห์สัญญาณ EOG (Electrooculography) เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิด โทรทัศน์ ในระยะไกล [4] เป็นต้น กระบวนการเหล่านี้สามารถประมวลผลได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อนำมาพัฒนาเพื่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จริงยังไม่เป็นที่นิยมนักเนื่องด้วยความ

ซับซ้อนของเทคนิคที่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาและพัฒนาเป็นเวลานาน ต่อมาได้มีผู้พัฒนาอัลกอลิทึ่มในการประมวลผลภาพที่สามารถทำงานร่วมกับกล้องเว็บแคม หรือกล้องดิจิทัลได้อย่าง OpenCV [5] ซึ่งช่วยประหยัดเวลาและต้นทุนในการพัฒนา ซึ่งสามารถนำ ไปประยุกต์ใช้งานได้หลายด้านเช่น การประมวลผลเกี่ยวภาพและสัญญาณ(Image and Signal Processing), การตรวจสอบลักษณะวัตถุจากภาพหรือวิดีโอ(Object Identification), การจดจำใบหน้า(Face Recognition), ม่านตา(iris Recognition), ตรวจสอบขอบหรือด้านของวัตถุ(Edge Detection), ตรวจสอบความเคลื่อนไหว (Motion Detection) เป็นต้น มีงานวิจัยที่ได้นำไลบรารีของ OpenCV มาใช้โดยพัฒนาโปรแกรมบนกล้อง smart camera ด้วยภาษา C ในการควบคุมระบบต่างๆของโปรแกรมรักษาความปลอดภัยภายในบ้านสำหรับผู้ป่วยด้วยดวงตา [6] พบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ 95.44% และในงานวิจัยเรื่อง “การบอกตำแหน่งของตัวชี้โดยใช้เวกเตอร์การเคลื่อนไหวของตา” [7] ได้มีการพัฒนาโปรแกรมในการควบคุมเคอร์เซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดว์ โดยใช้เครื่องมือของ OpenCV ในการตรวจจับทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงตา จากการทดสอบ พบว่าโปรแกรมสามารถควบคุมเมาส์ผ่านกล้องเว็บแคมได้ ใกล้เคียงกับการใช้เม้าส์จริง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจำลองระบบในการควบคุมเคอร์เซอร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยเนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต เพื่อให้ผู้ป่วยหรือผู้พิการสามารถพกพาไปใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็กกว่าคอมพิวเตอร์ โดยจะเน้นการประยุกต์ใช้อัลกอลิทึ่มที่มีอยู่อย่าง OpenCV ร่วมกับตัวจำแนกของฮาร์ และ Region of interest (ROI) ซึ่งเป็นเทคนิคที่จะโฟกัสเฉพาะจุดที่เราสนใจจากนั้นจึงทำการค้นหาลักษณะพิเศษบนใบหน้า เพื่อค้นหาตำแหน่งและติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา รวมทั้งพัฒนาร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถตอบรับคำสั่งของผู้ใช้ตามการเคลื่อนไหวของดวงตาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล

การแปลงข้อมูลจากสัญญาณแอนะล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อใช้ในการประมวลผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ และ การแสดงภาพดิจิทัลในคอมพิวเตอร์นั้นใช้ระบบพิกัดเชิงพื้นที่ บนระนาบ 2 มิติ โดยใช้แกน X และแกน Y บ่งบอกถึงความกว้างและความยาวของภาพ ส่วนจุดใดๆ ที่อยู่บนระนาบ XY จะเรียกแทนพิกัดนั้นๆ ว่าจุดภาพ (pixel)

2.2 ตัวจำแนกของฮาร์

ลักษณะบ่งชี้ที่นำไปใช้จำแนกและตรวจจับวัตถุภายในภาพ โดยจะสร้างพื้นที่รูปเหลี่ยม (Rectangle regions) ที่แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ โดยลักษณะการทำงานคือพื้นที่รูปเหลี่ยมจะเคลื่อนที่ไปบริเวณส่วนต่างๆ ของภาพ เพื่อคำนวณหาค่าที่อยู่ในกรอบบริเวณนั้นออกมาและนำค่าลักษณะบ่งชี้นั้นไปใช้คำนวณเพื่อหาคุณลักษณะที่จะบ่งชี้ว่าเป็นดวงตา

2.3 การหาบริเวณที่สนใจ (Region of interest)

อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้โดยการตีกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจ ด้วยวงกลม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล หรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยไม่มีผลกระทบกับส่วนอื่นๆ

2.4 OpenCV (Open source Computer Vision)

ไลบารี่สำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ สามารถประมวลผลภาพดิจิทัล ได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว มีฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์สำหรับจัดการข้อมูลและประมวลผลภาพพื้นฐานในการตรวจจับลักษณะเด่นบนใบหน้า โดยในงานวิจัยจะใช้ไลบารี่ทั้งหมด 3 ประเภทดังนี้

CV : ใช้ประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ จะทำงานกับจุดภาพที่เป็นอาร์เรย์สองมิติ เช่น การหาขอบหรือมุม การทำฮิสโทแกรม

CXCORE : ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาด อาร์เรย์ หน่วยความจำ คำสั่งในการวาดภาพ การประกาศตัวแปรภาพ

HighGUI : ใช้ในการดึงภาพ, บันทึกภาพ, ติดต่อกับกล้อง , การสร้างหน้าต่างเพื่อแสดงภาพ รวมไปถึงการ ตรวจสอบเมาส์

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

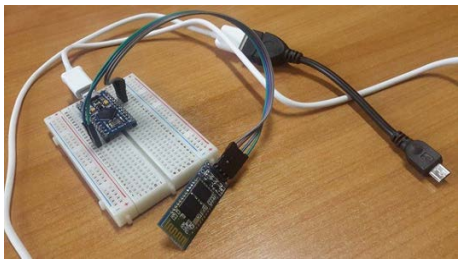
เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ตเข้าไว้ด้วยกันมีส่วนประกอบดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู
- หน่วยความจำ
- ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

- เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต แบ่งเป็นบัสข้อมูล, บัสแอดเดรส และบัสควบคุม

- วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้สำหรับประมวลผล ถ้าหากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจะส่งผลให้ความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

โดยงานวิจัยนี้จะนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้จำลองเม้าส์เพื่อควบคุมการทำงานของเคอร์เซอร์ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แสดงอุปกรณ์จำลองเคอร์เซอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

2.6 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาเพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System) มีโครงสร้างการทำงานดังนี้

1) Application Framework เป็นส่วนที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม โดยจะมีชุดคำสั่งพื้นฐานสำหรับเรียกใช้งาน

2) Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งเพิ่มเติม โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งในส่วนนี้เราจะนำ Open CV มาประยุกต์ใช้โดยแปลงเป็นภาษาจาวาเพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาต่อบนแอนดรอย

3) Android Runtime จะมี Dalvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ, หน่วยประมวลผลกลาง และพลังงานที่จำกัด จะเป็นส่วนที่รวบรวมชุดคำสั่งสำคัญที่เขียนด้วยภาษาจาวา

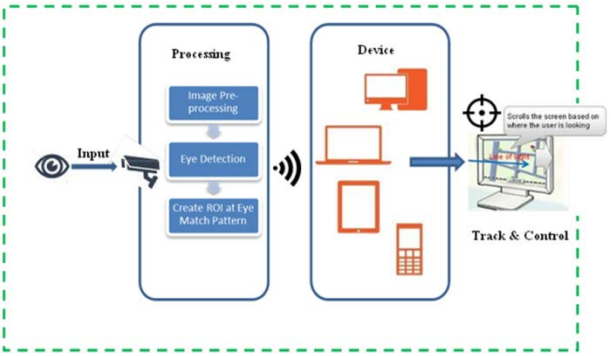
4) Hardware Abstraction Layer เป็นส่วนที่เชื่อมระบบปฏิบัติการเข้ากับฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก ทำให้สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆได้

5) Linux Kernel เป็นส่วนในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน รวมทั้งการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 กรอบการทำงานของระบบ

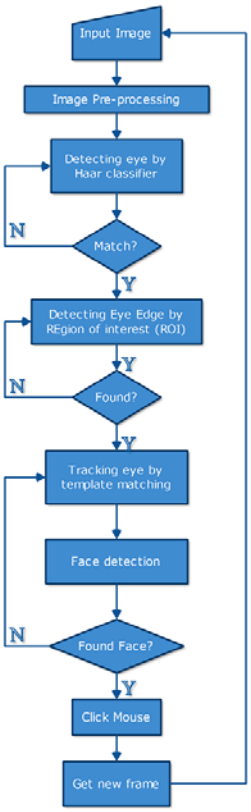
ระบบจะรับภาพดวงตาจากกล้องและเข้าสู่กระบวนการประมวลผลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิตอลร่วมกับอัลกอลิทึ่มเพื่อคำนวณตำแหน่งของดวงตาออกมา จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อประมวลผลคำสั่งในการควบคุมเคอร์เซอร์ เช่น เคลื่อนที่ไปทางซ้าย ขวา บน ล่าง และการคลิก ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงตาสุดท้ายจะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตเพื่อควบคุมการทำงานดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงกรอบการทำงานของระบบ

3.2 กระบวนการตรวจจับดวงตาและควบคุมการเคลื่อนที่

กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตาในการควบคุมเคอร์เซอร์มีขั้นตอนดังนี้ (แสดงในภาพที่ 3)



ภาพที่ 3: แสดงกระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตา

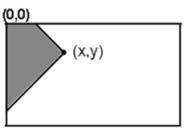
1) รับอินพุตจากกล้อง

2) เข้าสู่กระบวนการแปลงภาพให้เป็นภาพสีเทา (Gray-scale) คำนวณได้จากสมการดังนี้ (1)

$$Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad .....(1)$$

โดยที่ Gray เป็นค่าความเข้มของสีเทา, R เป็นความเข้มสีแดง, G เป็นความเข้มสีเขียว, B เป็นความเข้มสีน้ำเงิน

3) ค้นหาตำแหน่งดวงตาโดยใช้ตัวจำแนกของฮาร์: คำนวนหาผลรวม ณ ตำแหน่งพิกเซล(X,Y)ที่มีสีเทาภายในสี่เหลี่ยมแต่ละพิกเซล ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แสดงตำแหน่งพิกเซล

โดยคำนวนจากสมการ (2)

$$AR[x,y] = \sum_{x' \le x, x' \le x - |y - y'|} A(x', y') \quad .....(2)$$

เมื่อ A[x,y] คือภาพต้นฉบับ และ AR[x,y] คือภาพที่เป็นคุณลักษณะที่สนใจ

4) ระบุตำแหน่งของลูกตาดำโดยใช้เทคนิคROI: สร้างวงกลมล้อมรอบ ณ ตำแหน่งที่เป็นลูกตาดำดังภาพที่ 5

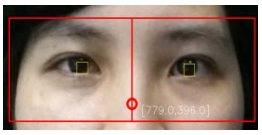


ภาพที่ 5: ตัวอย่างการระบุตำแหน่งของลูกตาดำ โดยใช้ตัวจำแนกของฮาร์และ ROI

5) ติดตามการเคลื่อนที่ของดวงตาด้วยวิธีเทียบแผ่นแบบ : เป็นขั้นตอนติดตามการเคลื่อนที่ของดวงตาเพื่อควบคุมการทำงานของเคอร์เซอร์ โดยจะส่งข้อมูลไปประมวลคำสั่งที่อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถคำนวณหาพิกัดเริ่มต้นI สำหรับการเคลื่อนที่ได้จากสมการ (3)

$$(x_c, y_c) = (\frac{x_r + x_l}{2}), (\frac{y_r + y_l}{2}) \quad .....(3)$$

โดยที่ (x_c, y_c) เป็นพิกัดกึ่งกลางระหว่างดวงตาสองข้าง, (x_r, y_r) เป็นพิกัดดวงตาข้างขวา และ (x_l, y_l) เป็นพิกัดดวงตาข้างซ้าย ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: แสดงพิกัดเริ่มต้นที่ใช้อ้างอิงในการเคลื่อนที่

เมื่อได้พิกัดเริ่มต้นแล้ว เมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนตำแหน่งของจุดนี้ไปยังที่ใดๆก็จะเกิดระยะห่างซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ โดยคำนวนระยะห่างได้จากจากสมการ (4)

$$Distance = \sqrt{(x_c - x_c')^2 + (y_c - y_c')^2} \quad .....(4)$$

โดยที่ x_c, y_c แทนพิกัดเดิม x_c', y_c' แทนพิกัดใหม่ จากนั้นคำนวนหาพิกัดใหม่ที่เคอร์เซอร์เคลื่อนที่ไป จากสมการ (5)(6)(7)

$$\theta = \arctan(\frac{y_c - y_c'}{x_c - x_c'}) \quad .....(5)$$

$$x_{c\_update} = x_c + \frac{distance}{3}\cos\theta \quad .....(6)$$

$$y_{c\_update} = y_c + \frac{distance}{3}\sin\theta \quad .....(7)$$

โดยที่ $x_{c\_update}, y_{c\_update}$ จะเป็นพิกัดของเคอร์เซอร์

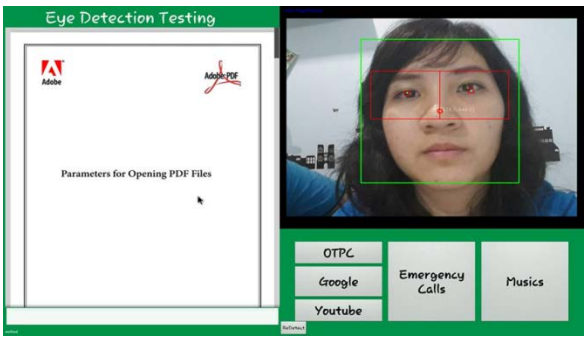
6) ตรวจจับใบหน้าเพื่อประมวลผลคำสั่งคลิก : ตรวจสอบว่าภาพที่รับมาในขณะนั้นมีตำแหน่งที่เป็นใบหน้าหรือไม่ โดยใช้ไลบรารี CascadeClassifier ของ OpenCV ในการตรวจจับ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบฮิสโตรแกรมจากตำแหน่งของดวงตาซ้ายและขวาของภาพ หากสามารถตรวจจับได้จะทำการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบส่วนที่เป็นใบหน้า แต่หากไม่สามารถตรวจจับใบหน้าในระยะเวลาที่กำหนด ระบบจะส่งคำสั่งเพื่อคลิก 1 ครั้ง

7) ระบบสั่งเคอร์เซอร์คลิก

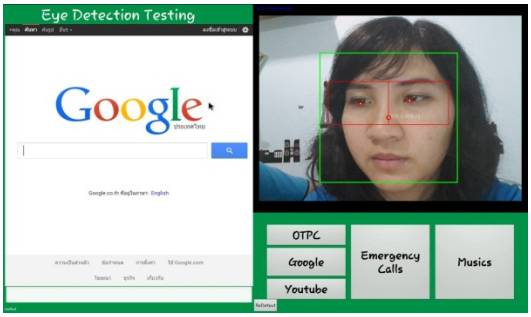
8) รับเฟรมภาพถัดไป

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

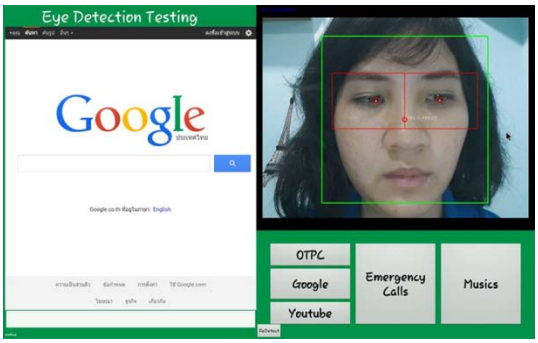
แอพพลิเคชั่นสำหรับทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นหน้าจอสำหรับแสดงผลการตรวจจับใบหน้าและดวงตา โดยด้านล่างของหน้าจอประกอบด้วยเมนูเว็บไซต์ต่างๆให้ทดลองใช้งาน และอีกส่วนจะเป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลของเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานเลือก ซึ่งผู้พัฒนาได้ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบจำนวนทั้งหมดอย่างละ 100 ครั้ง ได้ผลออกมาดังภาพที่ 7-12



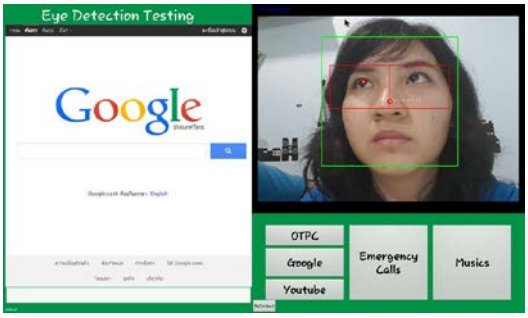
ภาพที่ 7: ทดสอบตรวจจับใบหน้าและตำแหน่งดวงตา



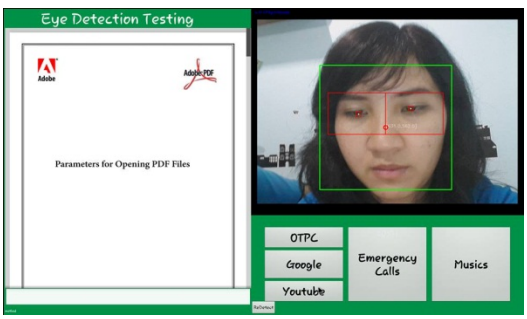
ภาพที่ 8: ทดสอบการควบคุมเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย



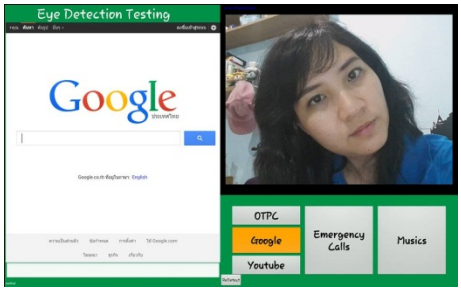
ภาพที่ 9: ทดสอบการควบคุมเคอร์เซอร์ไปทางขวา



ภาพที่ 10: ทดสอบการควบคุมเคอร์เซอร์ไปด้านบน



ภาพที่ 11: ทดสอบการควบคุมเคอร์เซอร์ไปด้านล่าง



ภาพที่ 12: ทดสอบการคลิก

โดยผู้วิจัยได้แยกการทดสอบเป็นการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับดวงตาและประสิทธิภาพในการควบคุมเคอร์เซอร์ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 1 – 2

ตารางที่ 1: ผลทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับดวงตา

	การตรวจจับดวงตา					ค่าเฉลี่ย
	กลาง	บน	ล่าง	ซ้าย	ขวา	
ค่าความถูกต้อง	0.96	0.87	0.89	0.96	0.95	0.93

ตารางที่ 2: ผลทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมเคอร์เซอร์

	การควบคุมเคอร์เซอร์					ค่าเฉลี่ย
	บน	ล่าง	ซ้าย	ขวา	คลิก	
ค่าความถูกต้อง	0.73	0.76	0.69	0.75	0.98	0.78

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้ได้นำทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอลอันได้แก่ตัวจำแนกของฮาร์และการหาบริเวณที่สนใจ มาประยุกต์ใช้กับ OpenCV ไลบรารี และภาษาจาวา โดยพัฒนาออกมาในรูปของแอพพลิเคชั่นต้นแบบเพื่อทดสอบการใช้งานเบื้องต้นนอกจากนั้นยังนำอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้พัฒนาคำสั่งควบคุมเคอร์เซอร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอย โดยผลการทดสอบพบว่า การทำงานของโปรแกรมนั้นสามารถทำงานตรวจจับส่วนที่เป็นใบหน้าและค้นหาตำแหน่งที่เป็นดวงตาได้ถูกต้อง แม่นยำ โดยค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 93 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมเคอร์เซอร์ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยประสิทธิภาพในการควบคุมเคอร์เซอร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 78 ซึ่งเป็นผลมาจากความเร็วที่ใช้รับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์จำลองเคอร์เซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งต้องรับ-ส่งข้อมูลจำนวน 2 ครั้งโดยครั้งแรกจะรับภาพจากกล้องไปยังไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อประมวลคำสั่งเคอร์เซอร์ หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งมาควบคุมเคอร์เซอร์บนแอพพลิเคชั่นทดสอบ ทำให้การประมวลผลทำได้ช้า นอกจากนั้นยังพบอีกว่าแสงสว่าง และระยะห่างของกล้อง มีผลต่อคุณภาพการประมวลผลข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ

6. ข้อเสนอแนะสำหรับพัฒนาต่อไป

- ในการใช้งานจริงจำเป็นต้องฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อให้เกิดความเคยชินจะช่วยให้โปรแกรมทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

- สามารถนำเทคนิคนี้ไปพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ช่วยเหลืออื่นๆ รวมไปถึงการพัฒนาโปรแกรม แอพลิเคชั่น และเกมส์สำหรับผู้ป่วย หรือผู้พิการบนระบบปฏิบัติการที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น IOS

เอกสารอ้างอิง

[1] Hoang Le, Thanh Dang, Feng Liu. “EYE BLINK DETECTION FOR SMART GLASSES”. *IEEE International Symposium on Multimedia*, 2013.

[2] YenWei Chen, Kenji Kubo. “A Robust Eye Detection and Tracking Technique using Gabor Filters”. *IEEE*, 2007.

[3] Sung-Uk Jung, Jang-Hee Yoo. “Robust Eye Detection Using Self Quotient image”. *ISPACS, Totori, Japan*, 2006.

[4] N.M.Mohd Hassan, W.Mansor. “Detection of Eye Movements for Controlling a Television”. *IEEE 10th International Colloquium on Signal Processing & its Applications (CSPA2014), 7 - 9 Mac, Kuala Lumpur, Malaysia*, 2014.

[5] Naotoshi Seo. “Tutorial:OpenCV haartraining”. สืบค้นวันที่ 6 มิถุนายน 2557 จาก http://note.sonots.com

[6] Mehrube Mehrubeoglu, Linh Manh Pham, HungThieu Le, Ramchander Muddu, Dong seok Ryu. “Real-Time Eye Tracking Using a Smart Camera”. *IEEE*, 2012.

[7] จิรนันท์ จิระตระการวงศ์, ลลิต เดชธารงวัฒน์. “การบอกตำแหน่งของตัวชี้ โดย ใช้เวกเตอร์การเคลื่อนไหวของตา”. สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ระบบเฝ้าตรวจสอบความผิดปกติของจังหวะการเต้นหัวใจแบบทันทีทันใด โดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

Real Time Monitoring System with Wireless Sensors Network for Sinus Arrhythmia Condition

ศลิษา หงษ์สี่(Salisa Hongsi)[1] และมหศักดิ์ เกตุฉ่ำ(Mahasak Ketcham)[2]

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]noonereplay@gmail.com, [2]mahasak.k@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบการตรวจสอบความผิดปกติของจังหวะการเต้นหัวใจแบบทันทีทันใดโดยการใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อลดอัตราการสูญเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคหัวใจ และทำให้เกิดการเข้าถึงการตรวจสอบได้อย่างสะดวกขึ้น ระบบประมวลผลบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการ Android ภายใต้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายร่วมกับอัลกอริทึม Pan-Tomkins ทำสามารถวิเคราะห์ได้แบบเรียลไทม์และแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบถึงอัตราความผิดปกติของการเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะได้ โดยผลการตรวจสอบความถูกต้องของระบบใช้การจำลองจากระบบฐานข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจาก MIT-BIH มีค่าความถูกต้องของระบบอยู่ที่ร้อยละ 85 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพดีในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

คำสำคัญ: โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ โครงข่ายไร้สาย สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ ซิกบี

Abstract

This research purpose is a real time monitoring ECG signal system with wireless sensors network for sinus arrhythmia condition. This system recognizes the importance of detecting abnormalities of heart disease in order to reduce the loss of life. The development of application relies on Smart Phone using Wireless Sensors Network. The algorithm implements based on Pan-Tomkins Algorithm which allow to recognize sinus arrhythmia condition in Real-Time. The accuracy rate of the system is 85% by experiment on MIT-BIH , patients with heart disease database. The system is effective to use.

Keywords: Sinus Arrhythmia, Wireless Sensors Network, ECG Signal, Zigbee.

1. บทนำ

จากข้อมูลสถิติสาเหตุการเสียชีวิตของผู้ป่วยในปัจจุบันโดยองค์การอนามัยโลกชี้ให้เห็นว่าโรคที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตเป็นอันดับ 1 ของประชากรโลกคือโรคหัวใจ [1] ในบรรดาสาเหตุของโรคหัวใจนั้น หากผู้ป่วยมีภาวะหัวใจเต้นผิดปกติ (Sinus Arrhythmia) โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถวินิจฉัยความผิดปกติได้อย่างทันทีทันใด จะทำให้เกิดภาวะหัวใจวายตามมาและเสียชีวิตลงได้ นอกจากนี้โรคหัวใจยังเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและวิถีการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ต้องมีการเฝ้าระวังติดตามความผิดปกติอยู่ตลอดเวลา

ในอดีตที่ผ่านมา นักวิจัยได้เสนอวิธีการวิเคราะห์แยกแยะสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ ไว้อย่างหลากหลายแนวทาง เช่น Wavelet Transform, แบ่งสัญญาเป็นหลาย ๆ ช่วงความถี่, Neural Network, Machine Learning และ Feature Extraction เป็นต้น สำหรับแนวทางการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าหัวใจแบบทันทีทันใดนั้นนิยมใช้เทคนิค Pan-Tomkins Algorithm [2] เนื่องจากมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปสัญญาณได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง แนวทางการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างระบบตรวจสอบความผิดปกติและแจ้งเตือน ผ่านโครงข่ายสื่อสารไร้สายระยะใกล้และระยะไกลในหลายๆงานวิจัย ซึ่งมักมุ่งวิจัยนำการนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ศูนย์กลาง การประมวลผลโดยใช้เซิร์ฟเวอร์เป็นแกนหลักในการตรวจสอบความผิดปกติของระบบ ทำให้มีข้อจำกัดหากอยู่ในพื้นที่ ๆ หากไกลจากโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบตรวจสอบความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เต้นผิดจังหวะแบบทันทีทันใด ด้วย Pan-Tomkins Algorithm ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความผิดปกติบนอุปกรณ์ที่สามารถพกพาไปด้วยได้ทุกที่ทุกเวลา และสามารถส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน โดยใช้โครงข่ายสื่อสารไร้สายระยะกลาง Zigbee [3] โปรโตคอล ในการประมวลผลใช้สมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และแจ้งเตือนผู้ใช้งานหรือผู้เกี่ยวข้องได้ผ่านระบบ SMS ในการทดสอบความถูกต้องผู้วิจัยได้ใช้ระบบฐานข้อมูล MIT-BIT ในการจำลองสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจส่งมายังสมาร์ทโฟนเพื่อทดสอบการแจ้งเตือน

2.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

คลื่นไฟฟ้าหัวใจ[4] ประกอบด้วยรูปคลื่นต่างๆ ได้แก่ P wave, QRS complex, T wave และ U wave โดยลำดับของ Q wave, R wave และ S wave นี้เรียกว่า QRS Complex

2.2 Sinus Arrhythmia

Sinus Arrhythmia [5] ภาวะนี้เกิดจะพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะเร็วและช้าสลับกันไป แต่รูปร่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะมีลักษณะปกติเช่นสัญญาณอื่น ๆ

2.3 Pan-Tomkins Algorithm

Algorithm นี้นำเสนอโดยนักวิจัย Pan และ Tomkins ใช้ในการแยกแยะรูปสัญญาณ QRS complex ทำให้สามารถระบุตำแหน่งของ R Peak และสามารถนำข้อมูลนี้ไปคำนวณหาระยะทางระหว่างคลื่นได้ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

2.3.1 Bandpass Filter

เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณที่จะทำให้ได้ช่วงความถี่ของข้อมูลที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อลดสัญญาณรบกวนในย่านความถี่ที่เกิดจากกล้ามเนื้ออื่น ๆ

2.3.2 Derivative

เป็นกระบวนการเพื่อหาความชันของสัญญาณ QRS complex โดยใช้เทคนิค Transfer Function ย้อนหลังทั้ง 5 จุด

2.3.3 Squaring Function

กระบวนการนี้จะใช้สมการแปลงสัญญาณโดยใช้การยกกำลังสัญญาณทุก ๆ จุด

2.3.4 Moving-Window Integration

เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณเพื่อให้ได้ความชันของ R wave จะต้องมีการกำหนดขนาดของ windows โดยทั่วไปอ้างอิงจากงานวิจัย Pan และ Tomkins ใช้อัตราคลื่นที่พบคือ 200 คลื่นต่อวินาที ขนาดของ windows จึงอยู่ที่ 150 มิลลิวินาที จึงใช้อัตรานี้หาค่าความชันทุก 150 มิลลิวินาที

2.3.5 Adjusting the Threshold

เป็นกระบวนการหาจุด R Peak ซึ่งจะใช้กระบวนการค้นหาค่าสัญญาณแบบย้อนกลับ โดยจะมีการกำหนดค่าต่ำสุดและสูงสุดของ Threshold ที่จะนำมาใช้ในประเมินสัญญาณว่าเป็นเป็นจุด R-Peak หรือเป็นเพียงคลื่นสัญญาณรบกวน เมื่อตัดสินแล้วค่าความถูกต้องที่จะถูกนำไปปรับค่า Threshold ใหม่อีกครั้งเพื่อใช้ในการประมวลผลจุดถัดไป

2.4.6 Decision

เมื่อทราบตำแหน่ง R Peak ของสัญญาณแล้ว จึงสามารถหาค่าเฉลี่ยของ R ถึง R ได้ และนำข้อมูลไปประมวลผลเพื่อตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lui และ Wang [6] ได้นำเทคนิค Wavelet Transform แปลงสัญญาณ ก่อนที่จะนำข้อมูลที่ได้ป้อนให้กับ Neural Network โดยใช้เทคนิคการลดสัญญารบกวน Low-Pass และ High-Pass ร่วมด้วย

Yu และ Chen [7] ได้นำเสนอ 2 เทคนิคคือ

ก) การใช้คุณลักษณะของสัญญาณในหลายๆคลื่นความถี่ร่วมกับการใช้ DWT (Discrete Wavelet Transform) แบ่งสัญญาณออกเป็นช่วง 6 ความถี่ และใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการแยกแยะคุณลักษณะข้อมูลจากสัญญาณ ป้อนเข้าสู่ Feed-Forward Back Propagation Neural Network (FFBNN) เพื่อใช้ในการ Classification โรคหัวใจ

ข) ใช้คุณลักษณะของสัญญาณที่ได้ 11 ประการ จากการ Wavelet Transform แล้วป้อนเข้าสู่ Probabilistic Neural Network (PNN)

Oresko และคณะ [8] ได้นำเสนออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สามารถสวมใส่ได้ใช้ร่วมกับสมาร์ทโฟนโดยเชื่อมต่อผ่าน Bluetooth ใช้เทคนิค Pan-Tomkins Algorithm ในการแยกแยะสัญญาณ QRS complex และ Machine Learning แบบ Feed forward Multilayer Perceptron Artificial Neural Network เป็นเงื่อนไขในการระบุความผิดปกติ จากฐานข้อมูล MIT-BIH

Gakare และคณะ [9] ได้นำเสนอการใช้ Pan-Tomkins Algorithm ในการพัฒนาระบบโดยใช้สมาร์ทโฟนเป็นอุปกรณ์ในการประมวลผล ผ่านเทคโนโลยี Bluetooth ใช้คุณสมบัติคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 8 ประการ

So-In และคณะ [10] ได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์สัญญาโดยใช้เทคนิค Wavelet Transform ร่วมกับการเลือกคุณสมบัติที่ต้องการก่อนที่จะนำเข้าประมวลผลแยกแยะความผิดปกติด้วย Probabilistic Neural Network และนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบซึ่งสามารถส่งข้อมูลผ่าน Bluetooth ไปยังสมาร์ทโฟน และส่งข้อมูลไปประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์หลักผ่านเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อผู้ป่วยเกิดความผิดปกติระบบสามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนได้

Alavi และ Saadatmad-Tarzjan [11] ได้นำเสนอ การนำเอา Wavelet Transform ในการแปลงสัญญาณก่อนการวิเคราะห์แยกแยะความผิดปกติ ใช้ Gaussian Function และใช้ Pan-Tomkins Algorithm ในการวิเคราะห์แยกแยะความผิดปกติ โดยใช้ฐานข้อมูล MIT-BIH

Bor-Shyh และคณะ [12] นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบเฝ้าตรวจสอบกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ บนโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้ ECG Sensor แบบ Non-contact ซึ่ง มีความยืดหยุ่นในการนำมาใช้งาน มีความสามารถตรวจจับสัญญาณคลื่นหัวใจได้แม้มีเสื้อผ้าบาง ๆ กั้นอยู่ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์เป็นอุปกรณ์สวมใส่ได้

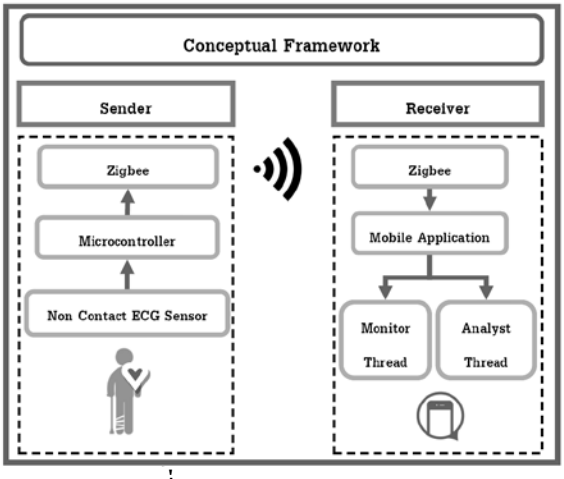
จากการค้นคว้าพบว่าการใช้ Pan-Tomkins Algorithm นั้นเหมาะสมนำการนำมาใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ความผิดปกติอย่างทันทีทันใด

3. วิธีดำเนินงาน

ในการพัฒนาระบบผู้จัดทำได้วิเคราะห์และออกแบบระบบการตรวจสอบความผิดปกติของสัญญาณ ECG เพื่อให้ได้ผลการดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ให้สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ทำการศึกษามาแล้วนั้น ประกอบไปด้วยกระบวนการดังนี้

3.1 การออกแบบระบบ

ในการพัฒนาระบบเฝ้าติดตาม ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบอันประกอบด้วย 2 ส่วนการทำงานดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวความคิดของระบบ

3.1.1 ภาคส่งสัญญาณ (Sender) จะใช้ ECG Sensor แบบ Non Contact รับสัญญาณจากผู้ป่วยโดยตัวอุปกรณ์ Sensor จะถูกรวมเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Zigbee ทำให้ส่งสัญญาณที่ได้เข้าสู่โครงข่ายสัญญาณไร้สายได้



ภาพที่ 2: ลำดับการทำงานของภาคส่งสัญญาณ

ภาพจากลำดับการทำงานภาคส่งสัญญาณจะคอยตรวจสอบสัญญาณ ECG ของผู้ป่วย ณ เวลาปัจจุบัน โดย MCU (Microcontroller Unit) และส่งผ่านข้อมูลที่ได้ผ่านตัวส่งสัญญาณ Zigbee ไปยังภาครับสัญญาณ

ภาคส่งสัญญาณประกอบไปด้วย Module ย่อยดังนี้

ก) ECG Sensor จะถูกผนวกเข้าไปกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้ค่าสถานะคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ข) MCU หน่วยประมวลผลสัญญาณจะคอยตรวจสอบสัญญาณในทุกๆคาบเวลา และนำสัญญาณ คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ส่งผ่านไปยัง Zigbee Module

ค) Zigbee อุปกรณ์ส่งสัญญาณไร้สายนี้จะนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ ส่งไปยัง Receiver

3.1.2 ภาครับสัญญาณ (Receiver) จะใช้ Zigbee ที่เชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนผ่านทาง Serial Port เพื่อนำค่าที่รับมาประมวลผลภายในแอปลิเคชันที่สร้างขึ้น โดยส่วนของแอปพลิเคชันแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนเฝ้าตรวจสอบสัญญาณ (Monitor Thread) และ ส่วนวิเคราะห์

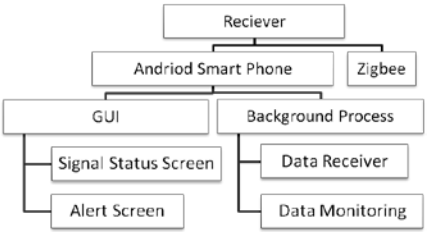
สัญญาณ (Analyst Thread) ซึ่งส่วนเฝ้าตรวจสอบจะนำค่าที่มาแสดงผลเป็นกราฟสัญญาณไฟฟ้าหัวใจแบบทันทีทันใด และส่วนวิเคราะห์สัญญาณจะทำการวิเคราะห์ความผิดปกติของการเต้นหัวใจโดยใช้ Pan-Tomkins Algorithm ให้สามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้



ภาพที่ 3: ลำดับการทำงานของภาครับสัญญาณ

จากภาพที่ 3 แสดงลำดับการทำงานของภาครับสัญญาณ จะรับข้อมูล ECG ผ่านเครือข่ายสื่อสารด้วยอุปกรณ์ Zigbee แล้วข้อมูลที่ได้เข้าสู่การประมวลผลบนสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์

ภาครับสัญญาณประกอบไปด้วยส่วนประมวลผลข้อมูลบนระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 4: ส่วนประกอบของภาครับสัญญาณ

3.1.2.1 GUI (Graphic User Interface) ส่วนติดต่อผู้ใช้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงานย่อย คือ Signal Status Screen ส่วนแสดงหน้าสถานะของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ Alert Screen ส่วนหน้าจอแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านทางอุปกรณ์

3.1.2.2 ส่วนประมวลผลเบื้องหลัง (Background Process) ซึ่งจะเป็นกระบวนการตรวจสอบข้อมูลแบบ Real Time แทนผู้ใช้งาน ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงานดังนี้

ก). Data Receiver กระบวนการประมวลผลเบื้องหลังที่มีหน้าที่ตรวจข้อมูล ECG จาก Sender เพื่อบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ เมื่อมีการรับสัญญาณได้

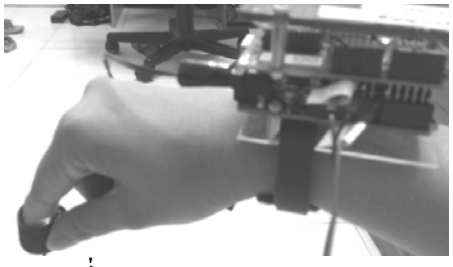
ข). Data Monitoring กระบวนการประมวลผลเบื้องหลังที่มีหน้าที่นำมูลที่ได้รับจาก Sender มาวิเคราะห์เพื่อหาอัตราการเต้นหัวใจที่เร็วผิดปกติ และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานสมาร์ทโฟน

3.2 การพัฒนาระบบ

3.2.1 การพัฒนาภาคส่งสัญญาณ

อุปกรณ์ที่ใช้งานในภาคส่งสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะเพื่อใช้ในการสร้างต้นแบบอุปกรณ์และเพื่อใช้ทดสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์มีดังนี้

ก) อุปกรณ์ต้นแบบส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งผู้ใช้สามารถสวมใส่และส่งสัญญาณไปยังสมาร์ทโฟนได้จริง ดังภาพที่ 7

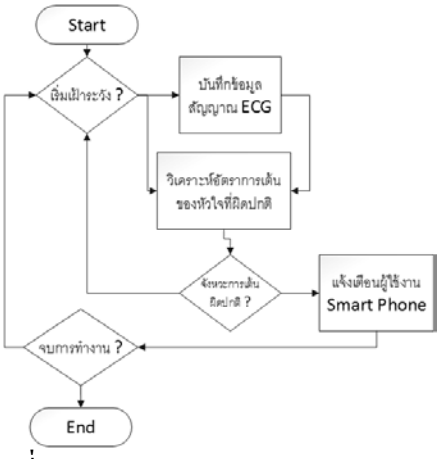


ภาพที่ 5: ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบ

ข) โปรแกรมจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ไม่ปกติ ซึ่งใช้การสร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานบนพีซีเชื่อมต่อกับ Zigbee จำลองสัญญาณส่งไปยังสมาร์ทโฟน

3.2.2 การพัฒนาภาครับสัญญาณ

ภาพรวมการทำงานของแอปพลิเคชันที่อยู่บนส่วนภาครับสัญญาณ ผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 6: Flow Chart การทำงานของ Mobile Application

จากภาพที่ 8 เมื่อระบบเริ่มทำงานจะเฝ้าตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ECG ที่ได้รับจาก Zigbee และบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำเพื่อใช้เป็น Buffer ในการประมวลผลหาความผิดปกติและแสดงข้อมูลสัญญาณชีพ ให้ผู้ใช้งานทราบ เมื่อส่วนวิเคราะห์ความผิดปกติได้รับข้อมูลจาก Buffer จะทำการ

วิเคราะห์ หากมีความผิดปกติเกิดขึ้นจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านทางหน้าจอของสมาร์ทโฟนและส่ง SMS แจ้งเตือนไปหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่กำหนดไว้



ภาพที่ 7: ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการตรวจสอบความผิดปกติ

ในการตรวจสอบความผิดปกติใช้เกณฑ์การวัดจากหาระยะ R Peak ระหว่างคลื่นสัญญาณ QRS Complex ณ ช่วงเวลาขณะนั้น เทียบกับค่า R Peak เฉลี่ยที่เป็นไปได้ต่ำสุดและสูงสุดที่ได้จากการใช้เทคนิคปรับเปลี่ยนค่า Threshold ของ Pan-Tomkins Algorithm หากอยู่ในช่วง Threshold ถือว่าปกติและอยู่นอกลิมิตถือว่าผิดปกติ ซึ่งในการปรับค่าสูงสุดและต่ำสุดใช้วิธีคำนวณจากค่าเฉลี่ย R Peak ถึง R Peak จำนวน 8 ครั้งล่าสุด ดังสมการดังต่อไปนี้

$$RR_{AVG} = \left(RR_{n-7} + RR_{n-6} + RR_{n-3} + \ldots + RR_{n}\right) \div 8 \quad (1)$$

$$RR_{HIGH} = RR_{AVG} \times 116\% \quad (2)$$

$$RR_{Low} = RR_{AVG} \times 92\% \quad (3)$$

โดยให้

RR_{AVG} คือ ค่าเฉลี่ย R Peak ถึง R Peak ล่าสุด 8 ครั้ง

RR_{HIGH} คือค่าเฉลี่ย R Peak ถึง R Peak สูงสุด

RR_{LOW} คือค่าเฉลี่ย R Peak ถึง R Peak ต่ำสุด

ในการแจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะใช้อัตราค่า RR ที่ผิดปกติล่าสุดต่อจำนวน RR ที่พบล่าสุด 100 ครั้ง โดยใช้สมการที่ (4) หากพบความผิดปกติเกินร้อย 80 จะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานเฝ้าระวังและแจ้งเตือนข้อความผิดปกติไปยัง SMS หมายเลขปลายทางที่กำหนดไว้

$$A_C = \left(N_C \div N_A\right) \times 100 \quad (4)$$

โดยให้

A_C คือ ร้อยความผิดปกติที่พบ

N_C คือ จำนวน RR ที่พบว่าผิดปกติ

N_A คือ จำนวน RR ที่ใช้พิจารณาล่าสุด 100 จุด

4. ผลการดำเนินการ

การทดสอบการประสิทธิภาพการทำงานของระบบใช้แอปพลิเคชันจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยที่มีภาวะการเต้นหัวใจผิดจังหวะจากฐานข้อมูล MIT-BIH จำนวน 20 ตัวอย่าง ใช้อัตราความผิดที่เกิดขึ้นปกติจากการตรวจสอบภายใน 20 นาที ที่ระยะทาง 10 และ 20 เมตร หากพบอัตราความผิดปกติของจังหวะการเต้นของการเต้นของหัวใจเกิน 80% จะถูกวินิจฉัยว่าผู้ป่วยเกิดความผิดปกติของจังหวะการเต้นของหัวใจ (Sinus Arrhythmia) โดยได้สรุปการทดสอบไว้ดังนี้

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบวิเคราะห์ความผิดปกติ

No	อัตราความผิดปกติ (10 เมตร)	อัตราความผิดปกติ (20 เมตร)	ค่าเฉลี่ย	Alert
1	95%	92%	94%	Y
2	93%	96%	95%	Y
3	92%	80%	86%	Y
4	82%	81%	82%	Y
5	89%	87%	88%	Y
6	86%	87%	87%	Y
7	94%	90%	92%	Y
8	96%	92%	94%	Y
9	60%	65%	63%	N
10	96%	92%	94%	Y
11	44%	46%	45%	N
12	86%	85%	86%	Y
13	94%	92%	93%	Y
14	91%	85%	88%	Y
15	93%	90%	92%	Y
16	86%	82%	84%	Y
17	31%	45%	38%	N
18	81%	81%	81%	Y
19	86%	87%	87%	Y
20	89%	88%	89%	Y

จากผลการทดสอบทำให้ได้ค่าความถูกต้องของระบบที่พัฒนาจากสมการที่ (5) ซึ่งให้ค่าความถูกต้องของระบบร้อย 85

$$A = \left(Y \div N\right) \times 100 = \left(17 \div 20\right) \times 100 = 85 \quad (5)$$

โดยให้

Y คือจำนวนตัวอย่างที่ให้ผลการวิเคราะห์ว่าผู้ป่วยมีอาการของโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ

N คือจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

A คือค่าความถูกต้องของระบบที่ใช้วิเคราะห์หาความผิดปกติของจังหวะการเต้นหัวใจ

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาระบบในการตรวจสอบผู้ป่วยที่มีการเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะแบบทันทีทันใด โดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย บน Zigbee โปรโตคอล ซึ่งมีระยะในการใช้งานประมาณ 50 เมตร ร่วมกับ Pan-Tomkins Algorithm เพื่อให้สามารถเฝ้าตรวจสอบความผิดปกติของผู้ป่วยได้อย่างทันทีทันใด ลดความสูญเสียต่อชีวิตของผู้ป่วยโรคหัวใจที่มีภาวะการเต้นของหัวใจที่ผิดจังหวะ อันเนื่องมาจากขาดการช่วยเหลือที่จะต้องมีการเฝ้าระวังตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง ในการวินิจฉัยนี้สามารถวิเคราะห์ความผิดปกติได้โดยตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งในระยะใกล้ตัวผู้ป่วย ซึ่งระยะการให้บริการของสัญญาณโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนั้นสามารถให้บริการได้ไกลกว่าสัญญาณที่ให้บริการจุดต่อจุด ผู้เฝ้าระวังตรวจสอบเช่น แพทย์ผู้เชี่ยวชาญหรือพยาบาล สามารถติดตามความผิดปกติของผู้ป่วยได้แม้ไม่ได้ติดตามผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด และด้วยการประมวลผลแบบจุดต่อจุดนี้ ระบบสามารถทำงานด้วยตัวเองโดยปราศจากเครื่องเซิฟเวอร์ที่เป็นข้อจำกัดของสถานที่ๆอยู่ไกลจากระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตและงบประมาณจำกัด ในด้านตัวผู้ป่วยนั้น อุปกรณ์ติดตามตัวสามารถพกพาไปด้วยได้ทำเกิดความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ร่วมกับการทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ แม้ไม่มีผู้ติดตามอยู่อย่างใกล้ชิด

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยวัดจากร้อยละความถูกต้องที่ตรวจสอบพบความผิดปกติพบว่าจากข้อมูลผู้ป่วยทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ที่ระยะ 10 และ 20 เมตร สามารถตรวจสอบพบความผิดปกติกเฉลี่ยของจังหวะการเต้นของหัวใจทั้งหมด 17 คน คิดเป็นร้อยของความถูกต้องในการตรวจสอบความผิดปกติ 85% ซึ่งความผิดปกติที่สามารถตรวจสอบพบได้จะทำให้ผู้เฝ้าระวังรับรู้ได้ถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

ในการวิจัยครั้งต่อไปขอเสนอให้พัฒนาภาคส่งสัญญาณสามารถปรับให้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เล็กลงหากมีการผลิตชิ้นส่วนที่สามารถประมวลผลได้ความเร็วเท่ากับปัจจุบันซึ่งจะเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับผู้ใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization. The top 10 causes of death. Available from: http://www.who.int/mediacentre/fact sheets /fs310/en/[2014,May].

[2] J. Pan, and W. J. Tompkins. A Real-Time QRS Detection Algorithm. IEEE Transaction on Biomedical Engineering. 32 (March 1985) : 230-236.

[3] สรกฤช สิริปรีดากุล และพิมลลักษณ์ จิรกุลกนก. การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee, 2551.

[4] ยงยุทธ สหัสกุล. ECG คลินิก, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546.

[5] องค์การ เรืองรัตนอัมพร และไพศาล บุญศิริคำชัย. The Review Book of PRACTICAL ECG. กรุงเทพฯ : พิมพ์สวย, 2552.

[6] C. Liu, and X. Wang. A New Adaptive Wavelet Network for ECG Recognition, Int. Proc. Int. conf. on Signal Processing, vol. 3. 8 (2006).

[7] Y. H. Chen, and S. N. Yu, Electrocardiograms beat classification base on wavelet transformation and probabilistic neural network. Pattern Recognition Letters, vol. 28. (2007) : 1145-1150.

[8] Joseph J. Oresko, Zhanpen Jin, et al. A Wearble Smartphone-Based Platform for Real-Time Cardiovascular Disease Detection Via Elctrocadiogram Processing. IEEE Trasaction on Information Technology in Biomedicine. (May 2010) : 734-740.

[9] Pankaj K. Grakare, Abilasha M. Petel, A. N. Cheeran. Real Time Analysis and Diagnosis of ECG Signal for Tachycardia Condition. Internaltional Journal of Computer Application. 3 (Apilr 2012) : 11-15.

[10] Chakchai So-In, Comdet Phaudphut, el at. A Novel Architecture for Mobile ECG Recognition Systems Using Hybrid Wavelet Transform Feature Extraction Schemes. Journal of Convergence Infomation Technology. 6 (December 2013) : 471-484.

[11] Saeed Alavi. and Mahdi Saadatmand-Tarzjan. A New Combinattorial Algorithm for QRS Detection. International Conference on Computer and Knowledge Engineering. 3 (November 2013) :396-399.

[12] Bor-shyn Lin, Willy Chou, el at. Development of Novel Non-contact Electrodes for Mobile Electrocardiogram Monitoring System. IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine. (2013).

แนวทางในการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน
Design Guidelines for Instructional Media Creation System for Middle-aged Teachers on Tablets

เกศราภรณ์ เส้งประถม(Ketsraporn Sengprathom)[1] และทิพยา จินตโกวิท(Thippaya Chintakovid)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]ketsraporn2530@gmail.com, [2]thippaya.c@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนในปัจจุบันได้นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ จากครูผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยครูผู้สอนใช้แอปพลิเคชันสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่ในปัจจุบันช่วยในการสร้างสื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากครูผู้สอนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุวัยกลางคน การใช้งานแอปพลิเคชันสร้างสื่อการการสอนที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นไม่สะดวกกับครูผู้สอนวัยกลางคน เนื่องจากแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการใช้งานที่ซับซ้อนและหลากหลาย หรือมีส่วนประสานงานกับผู้ใช้ที่น่าสับสน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาแนวทางในการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนให้เหมาะสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน และพัฒนาแอปพลิเคชันตามแนวทางที่ได้ศึกษาโดยติดตั้งบนแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อให้ง่ายและสะดวกแก่การใช้งาน จากการประเมินความยากง่ายในการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ โดยกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนวัยกลางคนจำนวน 30 คน พบว่าครูผู้สอนวัยกลางคนสามารถเรียนรู้การใช้งานระบบสร้างสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นได้ดีกว่าและมีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นมากกว่าระบบสร้างสื่อการสอนในปัจจุบันที่นำมาเปรียบเทียบ

คำสำคัญ: ครูผู้สอนวัยกลางคน การสร้างสื่อการเรียนการสอน แนวทาง การออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน

Abstract

Today's education uses information technology as a channel to transfer knowledge from teachers to students. Teachers use various computer applications to help them create teaching media. Nowadays, most of the teachers are middle-aged people. It is not convenient for the middle-aged teachers to use currently available media creating programs because of complicated and diverse functions, and confusing user interfaces. Therefore, this research studies guidelines for designing teaching media creating system for middle-aged teachers, and developed an application installed on android tablets for teachers to use conveniently and easily. Thirty middle-aged teachers evaluated the learnability and satisfaction towards the application use. The evaluation results showed that it was easier to learn to use and more satisfactory to use the new system compared with the application available on the market.

Keywords: Middle-aged Teachers, Instructional Media Creation, Design Guidelines for Instructional Media Creation System for Middle-aged Teachers.

1. บทนำ

หน่วยงานด้านการศึกษาสนับสนุนให้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการถ่ายทอดองค์ความรู้จากแหล่งความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากกระทรวงศึกษาธิการมุ่งเน้นให้ครูผู้สอนได้รับการอบรมเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอนรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เช่น การอบรมการใช้งานแท็บเล็ตเพื่อการศึกษาไทย เป็นต้น

ในปัจจุบัน บุคลากรทางด้านการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 40-60 ปี หรือเรียกว่าวัยกลางคน คิดเป็นร้อยละ 63 [1], [2] ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เริ่มมีความเสื่อมถอยในเกือบทุกระบบของร่างกาย เช่น การมองเห็นไม่ชัดเจน อาการปวดเมื่อยของอวัยวะต่างๆ การรับรู้ลดลง เป็นต้น โปรแกรมสร้างสื่อการสอนในปัจจุบันไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน ทำให้เรียนรู้การใช้งานด้วยตนเองได้ยาก จึงเป็นเหตุให้ไม่มีการนำเทคโนโลยีเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบการใช้งานแท็บเล็ตกับคอมพิวเตอร์ การใช้มือสัมผัสหน้าจอบนแท็บเล็ตเป็นวิธีที่เรียบง่ายและมีการปฏิสัมพันธ์อย่างเป็นธรรมชาติ

มากกว่าการใช้งานด้วยคอมพิวเตอร์ [3] ที่ครูผู้สอนวัยกลางคนมักมีปัญหาในเรื่องของการปวดเมื่อยข้อมือเนื่องจากการใช้เมาส์ เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนเพื่อลดความซับซ้อนในการใช้งาน และพัฒนาแอปพลิเคชันตามแนวทางที่ได้ศึกษาโดยติดตั้งบนแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้ง่ายและสะดวกแก่การใช้งานสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอน

การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนต้องอาศัยพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ เช่น ชื่อวิชา วัตถุประสงค์รายวิชา ชื่อบทเรียน แบบฝึกหัด เป็นต้น มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในส่วนของการสร้างสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์พกพาอื่นๆ เช่น ระบบห้องเรียนบนคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ [4] ช่วยให้เกิดการเรียนการสอนได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในระหว่างการเรียนการสอน รวมทั้งยังขจัดปัญหาในเรื่องของเวลาและระยะทาง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์พกพาหน้าจอสัมผัส สำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต [5] การพัฒนาศักยภาพครูในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โรงเรียนบ้านนากุดสิม [6] งานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นของการสร้างสื่อการเรียนการสอน และการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ แต่จะเห็นได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้นำเสนอยังไม่มีงานใดที่ออกแบบโดยคำนึงถึงการใช้งานของครูผู้สอนวัยกลางคน

2.2 แนวทางในการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ

เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับวัยกลางคนซึ่งเป็นวัยที่อยู่ในช่วงอายุ 40 - 60 ปี [1] ยังมีอยู่ค่อนข้างน้อยและในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องบางฉบับ ผู้สูงอายุมีอายุเริ่มต้นที่ 50 ปี [7] งานวิจัยฉบับนี้จึงได้ศึกษาแนวทางการออกแบบสำหรับผู้สูงอายุร่วมด้วย จากการศึกษางานวิจัยที่นำเสนอแนวทางการออกแบบในด้านต่างๆ [8], [9], [10], [11] สามารถแบ่งหัวข้อของการออกแบบได้ 11 ประเภท ดังนี้ 1) การออกแบบเป้าหมาย ควรแสดงอย่างชัดเจนว่าส่วนใดเป็นเป้าหมายที่ผู้ใช้สามารถกดเลือกได้ [12] 2) รูปแบบการใช้กราฟิก ต้องมีความสอดคล้องกับสิ่งที่นำเสนอและไม่ควรใช้ภาพเคลื่อนไหว 3) การวางรูปแบบเนวิเกชัน ควรมองเห็นได้ชัดเจน [13] 4) คุณลักษณะของเว็บบราวเซอร์ ควรหลีกเลี่ยงการใช้แถบเลื่อน 5) การวางโครงร่างเนื้อหา ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ควรจัดข้อความอยู่ในส่วนกลางหน้าจอ เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นข้อมูลได้ชัดเจน 6) ลิงก์ควรมีความแตกต่างระหว่างลิงก์ที่เข้าเยี่ยมชมแล้วกับลิงก์ที่ยังไม่ได้เข้าเยี่ยมชม [7] 7) การออกแบบเกี่ยวกับการรับรู้ของผู้ใช้ควรให้เวลาที่เหมาะสมในการอ่านข้อมูลกับผู้ใช้ 8) การเลือกใช้สีและพื้นหลัง หลีกเลี่ยงการใช้โทนสีน้ำเงินและโทนสีเขียวด้วยกัน [14], [15] 9) การออกแบบข้อความ หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความที่เคลื่อนไหวได้ 10) การค้นหา เครื่องมือค้นหาควรให้ความสำคัญกับการสะกดคำผิด 11) ส่วนสนับสนุนของผู้ใช้ การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้งานที่แตกต่างกันระหว่างผู้ดูแลระบบและผู้ใช้

2.3 แนวทางการพัฒนาระบบที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่

แนวทางการพัฒนานี้ เป็นแนวทางการออกแบบสำหรับการใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งรองรับผู้ใช้งานได้ทุกกลุ่มไม่ว่าจะเป็นบุคคลทั่วไปที่อยู่ในช่วงอายุต่างกันหรือผู้พิการก็สามารถเข้าถึงได้ [16], [17] โดยแบ่งแนวทางการพัฒนาระบบเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบ ในส่วนโครงสร้างเนื้อหา ควรมีความพอดีในหนึ่งหน้าจอ [18] ความสูงและความกว้างของพื้นที่แสดงผลไม่ควรเกินขนาดหน้าจอ มีตัวช่วยแจ้งเตือนที่ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายเมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ข้อมูลที่สำคัญที่สุดจะอยู่ที่มุมบนขวาเพื่อความสะดวกในการอ่าน 2) ด้านการวางโครงร่าง ข้อมูลสำคัญควรจะอยู่ในตำแหน่งด้านบนเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน และสามารถปรับขนาดตัวอักษรได้ ใช้ไอคอนที่เป็นมาตรฐานที่ผู้ใช้อาจเคยใช้งานมาก่อน 3) ด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบกับผู้ใช้ ควรมีปุ่มควบคุม เช่นปุ่มลูกศร เพื่อนำทางบนหน้าจอ ใส่ทางลัดเพื่อให้ง่ายในการใช้งาน และ 4) ด้านการจัดรูปแบบเนื้อหา ควรใช้ภาพเฉพาะในกรณีที่ต้องทำความเข้าใจเพิ่มเติม หลีกเลี่ยงการใช้คำย่อ เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่นำเสนอแนวทางการออกแบบเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันทั่วไปสำหรับผู้สูงอายุและแนวทางการออกแบบที่ทุกคนเข้าถึงได้ ซึ่ง

แนวทางดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอน ถึงแม้การออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนจะมีส่วนที่คล้ายคลึงกับการออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะการแสดงข้อมูล และการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ อย่างไรก็ตาม ในระบบสร้างสื่อการสอนนั้น ผู้ใช้ที่อยู่ในช่วงวัยกลางคน จำเป็นต้องจัดการกับข้อมูลต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น การเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาเพื่อหาแนวทางการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนที่เหมาะสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคนให้ดียิ่งขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบและพัฒนาระบบ

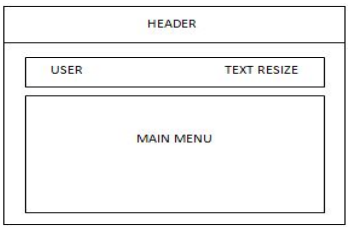
3.1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการออกแบบที่มีอยู่เดิม แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1: แนวทางการออกแบบที่นำมาประยุกต์ใช้

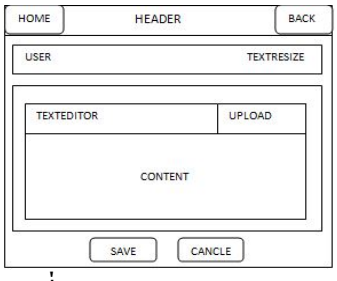
ด้าน	การนำไปใช้
การใช้สี	เลือกใช้สีดำกับสีขาว-เทา ซึ่งมองเห็นได้ดีในที่ๆ มีแสงส่องสว่างมาก เช่น กลางแจ้ง [16]
การวางโครงร่าง	จัดวางข้อมูลต่างๆ ไว้กลางหน้าจอ, ความยาวของแต่ละบรรทัดพอดีกับขนาดหน้าจอ, ลดจำนวนปุ่มที่ไม่สำคัญ
ปฏิสัมพันธ์ของระบบกับผู้ใช้	มีแถบแสดงสถานะในการดำเนินงาน เช่น แสดงสถานะการอัพโหลดข้อมูล, วางปุ่มที่มีฟังก์ชันที่เฉพาะเจาะจงลงในที่เดียวกันบนหน้าจอและออกแบบให้ฟังก์ชันมีความต่อเนื่องกัน
การจัดรูปแบบเนื้อหา	ใช้ตัวอักษรเรียบง่าย ลายเส้นไม่ตวัด, เลือกใช้รูปภาพที่สื่อความหมาย เช่น ใช้รูปแว่นขยายในส่วนการค้นหา เป็นต้น, ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย, หลีกเลี่ยงการใช้ตัวย่อ

3.1.2 จากการศึกษาแนวทางการออกแบบที่มีอยู่เดิมของงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่เพียงพอในการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการออกแบบที่เกี่ยวข้องเฉพาะกับระบบสร้างสื่อการสอนเพิ่มเติม ดังนี้ 1) การจัดการบทเรียนและแบบฝึกหัด 2) การค้นหา 3) การออกแบบในส่วนอื่นๆ ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดแนวทางการออกแบบนี้ในส่วนของผลการดำเนินงานในหัวข้อ 4.2 ต่อไป

3.1.3 ผู้วิจัยออกแบบส่วนต่างๆ ของระบบสร้างสื่อการสอนตามแนวทางการออกแบบในข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 การออกแบบหน้าจอหลักสำหรับผู้ใช้งาน แสดงดังภาพที่ 3-1 ส่วนหน้าการสร้างเนื้อหาบทเรียน แสดงดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-1: ตัวอย่างหน้าหลักของระบบ



ภาพที่ 3-2: ตัวอย่างหน้าจัดการบทเรียน

3.1.4 ผู้วิจัยพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยอาศัยเทคโนโลยี PhoneGap ใช้ภาษา HTML5/PHP/JavaScript และใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยติดตั้งบนแท็บเล็ตที่มีหน้าจอขนาด 10 นิ้ว

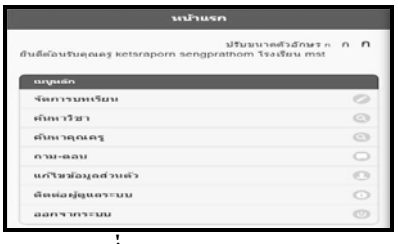
3.2 ทดสอบระบบ และทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทดสอบการทำงานของระบบเพื่อหาจุดบกพร่องของโปรแกรมโดยใช้วิธีทดสอบแบบ Black-Box Testing และปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด จากนั้นจึงทำการทดลองการใช้งานระบบกับกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนวัยกลางคน ในการกำหนดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง คือ อำนาจการทดสอบ (power) ขนาดอิทธิพล (effect size) และระดับนัยสำคัญ (significance level) งานวิจัยนี้กำหนดอำนาจการทดสอบที่ 0.8 ขนาดอิทธิพลที่ 0.5 และระดับนัยสำคัญที่ .05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 27 คน ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างดำเนิน 5 กิจกรรม ได้แก่ การเข้าใช้งานระบบ การจัดการบทเรียน การจัดการแบบฝึกหัด การค้นหาข้อมูล และการบันทึกไฟล์ กลุ่มตัวอย่างทดลองการใช้งานระบบสร้างสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับโปรแกรมสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่ในท้องตลาด ที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับต้นๆ และเพื่อไม่ให้มีอคติ (Bias) ที่ส่งผลต่องานวิจัย กลุ่มตัวอย่างต้องไม่เคยใช้งานโปรแกรมที่นำมาเปรียบเทียบนี้ กลุ่มตัวอย่างประเมินความยากง่ายในการ

เรียนรู้การใช้งาน เช่น การเพิ่ม ลบ แก้ไขเนื้อหา การเพิ่ม ลบ แก้ไขแบบฝึกหัด เป็นต้น โดยให้คะแนนตั้งแต่ 1 (ง่ายที่สุด) ถึง 5 (ยากที่สุด) และประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพและการออกแบบ โดยให้คะแนนความพึงพอใจตั้งแต่ 1 (น้อยที่สุด) ถึง 5 (มากที่สุด)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ ระบบใช้พื้นหลังเป็นสีเทา-ดำ และใช้สีฟ้าเฉพาะแถบแสดงหัวข้อหลักและเมนูที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นได้ง่ายและสบายตา สามารถปรับขนาดตัวอักษรได้ 3 ระดับ และมีเมนูหลักแสดงไว้ในหน้าแรกเพียงหน้าเดียวเพื่อไม่ให้ผู้ใช้เกิดความสับสน ดังแสดงในภาพที่ 4-1 ส่วนหน้าจัดการเนื้อหาบทเรียน แสดงดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-1: หน้าแรกของระบบ



ภาพที่ 4-2: หน้าจัดการเนื้อหาบทเรียน

4.2 แนวทางการออกแบบระบบสร้างสื่อการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับขนาดหน้าจอ 10 นิ้วขึ้นไป จากการทดสอบโดยกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนวัยกลางคน สามารถสรุปแนวทางตามฟังชันก์การใช้งานได้ดังนี้

1) การจัดการบทเรียนและแบบฝึกหัด ในการเพิ่มบทเรียนเข้าสู่ระบบ จำเป็นต้องมีการเลือกข้อมูลหลายๆ ส่วน เช่น ระดับชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นต้น การออกแบบระบบควรนำเสนอขั้นตอนทีละขั้นตอนใน 1 หน้าของระบบ เพื่อลดความซับซ้อนของขั้นตอนการทำงาน ซึ่งจะช่วยลดความสับสนที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ใช้วัยกลางคน

ในส่วนของการจัดการเนื้อหาของบทเรียน รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับรายวิชาและแถบเครื่องมือที่ใช้จัดการรูปแบบของเนื้อหา ควรแสดงไว้ด้านบนของหน้าจอ เพื่อให้ง่ายแก่การมองเห็นและเลือกใช้งาน การเขียนเนื้อหาของบทเรียนควรมีจำนวนตัวอักษรโดยประมาณ คือ 75 ตัวอักษรต่อบรรทัด และมีความยาวไม่เกิน 15-17 บรรทัด เพื่อให้เนื้อหาแสดงผลพอดีกับขนาดของหน้าจอ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นเนื้อหาทั้งหมดได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้แถบเลื่อนเพื่ออ่านข้อมูล เช่นเดียวกับการแสดงรายการของรายวิชา ควรแสดงไม่เกิน 7 แถวต่อ 1 หน้า สำหรับการเพิ่มภาพและวิดีโอ ควรมีขนาดไม่เกิน 75% (3 ใน 4) ของขนาดหน้าจอ ซึ่งเป็นขนาดพอเหมาะไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป และสามารถแสดงรายละเอียดรูปภาพและวีดีโอได้ครบถ้วน นอกจากนี้ ควรมีเลขหน้ากำกับเนื้อหาอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกไปยังหน้าที่ต้องการได้ ในส่วนการจัดการแบบฝึกหัด ควรแสดงแบบฝึกหัดแบบตัวเลือก 1 ข้อต่อ 1 หน้า เพื่อให้การแสดงผลพอดีกับขนาดหน้าจอ และเมื่อผู้ใช้วัยกลางคนบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วระบบควรนำทางไปยังหน้าหลักของแบบฝึกหัดนั้นๆ โดยอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงานให้แก่ผู้ใช้

2) การค้นหาข้อมูล เมื่อผู้ใช้ต้องการค้นหาข้อมูลที่มีจำนวนรายการที่ชัดเจน มีรายละเอียดที่ไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย และมีจำนวนไม่มากนัก เช่น ชื่อรายวิชา เป็นต้น ระบบควรแสดงรายการของข้อมูลในฐานข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ โดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์คำค้นหา เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการใช้งาน สำหรับข้อมูลที่มีรายละเอียดที่มีการเปลี่ยนแปลงได้บ่อย และมีจำนวนมาก เช่น รายชื่อของครู เป็นต้น ระบบควรให้ผู้ใช้สามารถค้นหาโดยการกรอกคำค้นหาร่วมด้วย การแสดงผลค้นหาควรแสดงไม่เกิน 5 แถวใน 1 หน้า เพื่อป้องกันการเกิดแถบเลื่อน

3) การออกแบบในส่วนอื่นๆ ควรให้ผู้ใช้วัยกลางคนสามารถปรับขนาดตัวอักษรได้ 3 ระดับ โดยกำหนดขนาดตัวอักษรเป็น 0.95 em 1.10 em และ 1.15 em สำหรับหน้าจอ 10 นิ้วขึ้นไป หากใช้ตัวอักษรที่มีขนาดเล็กกว่านี้ จะทำให้อ่านข้อมูลได้ยาก เกิดการเหนื่อยล้าสายตา และหากใช้ตัวอักษรที่มี

ขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้การแสดงข้อมูลล้นขอบและล้นบรรทัด ไม่พอดีกับขนาดหน้าจอ นอกจากนี้ ควรออกแบบเมนูให้มีขนาดใหญ่เพื่อให้ผู้ใช้คลิกเมนูได้ง่าย ควรมีทางลัดเพื่อกลับหน้าหลักแสดงในทุกหน้าของระบบ และควรมีข้อความแจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อดำเนินงานสำเร็จหรือล้มเหลว เพื่อช่วยลดความกังวลของผู้ใช้งานที่คาดหวังผลในการดำเนินงานนั้นๆ

4.3 ผลการประเมิน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความยากง่ายในการเรียนรู้และความพึงพอใจของระบบเป็นเพศชาย 10 คน (33.33%) และเพศหญิง 20 คน (66.67%) ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 40-49 ปี จำนวน 8 คน (26.7%) และอายุ 50-59 ปี 22 คน (73.3%) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ 10 ปีขึ้นไป คิดเป็น 56.7% มีครูผู้สอนวัยกลางคนจำนวน 9 คน (30%) ไม่เคยนำสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ มาใช้ในห้องเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความยากง่ายในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบด้วย paired-sample t-test พบว่าความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งานของระบบที่พัฒนาขึ้นง่ายกว่าระบบสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่ในท้องตลาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05, $t(29) = -5.243$, $p = .000$ และพบว่าครูผู้สอนวัยกลางคนมีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นมากกว่าระบบที่มีอยู่เดิมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, $t(29) = 7.089$, $p = .000$ ค่าเฉลี่ยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1: ค่าเฉลี่ยความยากง่ายในการเรียนรู้และความพึงพอใจ

ระบบ	ค่าเฉลี่ยความยากง่ายในการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้
ระบบที่พัฒนาขึ้น	2.48	4.02
ระบบสร้างสื่อการสอนในท้องตลาด	3.10	3.48

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนที่เหมาะสมกับครูผู้สอนวัยกลางคน โดยการศึกษาแนวทางของงานวิจัยที่ผ่านมา และเสนอแนวทางใหม่เพิ่มเติมที่เฉพาะเจาะจงกับการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนนี้ จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของครูผู้สอนวัยกลางคนกับการใช้งานระบบสร้างสื่อการสอนในปัจจุบัน รวมทั้งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์ต่างๆ ผู้วิจัยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลข้างต้นเพื่อสร้างเป็นแนวทางการออกแบบระบบสร้างสื่อการสอนสำหรับครูผู้สอนวัยกลางคน จากนั้นพัฒนาแอปพลิเคชันตามแนวทางการออกแบบดังกล่าว ทดสอบข้อผิดพลาดโดยผู้วิจัยและทดลองการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยพบว่าครูผู้สอนวัยกลางคนสามารถเรียนรู้การใช้งานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นได้ง่ายกว่า และมีความพึงพอใจต่อการใช้งานมากกว่าแอปพลิเคชันที่มีอยู่ในท้องตลาด ในอนาคต ควรพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถแบ่งปันเนื้อหาของบทเรียนไปยังสังคมออนไลน์ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สำหรับบุคคลที่ไม่ได้เข้าใช้งานแอปพลิเคชันโดยตรง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักพัฒนาระบบบริหารงานบุคคลและนิติการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, “ระบบสถิติและรายงาน–จำนวนข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา” (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 1 มีนาคม 2558 จาก http://210.246.188.122/obec_manage/personal/report_main.php

[2] ศรีเรือน แก้วกังวล, *จิตวิทยาพัฒนาการชีวิตทุกช่วงวัย เล่ม 2*, พิมพ์ครั้งที่ 9, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2549.

[3] K. Yee, “Two-Handed Interaction on a Tablet Display,” *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems – Extended Abstracts (CHI EA’04)*, Vienna, Austria, April 24 – April 29, 2004, pp 1493 – 1496.

[4] รสรงค์ พัฒนาอนุสรณ์, *“ระบบห้องเรียนบนคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ,”* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาการสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

[5] มานพ พันธ์โคกกรวด, *“เครื่องมือจัดการศึกษาแบบเคลื่อนที่บนเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ สำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต,”* วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[6] สุดสาคร ไชยมัชชิม, *“การพัฒนาศักยภาพครูในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โรงเรียนบ้านนากุดสิม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์เขต 3,”* วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2554.

[7] L.V. Hanson, "Age and Web Access: The Next Generation," *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, Madrid, Spain, 2009, pp.7-15.

[8] P. Zaphiris, M. Ghiawadwala and S. Mughal, "Age-Centered Research-Based Web Design Guidelines,"*Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'05)*, Portland, Oregon, USA, April 2 – April 7, 2005, pp.1897-1900.

[9] S. Kurniawan and P. Zaphiris, "Research-Derived Web Design Guidelines for Older People," *Proceedings of the 7th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Baltimore, Maryland, USA, October 9-12, 2009, pp.129-135.

[10] P. Zaphiris, S. Kurniawan and M. Ghiawadwala, "A Systematic Approach to the Development of Research-Based Web Design Guidelines for Older People." *Universal Access in the Information Society*, Vol.6, No.1, pp.59-75, 2007.

[11] E. Patsoule and P. Koutsabasis, " Redesigning Web Sites for Older Adults," *Proceedings of the 5th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA 2012)*, Heraklion, Crete, Greece, June 6 – 9, 2012, pp. 1-8.

[12] T. A. Hart, B. S. Chaparro and C.G. Halcomb, "Evaluating Websites for Older Adults: Adherence to 'Senior-Friendly' Guidelines and End-User Performance,"*Behaviour& Information Technology*, Vol.27, No.3, pp.191-199, 2008.

[13] E. Santos, S. Lara, W. Watanabe, M. Filho and R. Fortes, "Usability Evaluation of Horizontal Navigation Bar with Drop-down Menus by Middle Aged Adults," *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Design of Communication*, Pisa, Italy, October 3-5, 2011, pp.145-150.

[14] D. Saito, K. Saito, K. Notomi and M. Saito, "The Effect of Age on Web-Safe Color Visibility for a White Background," *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, New York City, USA, August 30- September 3, 2006, pp.5145 – 5148.

[15] A. Holzinger and M. Errath, "Mobile Computer Web-Application Design in Medicine: Some Research Based Guidelines," *Universal Access in the Information Society*, Vol.6, No.1, pp.31-41, 2007.

[16] W3C, *"Web Content Accessibility Guidelines Working Group (WCAG WG),"* (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 1 มีนาคม 2558 จาก http://www.w3.org/WAI/GL/

[17] Funka Nu AB, *"Guidelines for The Development of Accessible Mobile Interfaces,"* (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 8 กันยายน 2557 จาก http://www.funkanu.com/en/Our-approach/Information-web-and-IT/Rules-and-guidelines/Mobile-accessibility-guidelines/

[18] M. Rauch, "Mobile Documentation: Usability Guidelines, and Consideration for Providing Documentation on Kindle, Tablets, and Smartphones," *IEEE International Professional Communication Conference (IPCC), October* 17 – 19, 2011, pp.1-13

การรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตา
Lottery Digit Recognition for the Visually Impaired

วนิดา แซ่ตั้ง(Wanida Saetang)[1] และศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์(Sakchai Tangwannawit)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]wanidasaetang@gmail.com, [2]sakchai.t@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การประกอบอาชีพของผู้พิการนั้นมีทางเลือกไม่มากนัก โดยเฉพาะผู้พิการทางสายตา ซึ่งส่วนมากจะประกอบอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล การทราบหมายเลขบนสลากนั้นเป็นเรื่องยากสำหรับผู้พิการทางสายตา งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาล และพัฒนาแอพพลิเคชั่นในการอ่านหมายเลขและตรวจรางวัล โดยนำเอา Tesseract OCR Engine มาประยุกต์ใช้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1. การปรับแต่ง (Adaptive Thresholding) 2. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Connected component analysis) 3. การหาเส้นข้อความและหมายเลข (Find text lines and digits) 4. การรู้จำหมายเลข (Recognize digit) การทำงานของแอพพลิเคชั่นเป็นการสแกนหมายเลข 6 หลัก จากนั้นทำการรู้จำหมายเลข และแสดงผลการรู้จำผ่านเสียง งานวิจัยได้ทำการทดสอบแอพพลิเคชั่นแบบ Alpha และ Beta ซึ่งใช้สลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย จำนวน 50 ใบเป็นข้อมูลในการทดสอบ ผลการประเมินประสิทธิภาพของการรู้จำและการตรวจรางวัลมีร้อยละความถูกต้อง 90 และ 100 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สลากกินแบ่งรัฐบาล การรู้จำ ผู้พิการทางสายตา Tesseract OCR Engine.

Abstract

There is not much opportunity for the disabled people to get a job, especially for the visually impaired. Most of them manage to live by selling lottery. It is difficult for the visually impaired to know the digits on a lottery. This paper presents an algorithm to recognize lottery digits and developed the application for reading and checking the lottery digit. By using the Tesseract OCR engine applications. The procedure are includes Adaptive Thresholding, Connected component analysis, Find text lines and digits and Recognize digit. The operation of applications will be scan 6 digits on the lottery. Then recognize each digit and impressions through voice. The result of Alpha and Beta testing which has a sample of 50 tickets that the efficacy of the recognition and prize checking is at 90% and 100% respectively.

Keyword: Lottery, Recognition, The visually impaired, Tesseract OCR engine.

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้พิการทางสายตาจำนวนมากยึดอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล เนื่องจากไม่สามารถประกอบอาชีพอื่นได้ มีเพียงสวัสดิการจากรัฐบาลเพียงเดือนละ 500 บาทต่อคน ผู้พิการส่วนใหญ่จึงมีอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาลรองลงมาเป็นนักดนตรี และหมอนวด ผู้พิการเหล่านี้มีส่วนแบ่งโควตา ในการรับสลากกินแบ่งรัฐบาลมาขายจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนผู้พิการที่มีอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล ผู้พิการบางส่วนจึงต้องรับสลากกินแบ่งรัฐบาลจากผู้ค้าคนกลางมาขาย โดยสลากที่รับมานั้นจะต้องอาศัยผู้ที่สายตาปกติในการช่วยอ่านหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาล จากนั้นผู้พิการทางสายตาจะนำมาเพิ่มอักษรเบรลล์ลงบนสลากกินแบ่งรัฐบาล โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า สเลต (Slate) และดินสอ (Stylus) เพื่อให้สามารถทราบได้ว่าหมายเลขบนสลากกินแบ่งรัฐบาลนั้นเป็นเลขอะไร

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เกิดแนวความคิดเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้พิการทางสายตาประกอบอาชีพสุจริตตามความถนัดของแต่ละบุคคล และเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้พิการทางสายตาจำหน่ายสลากกินแบ่งรัฐบาลหรือสลากอื่นๆที่รัฐบาลพิมพ์ออกจำหน่าย

จากองค์ความรู้เกี่ยวกับการรู้จำ (Recognition) มีการรู้จำหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรู้จำวัตถุ การรู้จำเสียง การรู้จำภาพ หรือการรู้จำตัวอักษร ในการรู้จำตัวอักษรโดยใช้เทคโนโลยี Optical Character Recognition มีขั้นตอนการทำงานที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ การประมวลผลภาพเบื้องต้น (pre-processing) การรู้จำตัวอักษร (digit recognition) และขบวนการประมวลผลขั้นปลาย (post-processing) ซึ่งได้รับความนิยมในหลายงานวิจัย

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยใช้เทคโนโลยี OCR พัฒนาแอพพลิเคชั่นรู้จำหมายเลขและตรวจรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาล และประเมินประสิทธิภาพการรู้จำหมายเลขและตรวจรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลขึ้นมา โดยยึดสลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทยเป็นพื้นฐานในการพัฒนา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Optical character recognition (OCR)

การแปลงไฟล์ภาพเอกสารให้เป็นไฟล์ข้อความโดยอัตโนมัติ โครงสร้างของระบบ OCR โดยทั่วๆ ไปประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานหลัก 3 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างของระบบ OCR

1) ขบวนการประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing) เป็นขั้นตอนในการปรับแต่งและจัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับขั้นตอนการรู้จำต่อไป ขั้นตอนเหล่านี้มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ ขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นในโปรแกรม OCR ที่สำคัญ ได้แก่ การกรองข้อมูลแทรกซ้อน (Noise Filtering), การปรับแต่งข้อมูล (Normalization), การตัดแบ่งพื้นที่ใช้งาน (Cropping) และการสกัดลักษณะสำคัญ (Feature Extraction)

2) การรู้จำ (Recognition) ขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจของระบบ เพราะเป็นส่วนที่จะตัดสินว่ารูปตัวอักษรที่ส่งเข้าไปเป็นรหัสตัวอักษรอะไร ซึ่งมีวิธีการหลากหลายที่นำมาใช้เพื่อให้ได้ผลการทำงานที่ดีที่สุด โดยแนวทางการรู้จำสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่วิธีทางการเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching), วิธีทางสถิติ (Statistical Approach), วิธีการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง (Structural Analysis) และวิธีทางโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

3) ขบวนการประมวลผลขั้นปลาย (Post-Processing) วิธีทางโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแนวทางใหม่ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในช่วงหลัง เนื่องจากให้ประสิทธิภาพในด้านการรู้จำสูง ซึ่งถูกนำไปใช้ในงานหลายๆ ด้าน รวมทั้ง OCR ด้วย

2.2 Tesseract OCR engine [1]

Tesseract เป็นเครื่องมือในการทำ OCR มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า “tesseract-android-tools” มีแขนงหนึ่งที่เรียกว่า “tess-two” ซึ่งรวม Tesseract OCR engine และ Leptonica Image Processing Library เข้าไว้ด้วย มันสามารถอ่านภาพได้หลายรูปแบบและแปลงให้เป็นข้อความได้มากกว่า 60 ภาษา

สถาปัตยกรรมของ Tesseract ในขั้นตอนแรก คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวโยงกันในเค้าโครงขององค์ประกอบ (outlines of components) ในขั้นตอนนี้ outlines จะถูกรวมเข้าด้วยกันเรียกว่า Blobs (Blobs หมายถึงพื้นที่ที่อยู่ในภาพดิจิตอลที่มีการตรวจพบจะแตกต่างจากบริเวณโดยรอบในสีหรือความสว่าง) Blobs จะจัดเรียงเป็น Text line และถูกวิเคราะห์เพื่อแบ่งข้อความออกเป็นคำที่แตกต่างกันตามชนิดของระยะห่างระหว่างตัวอักษร ส่วนของการรู้จำนั้นมีกระบวนการ 2 รอบ รอบแรกพยายามรู้จำแต่ละคำในเทอม คำที่เป็นที่ยอมรับแต่ละครั้งจะถูกส่งผ่านไปจำแนกเป็นข้อมูลการฝึกอบรม รอบที่สองคำที่ไม่เป็นที่ยอมรับจะถูกนำมารู้จำอีกครั้ง ขั้นตอนสุดท้ายจะช่วยแก้ปัญหา fuzzy spaces และตรวจสอบสมมุติฐานทางเลือกสำหรับ x-height ในการค้นหาข้อความขนาดเล็ก

2.3 Adaptive Threshold [2]

Threshold หรือการทำภาพให้เป็นไบนารี มีเพียงค่า 0 และ 1 เท่านั้น โดยจะดูจากค่าจุดสีว่ามีความเข้มสีมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ค่า Threshold) ถ้ามากกว่าก็ให้เป็นค่า 1 ถ้าน้อยกว่าก็ให้เป็นค่า 0 ตามลำดับ ตัวอย่างรูปที่มีการใช้เทคนิค Threshold ก็เช่น ภาพตัวอักษรต่างๆ รวมไปถึงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์, ภาพลายเซ็น เป็นต้น Threshold Segmentation ถือว่าเป็น เทคนิคที่ง่ายและเป็นพื้นฐานที่สุด แต่ไม่ใช่เทคนิคที่ดีที่สุดเนื่องจากว่าภาพโดยส่วนใหญ่จะไม่ทราบว่าค่า Threshold ที่ควรใช้ควรเป็นค่าใด ต้องมีการปรับแล้วลอง

ดูผลที่ได้รับหรือที่เรียกว่า Manual Threshold แต่ก็มีการปรับปรุงให้ระบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยใช้การคำนวณหาค่า Threshold ที่เหมาะสม เป็นต้น ก็จะเรียกว่า Automatic Threshold นอกจาก นั้นภาพเองอาจจะใช้ค่า Threshold ในแต่ละบริเวณไม่เท่ากันด้วย จึงมีการปรับปรุงเทคนิคดังกล่าว ให้เป็น Adaptive Threshold

เทคนิคของ Adaptive Segmentation นั้นก็คือ จะพิจารณาว่า pixel นั้นจะเป็นขาวหรือดำโดยพิจารณาจาก pixel ใกล้เคียงขนาด 5x5 แล้วใช้ค่า Mean ของบริเวณที่พิจารณานั้นเป็นค่า Threshold value

2.4 JSON (JavaScript Object Notation)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย มันถูกกำหนดภายใต้ภาษา JavaScript (JavaScript Programming Language, Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999.) JSON เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการการเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่างๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่นๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ JSON เป็นภาษาที่เหมาะในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

JSON สามารถสร้างได้ 2 รูปแบบ คือ

- การจัดเก็บในชุดข้อมูลที่มีชื่อข้อมูลและข้อมูลคู่กัน ในภาษาต่างๆ ข้อมูลจะจัดอยู่ในรูปแบบของ Object, record, structure, dictionary, hash table, keyed list หรือ associate array
- ลำดับของค่าข้อมูล ในภาษาโปรแกรมส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในรูปแบบของ array, vector, list หรือ sequence

โครงสร้างของ JSON นั้นใช้ลักษณะภาษาของ Javascript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม กลับถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลมากกว่า ในปัจจุบันมีไลบรารีของภาษาโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ JSON มากมาย ตัวอย่างของ JSON

```
[
  {"firstname":"name","lastname":"name"},
  {"firstname":"name1", "lastname":"name2"}
]
```

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพศาล สุธีบรรเจิด [3] นำเสนอวิธีการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยในแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยทำการแบ่งกลุ่มของตัวอักษรให้เป็นกลุ่มย่อยโดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษร คือ จำนวนขาของตัวอักษรและลักษณะขอบบนและขอบล่างของตัวอักษร ตำแหน่งของตัวอักษรและตัวเลขในป้ายทะเบียนรถยนต์แบ่งแยกตำแหน่งกันอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงสามารถแยกตัวอักษร และตัวเลขออกจากกันได้ งานวิจัยนี้จึงแบ่งตัวอักษรและตัวเลขออกเป็น 6 กลุ่ม จากนั้นนำตัวอักษรแต่ละตัวมาแบ่งเป็นบล็อกขนาด 5x7 บล็อก แล้วนับค่าความถี่สะสมของจุดภาพที่มีค่าความเข้มสีดำ (object) ในแต่ละบล็อก เพื่อใช้เป็นอินพุทให้กับระบบรู้จำ

นุชนาฎ สัตยากวี และคณะ [4] นำเสนอการรู้จำตัวเลขจากลายมือโดยการประมวลผลภาพ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อนำไปใช้ในการระบุเลขประจำตัวผู้สอบในกระดาษคำตอบของข้อสอบแบบปรนัย โดยใช้ภาพจากเครื่องสแกน ซึ่งรหัสประจำตัวผู้สอบจะต้องเขียนเป็นตัวเลขอารบิกด้วยปากกาลูกลื่นสีน้ำเงินไว้ที่มุมบนซ้ายของกระดาษคำตอบ หลักการที่ใช้ในการรู้จำตัวเลข คือ เทคนิคโปรเจคชั่นในแนวแกน 4 แกน ได้แก่ แนวนอน (Horizontal) แนวตั้ง (Vertical) แนวทแยงซ้าย (Left Diagonal) และแนวทแยงขวา (Right Diagonal) และนำวิธีทางสถิติอย่างง่ายมาช่วยวิเคราะห์คำตอบ

D.Renuka devi และ D .KanagapushpavaUi [5]นำเสนอการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถของอินเดีย การรู้จำป้ายทะเบียน (License plate recognition) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ระบบคอมพิวเตอร์อ่านหมายเลขทะเบียนของยานพาหนะจากภาพดิจิตอลโดยอัตโนมัติ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ Preprocessing, Segmentation, Normalization และ Optical Character Recognition ตัวดำเนินการ morphological ประยุกต์กับภาพเพื่อระบุตำแหน่งจากนั้นประมวลผลภาพเบื้องต้นโดยใช้เทคนิคการปรับแต่งฮิสโตแกรม และอัลกอริทึม meaning และ morphological ถูกใช้สำหรับแบ่งตัวอักษรและผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งจะถูกปรับแต่งและส่งต่อไปยังส่วนของ OCR การรู้จำตัวอักษรใช้วิธีการเข้าคู่รูปแบบ

Ismail Bouazizi และคณะ [3] นำเสนอเครื่องอ่านภาษาอาหรับแบบ standalone ใช้ TTS (Text-to-speech) และ OCR

เป็นซอฟแวร์ที่สร้างขึ้นในวิธีที่ใช้งานง่ายสำหรับผู้บกพร่องทางสายตา โดยภาพรวมการทำงานเริ่มจากสแกนเอกสารเป็นไฟล์ภาพนำเข้าสู่ระบบ OCR แปลงไฟล์ภาพให้เป็นไฟล์อักษร ใส่ส่วนของระบบ OCR มีขั้นตอนย่อยๆ ได้แก่ character recognition, segmentation, preprocessing, feature extraction, classification และ post-processing หลังจากการทำงานของระบบ OCR จะได้ text file นำเข้าสู่ระบบ TTS ต่อไป ในส่วนของระบบ TTS คือ การนำ text file ที่ได้แปลงเป็นเสียง ซึ่งมีขั้นตอนย่อยๆ ได้แก่ linguistic analysis, text in machine friendly language, speech synthesis และ speech wave form

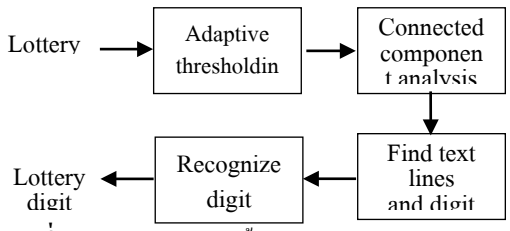
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาความเป็นไปได้

ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำตัวอักษรที่ใช้เทคโนโลยี OCR ในลักษณะต่างๆ เช่น ลายมือเขียน แผ่นป้ายทะเบียน ไฟล์ภาพตัวอักษร จ่าหน้าซองจดหมาย กระดาษคำตอบของข้อสอบแบบปรนัย เป็นต้น โดยทำการศึกษางานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศย้อนหลังอย่างน้อย 5-8 ปี ผลการศึกษาพบว่า งานวิจัยที่นำเทคโนโลยี OCR มาใช้ในการรู้จำวัตถุลักษณะต่างๆให้ประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูง งานวิจัยจึงได้นำมาใช้กับสลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย และทำการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเพิ่มเติมด้วย

3.2 วิเคราะห์ระบบ

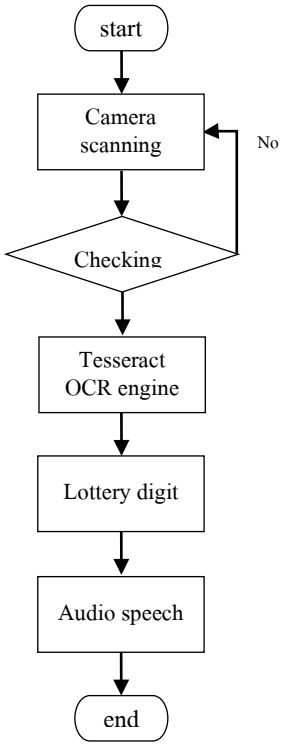
การรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตาที่พัฒนาขึ้นได้นำ Tesseract OCR engine มาใช้ โดยมีขั้นตอนหลักๆ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกคือการปรับแต่งภาพสีให้เป็นภาพสองระดับ ขั้นตอนที่ 2 คือการวิเคราะห์องค์ประกอบ ในขั้นตอนนี้จะได้โครงร่างของหมายเลข ขั้นตอนที่ 3 คือการหาเส้นข้อความและหมายเลข หมายเลขจะถูกจัดเป็นกลุ่มของหมายเลข 6 หลัก และขั้นตอนที่ 4 คือการรู้จำครั้งที่ 1 หมายเลขจะถูกนำไปจำแนกแบบ static แสดงดังไดอะแกรม ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของ Tesseract OCR engine

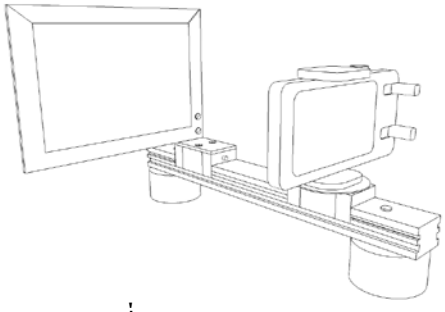
3.3 ออกแบบระบบ

แอพพลิเคชั่นเริ่มจากกล้องจะทำการสแกนตำแหน่งที่เป็นหมายเลข โดยมีการตรวจสอบจำนวนของหมายเลข กำหนดไว้ 6 หมายเลข ซึ่งเป็นจำนวนที่พอดีกับหลายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาล เมื่อสแกนได้แล้วจะมีเสียง ‘Beep’ ดังขึ้น เพื่อแจ้งเตือนให้ทราบว่าสามารถสแกนหมายเลขได้แล้ว จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานของ Tesseract OCR engine ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังแสดงในภาพที่ 2 หมายเลขที่รู้จำได้แสดงผ่านหน้าจอและอ่านออกเสียงให้ผู้ใช้ทราบ



ภาพที่ 3: ไดอะแกรมแสดงภาพรวมของแอพพลิเคชั่น

ส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้ 1) ฐานออกแบบโดยใช้รางเหล็กความยาว 22 เซนติเมตร สามารถเลื่อนปรับระยะได้ มีระยะห่างน้อยที่สุด 7 เซนติเมตรซึ่งเป็นระยะที่แอพพลิเคชั่นจับตำแหน่งหมายสลาก 6 หลักได้พอดี 2) แท่นวางโทรศัพท์ปรับระยะความกว้างได้ มีระยะแคบสุดอยู่ที่ 4.5 เซนติเมตร และระยะกว้างที่ที่ปรับได้อยู่ที่ 11.5 เซนติเมตร 3) ช่องสำหรับใส่สลากทำจากแผ่นอะคิลิคใสนำมาตัดต่อประกอบเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 4: ออกแบบฮาร์ดแวร์

3.4 พัฒนาระบบ

แอพพลิเคชั่นรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยหลักๆ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือส่วนของการรู้จำหมายเลข

1) Adaptive Thresholding

ในขั้นตอนนี้เป็นปรับแต่งภาพสีเพื่อแปลงเป็นภาพ 2 ระดับ โดยขยายความคมชัดกับช่วงไดนามิกในแต่ละพื้นที่ ถ้าความคมชัดน้อยกว่าค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุด จะใช้ค่าพิกเซลต่ำสุดและสูงสุดจากพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียง การนอมัลไลความคมชัดแต่ละพิกเซลจะถูกกำหนดไปเป็น 0 หรือ 255

2) Line and digit finding

ตรวจสอบพื้นที่ข้อความโดยใช้ line finding algorithm พื้นที่ในที่นี้คือหมายเลขจำนวน 6 หลัก โดยพยายามสร้างกรอบที่พอดีกับหมายเลข 6 หลัก ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: Line and digit finding

เมื่อระบุ line ได้แล้ว Tesseract จะตัดคำโดยใช้ pitch และ chopping หมายเลขเหล่านั้นสำหรับขั้นตอนการรู้จำต่อไป

3) Word Recognition

จากผลลัพธ์การแบ่ง line ขั้นตอนนี้คือการรู้จำหมายเลข จะถูกส่งต่อให้ associator ค้นหาชุดที่เป็นไปได้ของ chops blobs

4) Features Extracted

ในการสกัดคุณลักษณะของภาพเป็นการพิจารณาส่วนของรูปร่างและพื้นผิว โดยใช้ Morphology และ Rank reductions

5) Static digit Classifier

Classification มีกระบวนการอยู่ 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรก class pruner ทำการสร้างรายการของหมายเลขที่ไม่รู้จักแต่อาจจะตรง ขั้นตอนที่ 2 คือ การคำนวณ distances ซึ่งคำนวณจากคุณลักษณะตามข้อ 4

ส่วนที่ 2 คือส่วนของการตรวจรางวัล

ในส่วนของการตรวจรางวัล แอพพลิเคชั่นสามารถตรวจได้เฉพาะงวดรางวัลปัจจุบันเท่านั้น มีการใช้ json ในการรับส่งข้อมูล รูปแบบลำดับของข้อมูลแบบเป็น array ซึ่งจะถูกเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย [และจะจบด้วยเครื่องหมาย] แต่ละค่าของข้อมูลจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย ,

ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูล

{"100":"048151","101":"048150","102":"048152","103":"27","104":"63",

"200":["331991","266527","478311","000369","899699"],

"300":["824800","897377","883308","944556","772370","567240","208689","269122","896662","349830"],

3.5 ทดสอบระบบ

มีการทดสอบ2 รูปแบบ ดังนี้

1) Alpha testing คือ ทดสอบความถูกต้องของระบบโดยผู้พัฒนา ใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ และสมมุติให้ระบบอยู่ในสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

2) Beta testing คือ ทดสอบความถูกต้องของระบบโดยผู้พิการทางสายตาที่ประกอบอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล ใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ และภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

ข้อมูลจริงที่ใช้ในการทดสอบ คือ สลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย ปี 2557-2558 ในสภาพสมบูรณ์ จำนวน 50 ใบ

เงื่อนไขในการทดสอบ คือ ระบบสามารถอ่านหมายเลขถูกต้องทั้งหมด 6 หลักต่อสลาก 1 ใบ ให้ถือว่าถูกต้อง หากระบบอ่านหมายเลขถูกต้องน้อยกว่า 6 หลักต่อสลาก 1 ใบ ให้ถือว่าไม่ถูกต้อง และผลการรู้จำที่ถูกต้องจะถูกนำมาตรวจรางวัลในลำดับต่อไป

3.6 ประเมินผลระบบ

สถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลระบบ ใช้ร้อยละความถูกต้อง ซึ่งมีสมการแสดงดังนี้

$$\text{ร้อยละความถูกต้อง} = \frac{A}{C} \times 100$$

เมื่อ

A คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลที่รู้จำถูกต้อง

C คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลทั้งหมดที่ทดสอบ

ผลการประเมินร้อยละความถูกต้องของระบบ แบบ alpha testing และ แบบ beta testing แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความถูกต้องของการรู้จำ

การรู้จำหมายเลข	ร้อยละความถูกต้อง
แบบ alpha testing	94
แบบ beta testing	86

จากการทดสอบการรู้จำหมายเลข ผลการทดสอบที่ถูกต้องจะถูกนำมาทดสอบการตรวจรางวัล ได้ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความถูกต้องของการตรวจรางวัล

การตรวจรางวัล	ร้อยละความถูกต้อง
แบบ alpha testing	100
แบบ beta testing	100

4. ผลการดำเนินงาน

ผลงานวิจัยที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาตามวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อออกแบบและพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยใช้เทคโนโลยี ในส่วนนี้ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของงานวิจัยที่ใกล้เคียงกันทั้งไทยและต่างประเทศย้อนหลัง 5-8 ปี ทำให้มีข้อมูลอ้างอิงในการนำเอา Tesseract OCR engine มาประยุกต์ใช้ Tesseract เป็นเครื่องมือหนึ่งที่อยู่ภายใต้การดูแลของ Google ซึ่งผลการออกแบบและพัฒนาโดยคำนึงถึงรูปแบบของสลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทยเป็นข้อมูลหลัก ทำให้การออกแบบและพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยใช้เทคโนโลยี OCR บรรลุตามวัตถุประสงค์ สามารถต่อยอดมาเป็นแอพพลิเคชั่นในการอ่านและตรวจรางวัลได้จริง ประกอบกับงานวิจัยออกแบบให้มีการทดสอบแบบ Beta คือการทดสอบโดยผู้ใช้ ใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ และภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้แอพพลิเคชั่นสามารถนำไปใช้ได้จริง

5. สรุป

จากการพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลและพัฒนาแอพพลิเคชั่น โดยใช้ Tesseract OCR engine ทำงานบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อใช้ในการอ่านหมายเลขสำหรับผู้พิการทางสายตาที่ประกอบอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล จากเดิมที่ต้องอาศัยคนสายตาปกติในการอ่านหมายเลขให้

การพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยแอพพลิเคชั่นจะทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่องานวิจัยนี้โดยเฉพาะ จากการทดสอบการทำงานของแอพพลิเคชั่นแบบ alpha testing และแบบ beta testing ผลการรู้จำและตรวจรางวัลของแอพพลิเคชั่นมีความถูกต้องร้อยละ 90 และ 100 ตามลำดับ

ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือ เนื่องจากระยะห่างจากฐานสลากกับหมายเลขในแต่ละใบมีระยะไม่เท่ากัน ทำให้ตำแหน่งหมายเลขของสลากเมื่อใส่ในช่องใส่สลากแล้วมีตำแหน่งที่ไม่เท่ากัน

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย การพัฒนาแอพพลิเคชั่นรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลควรมีการทำโมเดลฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องที่สูงกว่าและในอนาคตคาดว่าจะมีการพัฒนาในส่วนของการรู้จำเสียงด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Ray Smith, “An Overview of the Tesseract OCR engine”, *IEEE Trans. on Document Analysis and Recognition*, vol 2, No. 9, pp. 629-633, 2007.

[2] จันทร์จิรา สินทนะโยธิน, “การประมวลผลภาพด้วย C++ Builder” สาร NECTEC ฉบับ กันยายน – ตุลาคม, หน้า 45-52, 2545.

[3] ไพศาล สุธีบรรเจิด, “Thai OCR for Car License Plate Recognition” การประชุมวิชาการ ECTI-CARD RMUTT ครั้งที่ 4 21-22 มิถุนายน 2555.

[4] นุชนาฏ สัตยากวี และคณะ. “Handwritten Digits OCR for Identifying Examinee Number on Objective Test Answer Sheet”, Naresuan University Journal: Science and Technology 2014.

[5] Renuka Devi D and Kanagapushpavalli D, “Automatic license plate recognition”, *IEEE Trans. on Trendz in Information Sciences and Computing*, No.3, pp. 75-78, 2011.

[6] Bouazizi I , Bouriss F and Salih-Alj Y, “Arabic Reading Machine for Visually Impaired People using TTS and OCR” , *IEEE Trans. on Intelligent Systems Modeling & Simulation* , No.4, pp225-229, 2013.

ศึกษาการยอมรับการใช้แอพพลิเคชันบนมือ
A Study the Acceptance of Mobile Application

พาสนา เอกอุดมพงษ์(Passana Ekudompong)[1] และสิริรักษ์ ขันฑารักษ์(Sirirak Khanthanurak)[2]
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[1]Jom_naka@yahoo.com, [2]Keng_050@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการยอมรับการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ ซึ่งผลที่ได้จะสามารถนำไปวิเคราะห์การวางแผนการจัดการปริมาณการใช้งานของช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ต และการจัดการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับความต้องการและเป็นแนวทางในการนำแอพพลิเคชันบนมือถือไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน และระบบงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง และนักเรียน ผู้ปกครองบุคคลภายนอกที่ใช้สารสนเทศของมหาวิทยาลัยจำนวน 400 คน ซึ่งได้มาจากวิธีสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก(Convenience Sample) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แอพพลิเคชันบนมือถือ แบบสอบถาม และวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยสถิติขั้นพื้นฐาน

ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้สารสนเทศของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง มีพฤติกรรมการยอมรับแอพพลิเคชันบนมือถือ มีความต้องการ และความพึงพอใจในการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ

คำสำคัญ: การยอมรับ แอพพลิเคชันบนมือถือ โรเจอร์

Abstract

This study was the survey research. The purposes of this study was to study behavior of the innovation acceptance mobile application in the using process and the results will be used to analyze the planning and management of the use of the internet and management information systems and for suggestions a mobile application to used in the course of the University.

The sample of this study was 400 samples from instructors, officers, students Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus and students, parents outside of the university using the convenience sampling method. The study tool, mobile application, questionnaire. The data analysis was conducted elementary statistics.

The results of the study showed that the users behavior of accept the innovations in a mobile application to used.

Keywords: Acceptance, Mobile Application, Roger.

1. บทนำ

อุปกรณ์สื่อสารที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน (Smart Phone) โดยสัดส่วนของยอดจำหน่ายสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากการพัฒนาความสามารถของโทรศัพท์มือถือที่แต่เดิมมีไว้สนทนากันเท่านั้น [1]

ด้วยการพัฒนาโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทที่มีขีดความสามารถมากขึ้นนี้เอง จึงเป็นเหตุให้เป็นหนึ่งช่องทางที่สะดวกในการใช้งานต่างๆ สอดคล้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของคนทั่วไป เช่นการใช้อินเทอร์เน็ต การรับส่งข้อมูลข่าวสาร การเข้าถึงความบันเทิงเป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นเพียงโทรศัพท์มือถือเพียงเครื่องเดียว โดยโทรศัพท์มือถือถือว่าเป็นของใช้ส่วนตัวที่มีความสะดวก สามารถพกพาติดตัวไปได้ตลอดทุกที่ โทรศัพท์มือถือจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเข้าถึงข่าวสาร สารสนเทศต่างๆ ได้ดี สามารถส่งข่าวสารและ

สารสนเทศต่างๆ ไปยังผู้รับแต่ละคนได้โดยตรง สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายจริงได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการยอมรับนวัตกรรม แอพพลิเคชันบนมือถือของผู้ใช้สารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาของสื่อชนิดใหม่นี้ จะนำไปเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เกิดประโยชน์กับมหาวิทยาลัยให้ได้มากที่สุด

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (Smart Phone)

สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล [1] ได้ให้ความหมายไว้ว่า โทรศัพท์มือถือ แบบSmart Phone เป็น Mobile Device ที่ได้รับนิยมจากผู้ใช้งานมากที่สุดในยุคปัจจุบันและมีแนวโน้มการใช้งานเติบโตขึ้นเรื่อยๆ เพราะมีระบบปฏิบัติการ ซึ่งเป็น System Software ที่สามารถรองรับการใช้แอพพลิเคชันต่างๆ บนโทรศัพท์มือถือได้ จึงตอบสนองผู้ใช้งานได้ทุกวัยในยุคดิจิทัลและสังคมออนไลน์ทุกวันนี้

วลัยลักษณ์ สุประดิษฐ์พงศ์ [2] สมาร์ทโฟน (Smart Phone) หมายถึง โทรศัพท์มือถือที่ มีความสามารถพิเศษเพิ่มเติมของ PDA เข้าไปทำให้สามารถมีประสิทธิภาพมากขึ้นเช่น รับส่งอีเมล์ มีปฏิทินจัดทำตารางนัดหมายและ Contact เป็นต้น เรียกได้ ว่า Smart Phone เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดย่อมเลยทีเดียว

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สมาร์ทโฟน (Smart Phone) หมายถึง โทรศัพท์มือถือที่มีระบบระบบปฏิบัติการ ทำให้สามารถรองรับการใช้งานแอพพลิเคชันต่างๆ ได้

2.2 กระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett M. Rogers

การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมตามกรอบแนวคิดของ Rogers ได้แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้ [3]

ขั้นที่ 1 ขั้นความรู้ (Knowledge) กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมเริ่มต้นศึกษาหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจถึงหน้าที่ของนวัตกรรมนั้น ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมที่บุคคลได้รับในขั้นนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประการ คือ

1. ความรู้จักนวัตกรรม (Awareness Knowledge) ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ที่ทำให้ เกิดการตื่นตัวเกี่ยวกับนวัตกรรม เป็นความรู้ที่รู้ว่านวัตกรรมที่เกิดขึ้นสามารถทำหน้าที่อะไรได้บ้าง

2. ความรู้วิธีการใช้นวัตกรรม (How to Knowledge) ความรู้ประเภทนี้ได้จากการติดต่อกับสื่อมวลชน หน่วยราชการที่ทำการเผยแพร่นวัตกรรม หรือเข้าร่วมประชุมความรู้ประเภทนี้จะช่วยให้สามารถใช้นวัตกรรมได้อย่างถูกต้อง นวัตกรรมยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเท่าใดความจำเป็นที่ต้องมีความรู้ก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น การขาดความรู้ในด้านนี้จะนำไปสู่การปฏิเสธนวัตกรรมได้มาก

3. ความรู้เกี่ยวกับหลักการของนวัตกรรม (Principle Knowledge) ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ถึงกฎเกณฑ์เบื้องหลังของนวัตกรรม ซึ่งจะช่วยให้นวัตกรรมบรรลุผลบุคคลจะมีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของบุคคลในด้านต่างๆ สรุปได้ 3 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมและการศึกษา ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูง มีสถานภาพทางสังคมสูง มีรายได้ดีจะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมได้เร็วกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำมีสถานภาพทางสังคมต่ำ และมีรายได้ต่ำ

ด้านที่ 2 พฤติกรรมการเปิดรับสาร ผู้ที่เปิดรับสื่อมวลชนติดต่อกับผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) และเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ทางสังคม จะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมได้เร็วกว่าผู้ที่มีลักษณะตรงกันข้าม

ด้านที่ 3 บุคลิกภาพแบบเปิด ผู้ที่มีความสนใจเรียนรู้การติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลจะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมได้เร็ว ผู้ที่มีความรู้เรื่องนวัตกรรมไม่จำเป็นต้องยอมรับนวัตกรรมนั้นเสมอไป เพราะการยอมรับนวัตกรรมยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะอย่างอื่น ได้แก่ ทัศนคติและความเชื่อ นอกจากนี้ผู้ที่มีความรู้และเข้าใจเรื่องนวัตกรรม ถ้าพิจารณาเห็นว่า นวัตกรรมนั้นจะไม่เป็นประโยชน์ต่อตนก็จะตัดสินใจไม่ยอมรับนวัตกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นจูงใจ (Persuasion) ในขั้นนี้บุคคลมีการสร้างทัศนคติที่ชอบหรือไม่ชอบนวัตกรรมเป็นกิจกรรมในสมองของบุคคล ขั้นความรู้เป็นเรื่องของความคิดหรือการรู้ส่วนกิจกรรมในสมองในขั้นจูงใจเป็นเรื่องของอารมณ์หรือ

ความรู้สึก ในขั้นนี้บุคคลจะมีพฤติกรรมสำคัญ คือ แสวงหาแหล่งข่าวสารข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นเหมาะสมกับตนเองหรือไม่ทั้งในภาพปัจจุบันและอนาคต บุคคลจะมีการพัฒนาแนวคิดเชิงประเมินเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้น ซึ่งเป็นการพิจารณาคุณค่าของนวัตกรรมว่าเมื่อรับมาใช้จะมีผลติดตามมาในด้านใดเป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อสภาพการทำงานของบุคคลนั้น ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นประโยชน์จะพัฒนาการรู้สึกในทางบวกต่อนวัตกรรม ขั้นจูงใจเป็นขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจในการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องการเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมที่เป็นอยู่ แต่ยังมีความไม่แน่ใจในนวัตกรรมและอาจมีความรู้สึกเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นเป็นผลมาจากการรับรู้คุณค่านวัตกรรม ดังนั้นขั้นการจูงใจจึงสอดคล้องกับการประเมินหรือพิจารณาทางเลือกในขั้นของกระบวนการตัดสินใจทั่วไป

ขั้นที่ 3 ขั้นตัดสินใจ (Decision) ในขั้นนี้บุคคลกระทำกิจกรรมซึ่งนำไปสู่การเลือกที่จะยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรม การตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมขึ้นอยู่กับ 2ขั้นตอนที่ผ่านมาคือขั้นความรู้ และขั้นการจูงใจ ถ้าบุคคลมีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรม มีความรู้สึกชอบและเห็นประโยชน์ของนวัตกรรม บุคคลนั้นก็มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมนั้น นอกจากนี้การตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมยังขึ้นอยู่กับลักษณะของนวัตกรรมที่สามารถแยกส่วนย่อยๆ ให้บุคคลทดลองใช้ได้บุคคลจะมีแนวโน้มที่จะตัดสินในยอมรับนวัตกรรมนั้น ขั้นการตัดสินใจจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก การที่บุคคลจะเลือกทางเลือกใดเป็นผลมาจากขั้นความรู้และขั้นการจูงใจ และการพิจารณาลักษณะนวัตกรรมว่าสอดคล้องกับฐานะทางเศรษฐกิจสถานภาพทางสังคมและขนบธรรมเนียม

ขั้นที่ 4 ขั้นใช้ (Implementation) กระบวนการตัดสินใจยอมรับวัตกรรมในขั้นตอนต้นๆ เป็นเรื่องของความรู้ความคิด แต่ขั้นการนำไปใช้นั้น เป็นเรื่องของการปฏิบัติเมื่อบุคคลตัดสินใจที่จะยอมรับนวัตกรรม เข้าต้องรู้ว่าเขาสามารถได้นวัตกรรมนั้นจากไหน นวัตกรรมนั้นใช้อย่างไร เมื่อนำไปใช้จะประสบปัญหาอะไร และสามารถแก้ไขปัญหาโดยวิธีใด บุคคลจึงพยายามแสวงหา สิ่งต่างๆเกี่ยวกับนวัตกรรม ดังนั้นผู้นำการเปลี่ยนแปลงและวิธีการสื่อสารจึงมีบทบาทที่จะช่วยบุคคลให้ได้รับสิ่งที่เขาต้องการ ในขั้นใช้นั้น นอกจากจะเป็นการนำนวัตกรรมนั้นไปใช้ตามแบบแลผกระบวนการเดิมแล้ว ยังมีความหมายรวมถึงการดัดแปลงรูปแบบและกระบวนการของนวัตกรรมให้เหมาะสมกับบุคคลด้วย ขั้นใช้สิ้นสุดลงเมื่อใดขึ้นอยู่กับลักษณะของนวัตกรรมแต่ละชนิด เมื่อนวัตกรรมถูกนำไปใช้และกลายเป็นส่วนหนึ่งของบุคคลในการดำเนินงาน ขั้นตอนนี้ก็สิ้นสุดลงและจบสิ้นกระบวนการการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม แต่ในหลายกรณี ขั้นใช้สามารถจะนำไปสู่ขั้นตอนที่ 5 คือขั้นตอนการยืนยันต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นยืนยัน (Confirmation) ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้ตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมไปแล้ว บุคคลจะแสวงหาข้อมูลข่าวสาร แรงเสริม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของเขาผลการจากแสวงหาข่าวสารข้อมูลเป็นผลให้บุคคลเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในตน เมื่อได้รับข่าวสารที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมที่ได้รับมา บุคคลจะพยายามหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง หรือลดความขัดแย้งลงการได้รับการศึกษาอบรมเพิ่มเติม การให้คำแนะนำจากเพื่อนบ้าน ตลอดจนการเห็นผลสำเร็จของนวัตกรรมนั้นจะมีอิทธิพลต่อขั้นการยืนยันมาก

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้คือผู้ใช้สารสนเทศของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง และนักเรียนผู้ปกครองบุคคลภายนอกที่ใช้สารสนเทศของมหาวิทยาลัย จำนวน 400 คน การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน ได้จากตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ [4] โดยคาดว่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 และระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ต้องการหากลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน ∞ ความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้เท่ากับ 5% ขนาดของกลุ่ม ตัวอย่างที่ต้องการจึงเท่ากับ 400 คน และกลุ่มตัวอย่าง 400 คน ในการวิจัยครั้งนี้

ได้มาด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบใช้ความสะดวก (Convenience Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แอพพลิเคชันบนมือถือ

3.2.2 แบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ โดยแบบสอบถามที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านแล้ว

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ชี้แจงผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับแอพพลิเคชันบนมือถือ และการทำแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ

3.3.2 จัดเตรียมห้องฝึกอบรมการใช้งานแอพพลิเคชันบนมือถือ โดยใช้ห้องเรียนปกติ ที่มีเครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ โดยทุกเครื่องสามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต และมีเว็บบราวน์เซอร์ เพื่อใช้ในการเข้าถึงแอพพลิเคชันบนมือถือ โดยผู้เข้าฝึกอบรมสามารถเปิดศึกษา การใช้สื่อได้ ด้วยตนเอง

3.3.3 เมื่อฝึกอบรมการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ เสร็จแล้ว เปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างได้ซักถามพูดคุยเกี่ยวกับแอพพลิเคชันบนมือถือ แล้วจึงทำแบบสอบถาม

3.3.4 วิเคราะห์ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ จากแบบสอบถาม

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การหาสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบถาม [5]

3.4.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน

n แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

3.4.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

โดยที่ $S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน ข้อมูลแต่ละแบบสอบถาม

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ

ตารางที่ 1: ผลการยอมรับการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ

แบบสอบถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ขั้นความรู้			
1. ทราบว่ามีการนำแอพพลิเคชันบนมือถือ มาใช้ในมหาวิทยาลัย	4.28	0.65	มาก
2. ทราบว่าแอพพลิเคชันบนมือถือเป็นนวัตกรรมที่สามารถเรียนรู้การใช้งานได้	4.07	0.69	มาก
3. ทราบว่าแอพพลิเคชันบนมือถือมีหลากหลายรูปแบบ หลายแอพพลิเคชัน รองรับการทำงานกับอุปกรณ์ Smart Phone และ Tablet	4.04	0.78	มาก
4. ทราบว่าแอพพลิเคชันบนมือถือเป็นนวัตกรรมที่สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน	4.04	0.76	มาก
ขั้นจูงใจ			
5. มีความสนใจที่จะทดลองใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ	4.07	0.76	มาก
6. พยายามหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแอพพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น	4.05	0.75	มาก
7. มีความสนใจในการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ	4.04	0.78	มาก
8. มีความสนใจที่จะเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ	4.03	0.74	มาก
9. พยายามหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแอพพลิเคชันบนมือถือ เพื่อช่วยแก้ปัญหาในการใช้ และการเข้าถึงข้อมูลบนแอพพลิเคชันบนมือถือต่างๆ	4.07	0.78	มาก
ขั้นตัดสินใจ			
10. แอพพลิเคชันบนมือถือมีประโยชน์ต่อท่าน	4.12	0.73	มาก
11. สามารถใช้แอพพลิเคชันบนมือถือได้เป็นอย่างดี	4.08	0.78	มาก
12. ควรมีการนำแอพพลิเคชันบนมือถือมาใช้ในมหาวิทยาลัย	4.14	0.74	มาก

แบบสอบถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
13. แอพพลิเคชันบนมือถือเป็นเรื่องง่าย	4.10	0.74	มาก
14. แอพพลิเคชันบนมือถือเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากซับซ้อน เพราะ ต้องใช้ทักษะ และความเข้าใจอย่างมาก	4.09	0.72	มาก
15. แอพพลิเคชันบนมือถือ ไม่ทำให้สับสนกับวิธีการใช้สารสนเทศบนเว็บแบบเดิม	4.09	0.74	มาก
16. แอพพลิเคชันบนมือถือ ไม่ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการใช้สื่อในรูปแบบอื่นๆ	4.07	0.73	มาก
ขั้นใช้ 17. ไม่ต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้เกี่ยวแอพพลิเคชันบนมือถือ	4.12	0.74	มาก
18. ท่านจะเลือกใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ มากกว่าสื่อรูปแบบอื่นๆ	4.06	0.77	มาก
19. ท่านจะตั้งใจใช้แอพพลิเคชันบนมือถือตามความต้องการของท่านเองโดยไม่ถูกบังคับ	4.18	0.73	มาก
ขั้นยืนยัน 20. ขณะนี้ท่านมีความต้องการที่จะพัฒนาแอพพลิเคชันบนมือถือ	4.13	0.75	มาก
21. คิดว่าจะใช้แอพพลิเคชันบนมือถือต่อไปเรื่อยๆ	4.30	0.64	มาก
22. จะใช้แอพพลิเคชันบนมือถือถึงแม้ว่าท่านจะยังไม่ชำนาญใน การใช้	4.01	0.78	มาก
23. ถึงแม้ว่า จะพบปัญหาในการใช้แอพพลิเคชันบนมือถือ แต่ท่านก็ยังคงใช้ต่อไป	4.04	0.74	มาก
24. ในอนาคตท่านมีความต้องการพัฒนาแอพพลิเคชันบนมือถือ	4.07	0.73	มาก
25. จะแนะนำให้ผู้อื่นใช้ แอพพลิเค-ชันบนมือถือ	4.07	0.82	มาก

5. สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือดังนี้

5.1 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ ขั้นความรู้

ผู้ใช้สารสนเทศให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่าผู้ใช้สารสนเทศมีความรู้ในนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ

5.2 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือขั้นจูงใจ

ผู้ใช้สารสนเทศให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่าผู้ใช้สารสนเทศมีความสนใจ และต้องการหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ

5.3 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ ขั้นตัดสินใจ

ผู้ใช้สารสนเทศให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่าผู้ใช้สารสนเทศสามารถประเมินค่าเกี่ยวกับ นวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ ซึ่งการที่ผู้ใช้จะสามารถประเมินค่าได้นั้นต้องอาศัยความรู้ และความสนใจจากการยอมรับขั้นที่ผ่านมา

5.4 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ ขั้นใช้

ผู้ใช้สารสนเทศให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่า ผู้ใช้สารสนเทศต้องการทดลองใช้นวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ

5.5 ผลการยอมรับนวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ ขั้นยืนยัน

ผู้ใช้สารสนเทศให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่า ผู้ใช้สารสนเทศยอมรับที่จะใช้นวัตกรรมแอพพลิเคชันบนมือถือ และหากพบปัญหาก็จะพยายามแก้ปัญหา และใช้งานต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2548. ประธานผู้บริหารวิทยาลัยการศึกษาทางไกลทางอินเทอร์เน็ตมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ. สัมภาษณ์, 18 มกราคม 2548.

[2] รังสรรค์ แสงสุข. 2548. อธิการบดีมหาวิทยาลัยรามคำแหง. สัมภาษณ์, 5 กันยายน 2548.

[3] Rogers, E.M. 2003. Diffusion of Innovation. 5th ed. New York: The Free Press. อ้างโดย สุจิตรา ยอดเสน่หา. 2550.

“ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลของอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กับการยอมรับอุปกรณ์โมบายเลิร์นนิ่ง” กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[4] จักรกฤษณ์ สำราญใจ. (27 พฤศจิกายน 2554). การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. สืบค้นวันที่ 9 ตุลาคม 2555, จาก http://www.jakkrit.lpru.ac.th/pdf/27_11_44/9.pdf

[5] พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. (ฉบับปรับปรุงใหม่) พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

การพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

Development of the System for Electronic Media Classification by Using the Dewey Decimal Classification System

วรปภา อารีราษฎร์(Worapapha Arreerard)[1] ละอองทิพย์ มัทธุรส (Laongtip Mathurasa)[2]

มนต์ชัย เทียนทอง (Monchai Tiantong)[3] และ ดุษณี ศุภวรรธนะกุล (Dusanee Supawantanakul)[2]

[1]นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร [2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

[3]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

worapapha@rmu.ac.th, laongtip77@hotmail.com, drmonchai@gmail.com,s.dusanee@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบอีดีแอลทีวีด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ 2) พัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ 3) หาประสิทธิภาพของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ และ 4) ประเมินระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้โดยผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามองค์ประกอบของระบบ และแบบสอบถามการพัฒนาระบบ และสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการค้นหาและสำเนาสื่อ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญองค์ประกอบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 2) ผลการพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการนำสื่อที่อยู่ในระบบอีดีแอลสแควร์มาจัดหมวดหมู่ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ ที่ค้นหาสื่อในระบบด้วยวิธี **DFS()** และแสดงผลการค้นหาสื่อตามลำดับทศนิยมดิวอี้เพื่อให้ผู้ใช้เลือกสำเนาสื่อตามความต้องการ 3) ผลการหาประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพความแม่นยำและความถูกต้องในการค้นคืน ร้อยละ 100.00 และ 4) ผลการการประเมินระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้โดยผู้เชี่ยวชาญ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก*

คำสำคัญ : การจัดกลุ่มข้อมูล สื่ออิเล็กทรอนิกส์ การค้นคืนสารสนเทศ ระบบทศนิยมดิวอี้

Abstract

This research had its aims to 1) study the elements of a system for classifying the electronic media in the eDLTV system, 2) to develop the system for classifying the electronic, 3) to find out the efficiency of the system for classifying the electronic media and 4) to evaluate the system for classifying the electronic media by the experts, by using the Dewey decimal classification system (DDC or DC). The tools used in this study were: the questionnaires related to the system elements and system development. The statistics used were Mean and Standard Deviation.

The research results found that 1) according to the study of the elements of the system for classifying the electronic media by using DDC, there were two components: electronic media classification, and media search and copy. According to the expert evaluation, the elements had the suitability in the highest level. 2) Based on the development of the system for classifying the electronic media by using DDC, it was found that the system developed was to take the media in the eDL-square system to be classified by using DDC. This allowed users to search for the media within the system by DFS method and the system then displayed search results according to DDC so that the users can copy the media as their needs. 3) In regards to the results of finding system's efficiency, it was found that the system had its search efficiency in the terms of accuracy and correctness, 100% and 4) based on the expert evaluation on the system for classifying the electronic media by DDC, the system developed had its suitability at a high level.

Keywords: Information Classification, Electronic Media, Information Retrieval and Dewey Decimal Classification System

1. บทนำ

การเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวี (Electronic Distance Learning Television: eDLTV) ที่บรรจุสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในฮาร์ดดิสค์ ขนาด 1-2 เทราไบต์ [1] เพื่อให้สมาชิกสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบไปประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอน ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้โครงการจัดทำเนื้อหาบนระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) ของการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เฉลิมพระเกียรติเนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 ผลการดำเนินงานพบว่า โรงเรียนนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้ในการเรียนการสอนจำนวนไม่น้อยกว่า 1,303 แห่ง จากการสำรวจการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีของครู[2] พบว่า ครูไม่สะดวกในการนำฮาร์ดดิสค์สื่ออีดีแอลทีวีไปใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากครูไม่ต้องการเนื้อหาทั้งหมดที่บรรจุในฮาร์ดดิสค์ ครูต้องการสื่ออิเล็กทรอนิกส์เฉพาะเนื้อหาที่สอน และจากการสำรวจการให้บริการสำเนาสื่อของสมาชิกเครือข่ายสื่ออีดีแอลทีวีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม [3] จำนวน 932 โรงเรียน พบว่า ครูร้อยละ 84.82 ไม่สามารถให้บริการสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้ สาเหตุเนื่องมาจาก 1) วิธีการสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ไม่สะดวกต่อการนำสู่การปฏิบัติของครูในโรงเรียน 2) การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบอีดีแอลสแควร์ยังไม่สอดคล้องกับการขอรับบริการสำเนาสื่อของครู และ 3) ครูที่ขอรับบริการสำเนาสื่อต้องการสำเนาสื่อเฉพาะที่ตัวเองต้องการเท่านั้น

สมาชิกเครือข่ายอีดีแอลทีวีส่วนมากเป็นครูและบุคลากรทางการศึกษา ที่มีความรู้และทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน [4] การพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานของครู การจัดกลุ่มสื่อด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) ที่กำหนดรหัสให้สอดคล้องกับรายวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ ออกแบบจอภาพให้ใช้งานได้ง่าย (User friendly) ต่อการคัดเลือกและสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคการสืบค้นข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) จะทำให้ระบบการค้นหาและสำเนาสื่อที่ได้เป็นระบบที่ใช้งานได้ง่าย สะดวก และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าการพัฒนาครั้งนี้จะทำให้ได้นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพ ครูสามารถปฏิบัติการสำเนาและคัดเลือกสื่อตามความต้องการ เผยแพร่ในโรงเรียนและสถานศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบอีดีแอลทีวีด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

2.2 เพื่อพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

2.4 เพื่อประเมินระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบทศนิยมดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) เรียกย่อ ๆ ว่า DC หรือ DDC เป็นระบบที่นิยมนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่หนังสือในห้องสมุดขนาดเล็กถึงกลาง และขนาดใหญ่บางแห่ง ที่กำหนดเลขอารบิกเป็นสัญลักษณ์แทนเนื้อหาและแบ่งความรู้เป็นหมวดใหญ่ 10 หมวด หมวดย่อย 10 กลุ่ม และสามารถแบ่งหมวดหมู่ย่อยหลังจุดทศนิยมได้อีกไม่รู้จบ [5] นักวิจัยหลายคนได้นำระบบทศนิยมดิวอี้มาใช้ในการสร้างออนโทโลจี (Ontology) จัดหมวดหมู่ตามลำดับชั้น พบว่า มีความแม่นยำในการจัดหมวดหมู่ในระดับหมวดหลัก [6] ซึ่งการจัดหมวดหมู่ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ สร้างความพึงพอใจในบริการสารสนเทศและสื่อทางด้านการเรียนการสอนทุกประเภท [7] การใช้ระบบทศนิยมดิวอี้ เป็นระบบทศนิยมสากล และเป็นการพัฒนากระบวนการสืบค้นที่อ้างอิงจากทักษะที่บรรณารักษ์มีอยู่ [8] อีกทั้งระบบทศนิยมดิวอี้สามารถสร้างดัชนีการสืบค้นได้ครอบคลุมทรัพยากรสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดได้เป็นอย่างดี[9]

3.2 การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือ สพฐ. ได้จัดหมวดหมู่ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อให้ความสะดวกในการจัดเก็บและการค้นหาสะดวกต่อการนำไปใช้และการบำรุงรักษาสื่อการเรียนการสอนในแต่ละประเภท สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนการสอนของหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ตามลำดับ [10] ดังนี้ ภาษาไทย คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และ ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ)

3.3 การค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval : IR) คือการกระทำหรือกระบวนการที่ให้ได้รับสารสนเทศกลับคืนมา

โดยใช้เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศที่บริการจัดเตรียมไว้ให้ และส่งต่อให้ผู้รับอย่างรวดเร็ว[11] ส่วนประกอบของระบบการค้นคืนสารสนเทศ ประกอบด้วย 6 ส่วน ได้แก่ 1) การประมวลผลข้อความ (Text Processing) 2) การสร้างดัชนี (Indexing) 3) การประมวลผลคำค้นจากผู้ใช้ (Query Processing) 4) การค้นคืนเอกสาร (Searching) 5) การจัดลำดับผลลัพธ์จากการค้นคืน (Ranging) และ 6) การเชื่อมต่อผู้ใช้กับระบบ (User Interface) [12] ระบบการค้นคืนสารสนเทศมีความเกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูล การเข้าถึงข้อมูลและรูปแบบการแทนที่ข้อมูลที่ใช้เทคนิคการเปรียบเทียบคำค้น (Keyword) และคำค้นของผู้ใช้ (Query) เป็นสำคัญ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการค้นคืนขึ้นมาหลากหลายชนิด แต่ระบบที่ได้รับความนิยมใช้ในการสืบค้นสูงสุดจะเป็นระบบการค้นคืนสารสนเทศที่ตรงต่อความต้องการ [13] ในทางคอมพิวเตอร์แต่ละซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาจะมีจุดเด่นและถูกสร้างมาเพื่อจุดประสงค์ที่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการค้นคืนสารสนเทศที่มีหลากหลาย การเลือกใช้ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านต่างๆ ทั้งในด้านนโยบาย จุดประสงค์การสืบค้น ปริมาณทรัพยากรสารสนเทศ งบประมาณ และอื่น ๆ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบการค้นคืนหรือการเรียกซ้ำ (Recall) และความสามารถในการจำกัดข้อมูล หรือการวัดความแม่นยำ (Precision)

4.4 เทคนิคการค้นคืนข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree) เป็นเทคนิคที่ใช้มากที่สุดแบบหนึ่งในการสืบค้นข้อมูลหรือสารสนเทศ เนื่องจากผลที่ได้จากการจำแนกทำให้ทราบว่าคุณสมบัติที่เป็นตัวกำหนดการจำแนก และคุณสมบัติแต่ละตัวของข้อมูลมีความสำคัญมากน้อยต่างกัน ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น[14] การใช้วิธีของต้นไม้ตัดสินใจมีองค์ประกอบ ดังนี้

4.1.1 การแทนต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Representation) ผลลัพธ์ที่ได้ของการแทนต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วย 1) โหนดภายใน (Internal Node) โดยมีจุดเริ่มต้นของต้นไม้ที่เรียกว่า โหนดราก (Root Node) 2) โหนดกิ่ง (Branch node หรือ Link) และ 3) โหนดใบ (Leaf Node) ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการจำแนกข้อมูล

4.1.2 ลักษณะการสืบค้นของต้นไม้ตัดสินใจ ผลการสืบค้นจะแสดงอยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เส้นทางจากโหนดรากถึงโหนดใบ แสดงในรูปกฎ IF-THEN ทำให้การสืบค้นมีความรวดเร็ว และข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้หลายลักษณะ

4.1.3 การค้นคืนสารสนเทศ ได้มีการนำโครงสร้างแบบต้นไม้มาใช้ในการค้นหาสารสนเทศ[15] ทั้งขั้นตอนวิธีแบบ Breadth-First Search หรือ BFS() ที่ค้นหาโหนดทีละระดับจากระดับบนลงมาระดับล่างจากโหนดซ้ายมาโหนดขวา และขั้นตอนวิธีแบบ Depth–First Search หรือ DFS() ที่ค้นหาจากโหนดสถานะลงไปในระดับล่างแล้วย้อนกลับขึ้นมาระดับบนตามลำดับ

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้นำวิธีการจัดหมวดหมู่โดยใช้ระบบทศนิยมดิวอี้ มาใช้ในการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบอีดีแอลสแควร์ และใช้เทคนิคการค้นคืนข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจแบบ Depth–First Search หรือ DFS() มาใช้ในการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยหวังว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถนำมาใช้กับระบบเดิมที่มีอยู่ และทำให้ได้ระบบใหม่ที่ทำงานได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วในการค้นหาและสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์จากระบบอีดีแอลสแควร์ ส่งผลให้ครูนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ค้นหาและสำเนาสื่อเผยแพร่ให้กับผู้สนใจต่อไป

4. การดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

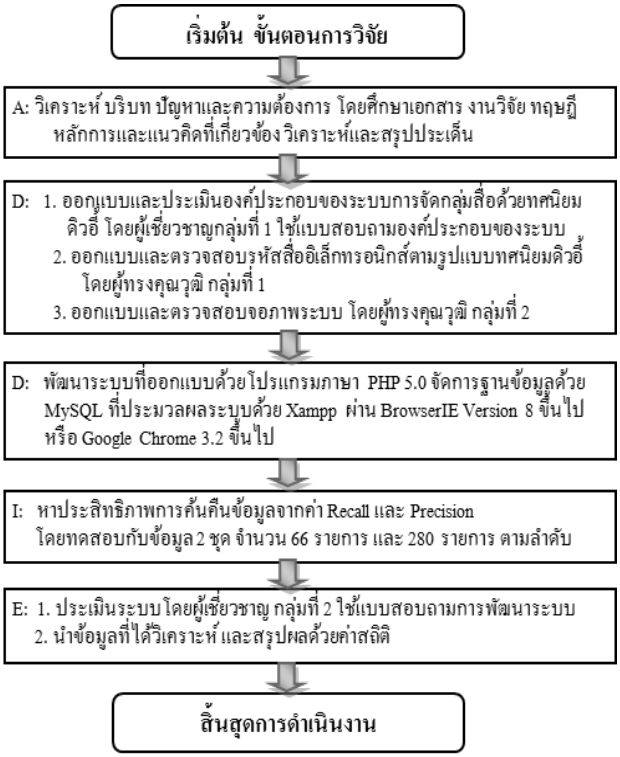
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ด้านบรรณรักษ์ศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 4 คน 2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีในการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 คน 3)กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ด้านบรรณารักษ์และสารสนเทศศาสตร์ จำนวน 3 คน และ 4) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์ด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ จำนวน 3 คน

4.2 เทคนิคและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศตามขั้นตอน ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนาระบบ (Development) การทดลองใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเป็นแบบสอบถามองค์ประกอบของระบบและแบบสอบถามการพัฒนาระบบ มีค่าความสอดคล้อง 1.00

4.3 สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 ขั้นตอนการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1: ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 1 การดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนของ ADDIE ที่ประกอบด้วย 5 ขั้น ที่ให้ข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และประเมินระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

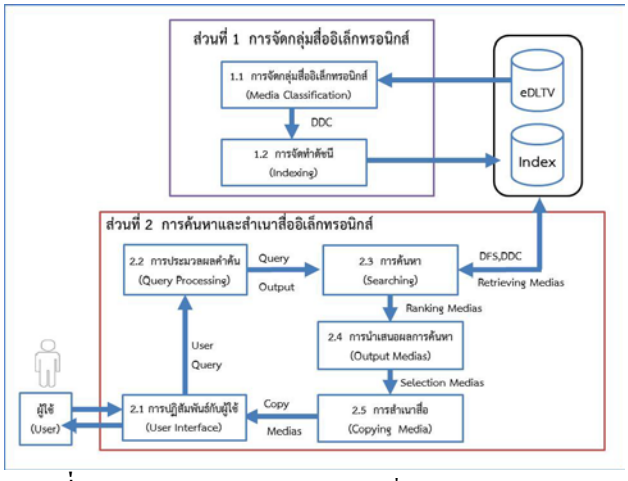
5. ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยของวิไลพร เลิศมหาเกียรติ และอนิราช มิ่งขวัญ [12] เป็นแนวทางออกแบบองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีองค์ประกอบของระบบ 2 ส่วน ดังภาพที่ 2

ส่วนที่ 1 การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การทำงานของระบบจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลสื่อ **eDLTV** มาจัดกลุ่มตามรูปแบบทศนิยมดิวอี้ ที่แยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ บันทึกไว้ในฐานข้อมูล **Index** อยู่ในรูปแบบการเชื่อมโยงโดยใช้ลิงค์ตามรายการที่ได้ออกแบบเพื่อนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

ส่วนที่ 2 การค้นหาและการสำเนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ระบบจะรับคำค้นจากผู้ใช้ นำไปค้นในฐานข้อมูล **Index** โดยใช้คิวรีค้นหาตามแนวลึก หรือ **DFS()** และนำผลการค้นหาแสดงตามลำดับรหัสทศนิยมดิวอี้ของสื่อตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ให้ผู้ใช้เลือกสำเนาต่อไป



ภาพที่ 2: องค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

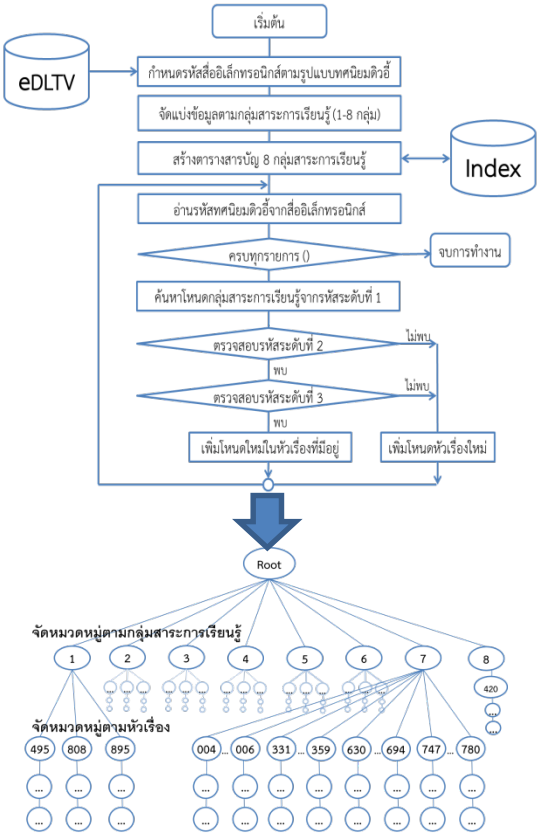
หลังจากนั้นผู้วิจัยได้องค์ประกอบของระบบระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ตรวจสอบและประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อองค์ประกอบของระบบ

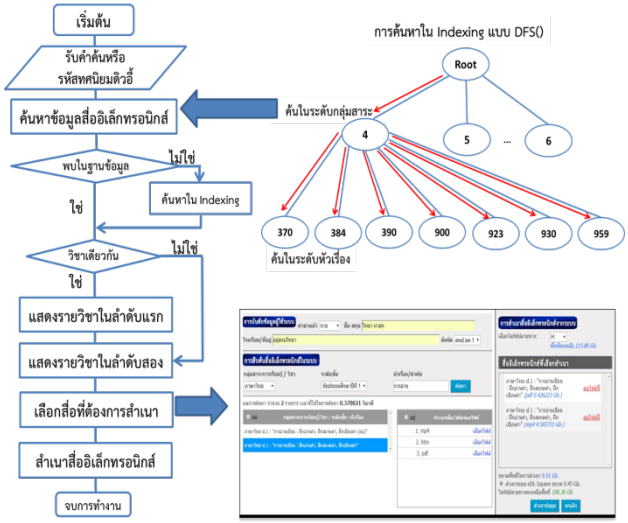
รายการ	$\bar{X}$	SD.	แปลผล
1. ความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วย ส่วน คือ 2 1) การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ 2) การค้นคืนสื่ออิเล็กทรอนิกส์	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของ ส่วนประกอบที่ 1 การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หน้าที่ จัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุในฮาร์ดดิสก์สื่ออีดีแอลทีวีโดยใช้รูปแบบรหัสทศนิยมดิวอี้ และจัดทำดัชนีโดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูลสื่ออีดีแอลทีวีมาจัดทำดัชนีและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้โครงสร้างต้นไม้ จัดกลุ่มความสัมพันธ์ของสื่อตามกลุ่มสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของ ส่วนประกอบที่ 2 การค้นคืนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หน้าที่ รับคำค้นจากผู้ใช้ ประมวลผลคำค้นเข้าถึงเพื่อค้นหาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในระบบ โดยการค้นหาแบบลึก แสดงผลการค้นหาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้ใช้เลือกและทำการสำเนาสื่อตามความต้องการ	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	5.00	0.00	มากที่สุด

5.2 ผลการพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

ผู้วิจัยออกแบบและกำหนดรหัสสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิกลุ่มที่ 1 และออกแบบจอภาพระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิกลุ่มที่ 2 หลังจากนั้นตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องก่อนนำไปสู่การพัฒนาระบบ ผลการพัฒนาระบบแสดงดังภาพที่ 3



ก) การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามรูปแบบทศนิยมดิวอี้



ข) การค้นคืนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 3: การพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์

จากภาพที่ 3 การพัฒนาระบบมี 2 ส่วนคือ ก) การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ระบบอีดีแอลสแควร์ตามรูปแบบทศนิยมดิวอี้จัดเก็บในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้เพื่อนำไปใช้ในการค้นคืน และ ข) กาค้นคืนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยวิธี DFS() และแสดงผลการค้นคืนตามลำดับทศนิยมดิวอี้ให้ผู้ใช้เลือกสำเนาสื่อตามความต้องการ

5.3 ผลการหาประสิทธิภาพของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้

ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพของระบบ จากคำค้นตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

5.3.1 การทดสอบระบบโดยการสืบค้นทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยใช้คำค้น 26 คำ สืบค้น 66 ครั้ง พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพความแม่นยำและความถูกต้องในการค้นคืน ร้อยละ 100.00

5.3.2 การทดสอบการสืบค้นโดยผู้ใช้จากคำค้นจำนวน 40 คำ สืบค้น 882 ครั้ง พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพความแม่นยำและความถูกต้องในการสืบค้นร้อยละ 100.00

5.4 ผลการประเมินระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำโปรแกรมระบบที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ตรวจสอบและประเมินคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลการประเมินโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{X}$	SD.	แปลผล
1. ด้าน Functional Performance Test	4.88	0.34	มากที่สุด
2. ด้าน Functional Test	4.97	0.18	มากที่สุด
3. ด้าน Usability Test	4.87	0.35	มากที่สุด
4. ด้าน Security Test	4.87	0.35	มากที่สุด
รวม	4.90	0.30	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อโปรแกรมระบบที่พัฒนาขึ้นเฉลี่ยมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.90, SD.=0.30) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุดทุกด้านตามลำดับ คือ ด้าน Functional Test และ ด้าน Usability Test ด้าน Functional Performance Test และด้าน Security Test

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ พบว่า ระบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการค้นหาและสำเนาสื่อผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญองค์ประกอบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

6.2 ผลการพัฒนาระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการนำสื่อที่อยู่ในระบบอีดีแอลสแควร์มาจัดหมวดหมู่ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ และการค้นหาสื่อในระบบด้วยวิธี DFS() และแสดงผลการค้นหาสื่อตามลำดับทศนิยมดิวอี้เพื่อให้ผู้ใช้เลือกสำเนาสื่อตามความต้องการ

6.3 ผลการหาประสิทธิภาพของระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพความแม่นยำและความถูกต้องในการค้นคืน ร้อยละ 100.00

6.4 ผลการการประเมินระบบการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบทศนิยมดิวอี้โดยผู้เชี่ยวชาญ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] โครงการจัดทำเนื้อหาระบบอีเลิร์นนิง. (2552). เอกสารโครงการจัดทำเนื้อหาระบบ e-Learning ของการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เฉลิมพระเกียรติเนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www .edltv.thai.net. วันที่สืบค้น 2555, พฤษภาคม 20.

[2] สำนักงานเลขานุการโครงการ. (2555). เอกสารรายงานผลการดำเนินภายใต้โครงการเครือข่ายเผย แพร่ถ่ายทอด และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบนระบบ e-Learning (eDL-Square). กรุงเทพฯ.

[3] มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. (2556). รายงานผลการดำเนินงานกิจกรรมค่ายอาสา ระยะที่ 1 โครงการเครือข่ายสื่ออีดีแอลทีวี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2556. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

[4] วรปภา อารีราษฎร์, ละอองทิพย์ มัทธุรส, มนต์ชัย เทียนทอง และดุษณี ศุภวรรธนะกุล. (2557). นวัตกรรมสื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอน. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 วันที่ 8-9 พฤษภาคม 2557. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] ลักขณา พรมพรรณา. (2552). เทคโนโลยีกับการจัดการความรู้ : เครื่องมือค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทางวิชาการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://mazharlaliwala. wordpress.com /2011 /07/27/treasure-of-e-books/ วันที่สืบค้น 2556, มกราคม 21.

[6] Prabowo, R. et al, (2002). Ontology-Based Automatic Classification for the WebPages: Design, Implementation and Evaluation. Proceedings of the 3rd International Conference on Web Information Systems Engineering.

[7] วรรณวิภา ปลัดคุณ. (2545). ความพึงพอใจของคณาจารย์ต่อการจัดหาทรัพยากรสารนิเทศของห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ. วิทยานิพนธ์ศิลปะศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[8] Yelton, Andromeda. (2001). Non-Western Languages and Literatures in the Dewey Decimal Classification Scheme. Information Technology And Library. pp. 7-15.

[9] Bhattacharjee, Pijush Kanti. (2010, August). Modified Dewey Decimal Classification Theory for Library Materials Management, International Journal of Innovation, Management and Technology, 1(3), 292-294.

[10] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557ก). การพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้สู่แท็บเล็ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.otpcappcon.com วันที่สืบค้น 2556, สิงหาคม 25.

[11] Ferber, R. & Thiel, U. (1996). Digital Libraries and Information Retrieval. ERCIM News, 927,15-27.

[12] วิไลพร เลิศมหาเกียรติ และอนิราช มิ่งขวัญ. (2553, กันยายน-ธันวาคม). นวัตกรรมการค้นคืนสารสนเทศแบบสหความสัมพันธ์. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 20(3), 514-523.

[13] บุญฤทธิ์ แสงแก้ว. (2557). การค้นคืนสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.bannatad. human.cmu.ac.th/ index.php /bannatad/article/download/.../34. วันที่สืบค้น 2557, กันยายน 5.

[14] บุญเสริม กิจศิริ. (2546). อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล. รายงานวินิจฉัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน ปีงบประมาณ 2545. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[15] เนรมิต ชุมสาย ณ อยุธยา. (2550). เรียนรู้โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ด้วย JAVA. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS กรณีศึกษาการท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต

Application Development on iOS for Cycling to Travel A Case Study: Phuket Tourism

อมรรัตน์ ประสิทธิ์ศุภโรจน์(Amonrat Prasitsupparote)[1] ภูริพงศ์ ภูมิระวิ(Phuriphong Phumirawi)[2]
อภิชญา ขวัญแก้ว(Apichaya Khwankaew)[3] และกานต์ธิดา นานอน(Kantida Nanon)[4]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
[1]amonrat.pr@phuket.psu.ac.th, [2, 3,4]project039046058@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้คนนิยมปั่นจักรยานมากขึ้น และใช้สมาร์ทโฟนในการเก็บเส้นทางที่ปั่นไปเพื่อจะดูประวัติการปั่นของตนเอง ซึ่งในปัจจุบันมีแอพพลิเคชันให้เลือกใช้เป็นจำนวนมาก แต่แอพพลิเคชันเหล่านั้นจะมีระบุตำแหน่งของจุดแวะพัก ห้องน้ำ หรือร้านซ่อมจักรยานในแผนที่เส้นทาง สำหรับนักปั่นจักรยานที่ไม่รู้จักเส้นทาง หรือนักปั่นจักรยานที่ปั่นเพื่อการท่องเที่ยวไปในที่ต่าง ๆ จุดเหล่านี้สำคัญมาก หากทราบจุดต่าง ๆ เหล่านี้จะสามารถวางแผนการเดินทางได้ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS สำหรับการท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับแอพพลิเคชันที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเพิ่มส่วนของจุดต่าง ๆ คือ ตำแหน่งของจุดแวะพัก ห้องน้ำ หรือร้านซ่อมจักรยาน ผู้วิจัยใช้การประเมินผลแอพพลิเคชันแบบ Usability Testing โดยให้ผู้ใช้งานแอพพลิเคชันทำแบบประเมินความพึงพอใจออนไลน์ มีผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 32 คน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจอยู่ที่มากที่สุด

คำสำคัญ: แอพพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา การท่องเที่ยว การปั่นจักรยาน การระบุตำแหน่งด้วย GPS

Abstract

Nowadays, cycling was one of the most popular sports in Phuket. Most cyclists use their smart phones to keep their route workout to smart phone that they can view their route workout data, and comprehensive workout history. There are many applications in the App store but they cannot locate the viewpoint, toilet or bicycle repair shop. This research develops an application on iOS for cycling to travel that focus on Phuket tourism that it can locate the viewpoint, toilet or bicycle repair shop on the route workout data or on the map. We use the usability testing for examine this application. There are 32 respondents from the online questionnaire. As a result, all respondents are very satisfied.

Keywords: Mobile Application, Tourism, Cycling, GPS Tracking.

1. บทนำ

จังหวัดภูเก็ตเป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมติดอันดับต้นๆ ของประเทศไทย สามารถดึงดูดผู้คนทั่วโลกมาท่องเที่ยว และสร้างรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก รายรับจากการท่องเที่ยวของประเทศไทยถือเป็นอันดับที่ 1 ในภูมิภาคอาเซียน การท่องเที่ยวของประเทศไทยสร้างรายได้เข้าประเทศร้อยละ 9 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศทั้งหมด และมีการจ้างงานคิดเป็น 5% ของจำนวนแรงงานทั้งหมดภายในประเทศ [1] ส่งผลให้ผู้คนที่อาศัยอยู่ในภูเก็ตส่วนใหญ่ประกอบอาชีพในภาคการท่องเที่ยว [2]

ภูมิประเทศของจังหวัดภูเก็ตเป็นเกาะขนาดเล็กสามารถขับรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์วนรอบภายใน 1 วันได้ จึงมีนักท่องเที่ยวจำนวนมากนิยมเช่ารถจักรยานยนต์เพื่อขับท่องเที่ยวสถานที่ต่างๆ รอบภูเก็ต ปัจจุบันร้านให้เช่าจักรยานยนต์เริ่มมีจักรยานให้เช่า เนื่องจากมีนักท่องเที่ยว

จำนวนไม่น้อยทั้งคนไทย และต่างประเทศต้องการใช้จักรยานแทนจักรยานยนต์ การมาปั่นจักรยานในสถานที่อื่นๆ ทำให้พวกเขาสามารถบันทึกเส้นทางการปั่นจักรยานใหม่ๆ ส่งให้เพื่อนคนอื่นๆ ได้ดู และแสดงความคิดเห็นต่างๆ ร่วมกัน เส้นทางในจังหวัดภูเก็ตมีทั้งเส้นทางเรียบชาดหาดมีบรรยากาศสวยงาม บางเส้นทางก็มีเนินเขา หรือทางชันมากๆ ซึ่งเป็นสิ่งท้าทายสำหรับผู้นิยมการปั่นจักรยานขึ้นทางชัน [3]

สำหรับนักท่องเที่ยวที่มาปั่นจักรยานในจังหวัดภูเก็ต หรือนักปั่นที่ไม่คุ้นเคยเส้นทาง ซึ่งบางเส้นทางเป็นเส้นทางที่ไม่มีผู้คนอาศัยอยู่ หากเกิดปัญหากับจักรยานจะทำให้ไม่สามารถปั่นต่อได้ และไม่ทราบว่ามีร้านซ่อมอยู่ที่ใดบ้าง หรือขณะปั่นอยู่เกิดต้องการเข้าห้องน้ำ ก็จะไม่ทราบว่าต้องปั่นไปอีกไกลเท่าใดจึงจะมีห้องน้ำให้เข้า

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งผู้พัฒนามุ่งเป้าให้ผู้ใช้งานเป็นบุคคลที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ผู้พัฒนาเลือกพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ iOS เท่านั้น แอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ผู้ใช้สามารถเลือกดู หรือปั่นตามเส้นทางต่างๆ ที่คนอื่นเคยปั่นไว้แล้ว และมาร์คจุดต่างๆ ไว้ให้เช่น ห้องน้ำ ร้านซ่อมจักรยาน จุดสำหรับถ่ายรูปเป็นต้น รวมถึงผู้ใช้สามารถทราบปริมาณแคลลอรี่ที่ใช้ไปขณะปั่น ระยะทาง และเวลา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS คณะผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การปั่นจักรยานในจังหวัดภูเก็ต

ปัจจุบันผู้คนหันมาปั่นจักรยานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในจังหวัดภูเก็ต เพราะนอกจากจะได้ท่องเที่ยวไปในสถานที่ต่างๆ ยังช่วยให้ได้ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอีกด้วย การปั่นจักรยานไปชมวิว ทิวทัศน์ท่ามกลางอากาศบริสุทธิ์ตามจุดต่างๆ ของเกาะภูเก็ต นอกจากจะช่วยให้สุขภาพของผู้ปั่นดีขึ้นแล้วยังช่วยทำให้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่โลกนี้ด้วย [4]

ด้วยเหตุนี้การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยสำนักงานภูเก็ตร่วมกับเทศบาลนครภูเก็ต และภาคเอกชนต่างๆ จัดกิจกรรมการปั่นจักรยานต่างๆ มากมายตลอดปีเช่น โครงการตามรอยอดีตล้ำค่า จากยุคเก่า สู่ยุคใหม่ กิจกรรมปั่นกันหรอย ปั่นกันหลาย โครงการส่งเสริมการท่องเที่ยวในเขตเมือง เป็นต้น ซึ่งทุกโครงการมีผู้เข้าร่วมปั่นจักรยานไม่ต่ำกว่า 200 คน สำหรับโครงการโครงการตามรอยอดีตล้ำค่า จากยุคเก่า...สู่ยุคใหม่ มีผู้เข้าร่วมถึง 600 คน [5] จะเห็นได้ว่าผู้คนหันมาสนใจการปั่นจักรยานมากขึ้น ยิ่งมีการจัดกิจกรรมการปั่นจักรยาน นักปั่นจากที่ต่างๆ ในจังหวัดภูเก็ตก็จะได้พบปะสังสรรค์ และทำกิจกรรมร่วมกัน

2.2 แอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยาน

ปัจจุบันแอพพลิเคชันที่ใช้สำหรับบันทึกเส้นทางจักรยานหรือประวัติการปั่นของแต่ละบุคคลมีให้เลือกมากมายทั้งฟรีและเสียเงิน แอพพลิเคชันเหล่านี้อาศัยความสามารถของ GPS ในสมาร์ทโฟน ในการระบุตำแหน่ง หรือการนำทาง ซึ่งบางแอพพลิเคชันมีระบบนำทาง และระบุตำแหน่ง บางแอพพลิเคชันสามารถระบุตำแหน่งได้เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมีการนำ GPS มาใช้ในการท่องเที่ยวดังเช่นใน [6] ได้กล่าวถึงการนำ GPS ของสมาร์ทโฟนมาช่วยในการนำทางไปสถานที่ท่องเที่ยว และบอกสถานที่ท่องเที่ยวใกล้ๆ กับตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน

ดังนั้นผู้วิจัยได้จำแนกคุณสมบัติต่างๆ ของแต่ละแอพพลิเคชันที่เป็นที่นิยมของกลุ่มนักปั่นจักรยานในจังหวัดภูเก็ตจากการสอบถามในกลุ่ม Facebook ต่างๆ ของนักปั่นจักรยาน ซึ่งสามารถสรุปได้จำนวน 4 แอพพลิเคชันที่มีผู้ตอบแบบสอบถามสูงสุดคือ Strava, Runtastic, Endomondo และ MapMyRide ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าทั้ง 4 แอพพลิเคชันมีฟังก์ชันการทำงานคล้ายๆ กันคือ สามารถคำนวณปริมาณแคลอรี่ได้ แชร์เส้นทางผ่าน Social Media วัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดความเร็วในการปั่น การจัดอันดับการปั่น และประวัติการปั่น ในส่วนการนำทางจะมีเพียงแอพพลิเคชัน MapMyRide เท่านั้น แต่สิ่งที่ทั้ง 4 แอพพลิเคชันไม่มีคือ การแสดงจุดแวะพัก ห้องน้ำ และร้านซ่อมจักรยาน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS สำหรับการท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งจะมีฟังก์ชันการทำงานที่พื้นฐานเหมือนกับ

แอพพลิเคชันทั้ง 4 ที่ได้กล่าวมาคือ สามารถคำนวณปริมาณแคลอรี่ได้ แชร์เส้นทางผ่าน Social Media วัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดความเร็วในการปั่น การจัดอันดับการปั่น และประวัติการปั่น และการนำทาง แต่สิ่งที่เพิ่มเข้ามาคือ การแสดงจุดแวะพัก ห้องน้ำ และร้านซ่อมจักรยาน ซึ่งเป็นสิ่งที่แอพพลิเคชันทั้ง 4 ไม่มี

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบแอพพลิเคชันปั่นจักรยาน

ฟังก์ชันการทำงาน	Strava	Runtastic	Endo mondo	MapMy Ride
คำนวณปริมาณแคลอรี่	✓	✓	✓	✓
แชร์เส้นทางผ่าน Social Media	Facebook, Twitter, Instagram	Facebook, Twitter, Email	Facebook, Twitter	Facebook, Twitter, Email
วัดอัตราการเต้นของหัวใจ	✓	✓	✓	✓
วัดความเร็วในการปั่น	✓	✓	✓	✓
แสดง จุดแวะพัก ห้องน้ำ และร้านซ่อมรถจักรยาน	×	×	×	×
การนำทาง	×	×	×	✓
การจัดอันดับการปั่นและประวัติการปั่น	✓	✓	✓	✓

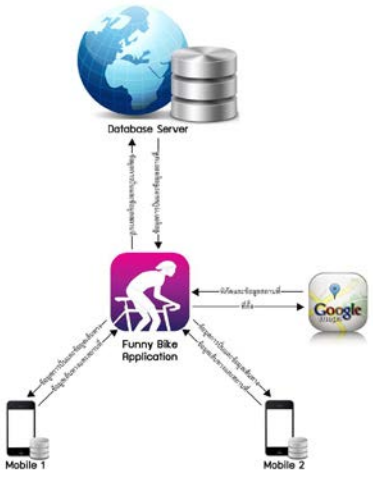
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

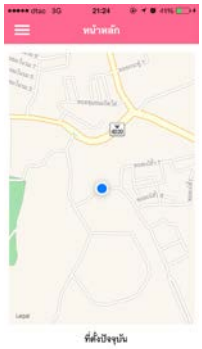
จากหัวข้อ 2.2 ได้กล่าวถึงแอพพลิเคชันต่างๆ ที่อยู่ใน App Store และให้ผู้ใช้ได้ดาวโหลดไปใช้ได้ฟรี จะเห็นได้ว่าทุกแอพพลิเคชันไม่มีการแสดงว่าในเส้นทางมีจุดใดเป็นห้องน้ำ ร้านซ่อมจักรยาน หรือเป็นจุดที่เหมาะสำหรับถ่ายรูป ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำข้อด้อยของแอพพลิเคชันอื่นๆ มาพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS โดยมุ่งเป้าเฉพาะจังหวัดภูเก็ตในระยะแรก

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้พัฒนาได้ออกแบบให้แอพพลิเคชันสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ iOS เท่านั้น และใช้ภาษา Objective-C ในการพัฒนา ส่วนของข้อมูลจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล MySQL การคำนวณแคลอรีจะใช้ API ของ MapMyRide [7] โดยจะใช้ JSON ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแอพพลิเคชัน และ API ดังภาพที่ 1



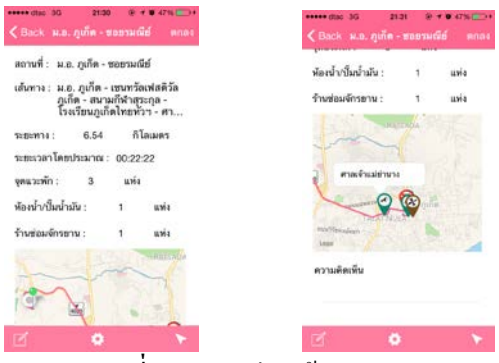
ภาพที่ 1: Architecture ของแอพพลิเคชัน



ภาพที่ 2: ที่ตั้งปัจจุบัน



ภาพที่ 3: เลือกเส้นทาง



ภาพที่ 4: รายละเอียดเส้นทาง

เมื่อผู้ใช้เปิดแอพพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอสำหรับเข้าสู่ระบบโดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้ Facebook account หรือจะลงทะเบียนใหม่ได้ หากเข้าสู่ระบบสำเร็จจะแสดงแผนที่ที่ตั้งปัจจุบันของผู้ใช้ดังภาพที่ 2 ผู้ใช้สามารถเลือกดูเส้นทางต่างๆ ที่ผู้อื่นๆ เคยปั่นไว้ได้ดังภาพที่ 3 เมื่อเลือกเส้นทางจะมีรายละเอียดของเส้นทางคือ ชื่อเส้นทาง รายละเอียดเส้นทาง ระยะทาง จุดแวะพัก ห้องน้ำ ร้านซ่อมจักรยาน และแผนที่ของเส้นทางดังภาพที่ 4 ซึ่งจะมีหมุดปักให้เห็นถึงจุดแวะพัก ห้องน้ำ และร้านซ่อมจักรยาน ในหมุดแต่ละอันก็จะมีรูปภาพประกอบหากมีผู้อื่นเพิ่มรูปไว้ดังภาพที่ 5 อีกทั้งสามารถแสดงความคิดเห็นกับเส้นทางดังกล่าวได้ดังภาพที่ 6 การทำงานหลักๆ ของแอพพลิเคชันประกอบด้วย

1) นำทาง เป็นการปั่นจากเส้นทางที่มีไว้ให้เลือก ซึ่งสามารถค้นหาเส้นทางได้ และเมื่อเลือกเส้นทางก็จะแสดงเส้นทางตามแผนที่พร้อมทั้งระบุแผนที่ดังภาพที่ 7 หากมีการปั่นออกนอกเส้นทาง เมื่อปั่นจบจะมีการปรับปรุงเส้นทางที่ปั่นไป
2) ปั่นโดยไม่เลือกเส้นทาง เป็นการปั่นที่เริ่มจากตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ซึ่งเส้นทางที่เกิดจากการปั่นจะมีการคำนวณพิกัด คำนวณแคลอรี่ให้ผู้ใช้ รวมไปถึงการเก็บเส้นทางไว้ให้ผู้อื่นได้เลือกปั่น
3) อันดับการปั่น แต่ละเส้นทางที่ถูกเก็บไว้จะมีการจัดอันดับบุคคลที่ปั่นในเส้นทางนั้นๆ โดยสามารถเลือกดูเฉพาะอันดับของตนเอง หรือดูทุกคนที่เคยปั่นในเส้นทางดังกล่าวได้ รวมถึงสามารถเรียงอันดับจากความเร็ว หรือเวลาที่ใช้ในการปั่นได้อีกด้วยดังภาพที่ 8
4) ประวัติการปั่น ผู้ใช้สามารถดูประวัติการปั่นของตนเองได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 5: ภาพสถานที่



ภาพที่ 6: ความคิดเห็นเส้นทาง



ภาพที่ 7: การนำทาง



ภาพที่ 8: อันดับการปั่น



ภาพที่ 9: ประวัติการปั่น

3.3 การออกแบบการทดสอบระบบ

ผู้วิจัยใช้การประเมินผลแอพพลิเคชันแบบ Usability Testing ซึ่งเป็นการประเมินจากการทดสอบด้านความง่าย และด้านความ สะดวกในการใช้งานแอพพลิเคชันจากผู้ใช้ โดยมีรายการประเมิน 10 ข้อ แต่ละข้อมีระดับคะแนนความพึงพอใจ 1-5 รายการประเมินประกอบด้วย

1) ความง่ายต่อการใช้งานของแอพพลิเคชัน
2) ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ
3) ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ
4) ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ
5) ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย
6) ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์ หรือรูปภาพในการสื่อ
7) ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ
8) ความเหมาะสมในการโต้ตอบระหว่างแอพพลิเคชันกับผู้ใช้

9) ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ
10) คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย

ตารางที่ 2: เกณฑ์การอ่านคะแนนเฉลี่ย

ระดับความพึงพอใจ	ค่าคะแนนเฉลี่ย
พึงพอใจมากที่สุด	4.21 – 5.00
พึงพอใจมาก	3.41 – 4.20
พึงพอใจ	2.61 – 3.40
พึงพอใจน้อย	1.81 – 2.60
พึงพอใจน้อยที่สุด	1.00 – 1.80

จากตารางที่ 2 เป็นเกณฑ์การอ่านคะแนนเฉลี่ยเพื่อระบุระดับความพึงพอใจ โดยกำหนดระดับความพึงพอใจไว้ทั้งหมด 5 ระดับดังตาราง

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ให้ผู้ปั่นจักรยานในจังหวัดภูเก็ตทดลองใช้แอพพลิเคชัน และทำแบบทดสอบ โดยให้เข้าไปทำในระบบออนไลน์ของ Google มีผู้ทำแบบทดสอบทั้งสิ้น 32 คน เป็นชายร้อยละ 56 หญิงร้อยละ 44 โดยมีกลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีร้อยละ 16 และกลุ่มอายุ 20 ถึง 30 ปี ร้อยละ 84 ในส่วนของกลุ่มอายุ 31 ถึง 40 ปี และอายุตั้งแต่ 51 ปี ไม่มีผู้ตอบแบบสอบถาม ได้ผลประเมินความพึงพอใจดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.62-0.78 แสดงให้เห็นว่าการกระจายข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละรายการประเมินเกาะกลุ่มกัน ดังนั้นค่าเฉลี่ยของแต่ละรายการประเมินสามารถเชื่อถือได้ เมื่อนำค่าเฉลี่ยไปตรวจสอบกับเกณฑ์การอ่านค่าเฉลี่ยในตารางที่ 2 พบว่ารายการประเมิน 9 รายการได้รับระดับความพึงพอใจมากที่สุด และรายการประเมิน “ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย” ได้รับระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งเป็นเพียงรายการประเมินเดียวที่ได้รับระดับความพึงพอใจมากแต่ก็มีค่าเฉลี่ยที่ 4.19

ตารางที่ 3: ผลประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ

รายการประเมิน	คะแนนความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$	SD	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1			
1.ความง่ายต่อการใช้งานของแอพพลิเคชัน	16	14	2	0	0	4.44	0.62	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	15	14	3	0	0	4.38	0.66	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	15	13	3	1	0	4.31	0.78	พึงพอใจมากที่สุด
4.ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	14	13	5	0	0	4.28	0.73	พึงพอใจมากที่สุด
5.ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	12	14	6	0	0	4.19	0.74	พึงพอใจมาก
6.ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์ หรือรูปภาพในการสื่อ	16	10	6	0	0	4.31	0.78	พึงพอใจมากที่สุด
7.ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	14	15	3	0	0	4.34	0.65	พึงพอใจมากที่สุด
8. ความเหมาะสมในการโต้ตอบระหว่างแอพพลิเคชันกับผู้ใช้	15	13	4	0	0	4.34	0.70	พึงพอใจมากที่สุด
9.ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	12	19	1	0	0	4.28	0.77	พึงพอใจมากที่สุด
10.คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	20	9	3	0	0	4.53	0.67	พึงพอใจมากที่สุด

5. อภิปรายและสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการปั่นจักรยานท่องเที่ยวบนระบบปฏิบัติการ iOS เนื่องมาจากในปัจจุบันแอพพลิเคชันที่มีอยู่ใน App Store ทั้งฟรี และเสียเงินไม่มีในส่วนการระบุว่าจุดใดในเส้นทางมีห้องน้ำ จุดแวะพัก หรือร้านซ่อมจักรยาน ส่งผลให้นักท่องเที่ยว หรือคนท้องถิ่นที่ไม่ชำนาญเส้นทาง ไม่ทราบว่าต้องปั่นไปอีกไกลเท่าใดจึงจะพบสถานที่เหล่านั้น และไม่สามารถวางแผนการเดินทางได้ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะพัฒนาแอพพลิเคชันที่มีการทำงานพื้นฐานอื่นๆ เช่นเดียวกับแอพพลิเคชันที่มีอยู่ใน App Store และเพิ่มส่วนที่ขาดเข้าไปคือ มีการระบุในแต่ละเส้นทางว่าจุดใดคือห้องน้ำ จุดแวะพัก หรือร้านซ่อมจักรยานโดยผู้อื่นที่เคยปั่นเส้นทางดังกล่าวมาแล้ว และสามารถแสดงความคิดเห็นโดยบุคคลอื่นๆ เกี่ยวกับเส้นทางดังกล่าวได้

จากการนำแอพพลิเคชันนี้ให้นักปั่นทดลองใช้งาน โดยให้ทำแบบประเมินความพึงพอใจออนไลน์มีผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 32 คน เป็นชายร้อยละ 56 และหญิงร้อยละ 44 ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 16 และอายุ 20 ถึง 30 ร้อยละ 84 สำหรับกลุ่มอายุตั้งแต่ 31 ปีขึ้นไปไม่มีผู้ตอบแบบสอบถาม จากการประเมินความพึงพอใจทุกรายการประเมินพบว่ามีค่าเฉลี่ยคือ 4.34 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 0.66 จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแปลผลได้ว่าการกระจายของข้อมูลมีน้อย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวมอยู่ที่พึงพอใจมากที่สุด

โดยสรุปแล้วงานวิจัยชิ้นนี้สามารถช่วยให้นักปั่นจักรยานวางแผนการเดินทางได้ เมื่อปั่นไปในเส้นทางที่ไม่เคยไป ขณะปั่นไปในเส้นทางต่างๆ ก็สามารถทราบได้ว่าอีกไกลเท่าใดจึงจะพบห้องน้ำ จุดแวะพัก หรือร้านซ่อมจักรยาน จึงเป็นส่วนหนึ่งประกอบการตัดสินใจของนักปั่นว่าควรจะปั่นต่อไปข้างหน้าหรือปั่นกลับเพื่อไปหาจุดต่างๆ ที่ต้องการ

ในอนาคตอาจจะมีการพัฒนาแอพพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการอื่นๆ เช่น แอนดรอยด์ วินโดว์โฟน และอื่นๆ เพื่อให้นักปั่นทุกคนสามารถใช้งานแอพพลิเคชันได้ และควรมีการปรับปรุงสีของตัวอักษร และรูปภาพ การใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมายต่างๆ รวมถึงการเลือกภาษาสำหรับการแสดงผลเพื่อให้นักท่องเที่ยวต่างชาติสามารถใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, “ข้อมูลด้านการท่องเที่ยวในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.phuket.go.th/webpk/file_data/asian/01.pdf. [สืบค้น: 06-Mar-2015].

[2] ศาลากลางจังหวัดภูเก็ต, “ข้อมูลการท่องเที่ยว จังหวัดภูเก็ต,” เว็บไซต์ประจำจังหวัดภูเก็ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.phuket.go.th/webpk/contents.php?str=travel. [สืบค้น: 06-Mar-2015].

[3] Phuket E-Magazine Blog, “จักรยานท่องเที่ยว.” [ออนไลน์]. Available: http://www.phuketemagazine.com/blog/2012/07/phuket-international-mtb-jamboree-2012. [สืบค้น: 06-Mar-2015].

[4] Tourism Authority of Thailand, “Thailand Travel Guide for Phuket.,” *Thailand Travel Guide for Phuket.*, 06-Mar-2015. [Online]. Available: http://www.tourismthailand.org/Phuket.

[5] สำนักงานเทศบาลนครภูเก็ต, “กิจกรรม เทศบาลนครภูเก็ต.” [ออนไลน์]. Available: http://www.phuketcity.go.th/gallery. [สืบค้น: 06-Mar-2015].

[6] ฉวีวรรณ ทุ่งสิบสาม, “ระบบนำทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมผ่านดาวเทียมบอกพิกัด,” สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

[7] MapMyFitness, “Under Armour Developer.” [Online]. Available: https://developer.underarmour.com/. [Accessed: 09-Mar-2015].

โปรแกรมต้นแบบระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ภายใต้การตัดสินใจการจัดสรรน้ำอย่างเหมาะสมในเขตพื้นที่ชลประทานฝายไม้เสียบ จังหวัดนครศรีธรรมราช

A Prototype of Geographic Information System based on Appropriate Irrigation Decisions in Maiseab Weir, Nakhon Si Thammarat Province

สรินธร วงศ์หยกสุริยา(Sarintorn Wongyoksuriya)[1] อรจิรา สิทธิศักดิ์(Onjira Sitthisak)[2]

และอนิศรา เพ็ญสุข ติ๊บแก้ว(Anisara Pensuk Tibkaew)[3]

[1,2]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

[3]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน

มหาวิทยาลัยทักษิณ

[1]sarintorn.wongyoksuriya@gmail.com, [2]onjira.sitthisak@gmail.com, [3]anisara.pensuk@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโปรแกรมต้นแบบสำหรับการคำนวณหาปริมาณและลำดับในการจัดสรรน้ำแก่พืช ได้แก่ ข้าว ยางพารา และปาล์มของฝายไม้เสียบ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำที่ไม่มีการคำนึงถึงลำดับการจัดสรรน้ำก่อน-หลัง และกำไรรวมสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวพืชทั้งหมด ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยการนำโปรแกรม CropWat มาคำนวณหาความต้องการพืช และประยุกต์ใช้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Models) มาสร้างแบบจำลองช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกจัดสรรน้ำ จากนั้นนำองค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของแผนที่ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมต้นแบบของระบบสามารถนำไปพัฒนาเพื่อคำนวณหาปริมาณและลำดับการจัดสรรน้ำแก่พื้นที่การเกษตรเพื่อให้พืชได้รับน้ำอย่างทั่วถึงและเกิดกำไรสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณน้ำได้

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ CropWat ชลประทาน

Abstract

The aim of this paper is to create a prototype for calculating the quantity and finding optimal irrigation schedule for water allocation to crops such as rice, rubber trees and palm trees in Maiseab weir. The prototype was developed to solve the problem of water allocation without considering irrigation schedule and getting total profit from the harvest of all crops. The researchers implemented the prototype as web application and using CropWat Program for computing crops water requirements and applying Linear Programming Models to create a model for supporting appropriate irrigation decisions. Then, the Geographic Information Systems display the results in the form of maps. The results of the study demonstrated that this prototype can be developed for computing crops water requirements and irrigation schedule of water allocation and maximum profit from the harvest of all crops.

Keywords: Decision Support System, Linear Programming Models, Geographic Information System, CropWat, Irrigation.

1. บทนำ

เนื่องจากฝายคลองไม้เสียบได้มีการครอบคลุมดูแลการให้น้ำแก่พื้นที่การเกษตรจำนวน 43,072 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา 5,906 ไร่ สวนยางพารา 20,259 ไร่ สวนปาล์ม 1,309 ไร่ และพื้นที่อื่นๆ เช่น สวนผลไม้ และข้อมูลอื่นๆรวม 15,598 ไร่ ทำให้น้ำในฝายครองไม้เสียบไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช จึงทำให้มีการแบ่งเขตพื้นที่ส่งน้ำออกเป็น 9 โซน และจัดระบบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนเป็นรอบเวรตามปริมาณความ

ต้องการน้ำของพืชและตามข้อตกลงระหว่างผู้รับน้ำกับผู้ส่งน้ำ [1] ซึ่งการส่งน้ำดังกล่าวจะไม่คำนึงถึงลำดับการจัดส่งน้ำก่อน-หลัง ส่งผลให้ไม่ได้รับผลกำไรสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืช ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการจัดสรรน้ำดังกล่าวอาจส่งผลให้การจัดสรรน้ำไม่เป็นไปตามความเหมาะสมในการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Models) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System :DSS) [2] มาประยุกต์ใช้ในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อหาปริมาณและลำดับการจัดส่งน้ำสำหรับการปลูกข้าวยางพารา และปาล์มในแต่ละโซน เพื่อการจัดสรรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยพิจารณาจากกำไรรวมสูงสุดที่ได้รับจากการเก็บเกี่ยวพืชโตเต็มวัยที่สามารถให้ผลผลิตจากการได้รับน้ำตลอดช่วงระยะเวลา 1 ปี จากนั้นระบบจะนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) [3]

ในบทความนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ระบุปัญหา และแนวทางการแก้ไขของระบบ ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายถึงตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น โปรแกรม CropWat ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และโปรแกรม ArcGIS และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 กล่าวถึงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming : LP) [4], [5], [6] คือ แบบจำลองที่อยู่ภายใต้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) โดยเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหาและจัดสรรปัจจัยต่างๆ ในการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Model) จากข้อมูลทางเลือกทั้งหมด โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าต่ำสุด (Minimization) หรือค่าสูงสุด (Maximization) ที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) และฟังก์ชันข้อจำกัด (Constraint Functions) เป็นเส้นตรง

2.1.2 โปรแกรม CropWat คือ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดย Land and Water Development Division [7] ซึ่งมีความสามารถหลักในการคำนวณหาค่าความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration (ETo)), ความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirements) และความต้องการน้ำของพืชที่ต้องการจากการชลประทาน (Crop Irrigation Requirements) ตามสูตรของ Penman-Monteith เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการให้คำแนะนำการปรับปรุงระบบชลประทาน การวางแผนการให้น้ำ ภายใต้เงื่อนไขและสภาวะการให้น้ำแบบต่างๆ ทั้งยังช่วยในการประมาณการผลผลิตภายใต้การปลูกพืชแบบใช้น้ำฝนได้อีกด้วย โดยข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ คือ ข้อมูลชนิดของพืช และสภาพภูมิอากาศต่างๆ ของพื้นที่แปลงเพาะปลูก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ความเร็วลม เป็นต้น

2.1.3 โปรแกรม ArcGIS [8] เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลิตและจัดจำหน่ายโดยบริษัท ESRI จำกัด โดยสร้างมาจากเทคโนโลยี Component Object Model (COM) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสามารถช่วยให้ผู้ใช้ปรับแก้ไขข้อมูลภูมิศาสตร์ และสามารถสร้างส่วนเพิ่มเติมไว้ใช้เองได้อีกด้วย ซึ่งองค์ประกอบของ ArcGIS ประกอบด้วย ชุดโปรแกรม ArcView ArcEditor ArcInfo สำหรับการนำเข้า แก้ไข วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของแผนที่,ชุดโปรแกรม ArcSDE และ Enterprise Database สำหรับการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และชุดโปรแกรม ArcIMS สำหรับการให้บริการแผนที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.1.4 ความเชื่อมั่นของการวิจัย (Research Reliability) [9] คือ ผลของการวิจัยเรื่องหนึ่งที่มีความแน่นอนคงที่ (Consistency) เป็นส่วนที่ช่วยรับรองได้ว่างานวิจัยนั้นมีความน่าเชื่อถือ โดยสามารถทำการวัดได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้กับงานวิจัย เช่น การวัดความเท่ากัน (Measure of Equivalence) หรือวิธีการใช้เครื่องมือคู่ขนาน เป็นการนำเครื่องมือ 2 ชุด ซึ่งมีลักษณะเหมือนกัน คือ วัดตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน เวลาใกล้เคียงกัน วัดเรื่องเดียวกัน จากนั้นจึงนำคะแนน 2 ชุด มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) เป็นต้น เกณฑ์ในการพิจารณาความเชื่อมั่นนั้น Garett เสนอว่า ค่าตั้งแต่ 0.00-0.20 มีความเชื่อมั่นต่ำมาก 0.21-0.40 มีความเชื่อมั่นต่ำ 0.41-0.70 ความเชื่อมั่นปานกลาง และ 0.71-1.00 ความเชื่อมั่นสูง โดยความเชื่อมั่น (Reliability)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเกษตร

งานวิจัยของ Tzimopoulos, et al. [10] เลือก LP ประยุกต์ใช้งานในการวางแผนการเพาะปลูกพืชแตกต่างกัน เช่น มะเขือเทศ ฝ้าย บีทรูท ข้าว เป็นต้น เพื่อหาผลผลิตสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายในการชลประทาน ค่าใช้จ่ายในการทำการเกษตร และปริมาณน้ำในการจัดส่งน้ำแบบเครือข่ายชลประทาน (Irrigation Network) จากผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบการปลูกพืชจาก LP มีค่าสูงกว่าระบบการปลูกพืชที่ผ่านมา

งานวิจัยของ Bhuvandas, et al. [11] ได้เลือก LP มาประยุกต์ใช้งานต่างจากงานวิจัยของ Tzimopoulos, et al. [10] คือ การจัดส่งปริมาณน้ำแก่พืชด้วยวิธีการส่งน้ำแบบไหลไปบนผิวดิน (Surface Water) โดยจัดส่งปริมาณระดับน้ำที่แตกต่างกัน คือ 100%, 90%, 80% และ 70% ของปริมาณน้ำที่จัดส่งแก่การเพาะปลูกพืชทั้งหมด เพื่อหารายได้สูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืช ภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่การเพาะปลูก ระบบการปลูก และความต้องการน้ำของพืช ผลการวิจัยพบว่า การจัดส่งน้ำจะมีผลกระทบต่อรายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่ปลูกสองรอบต่อปี และพืชที่ปลูกได้ทั้งปี

2.2.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่

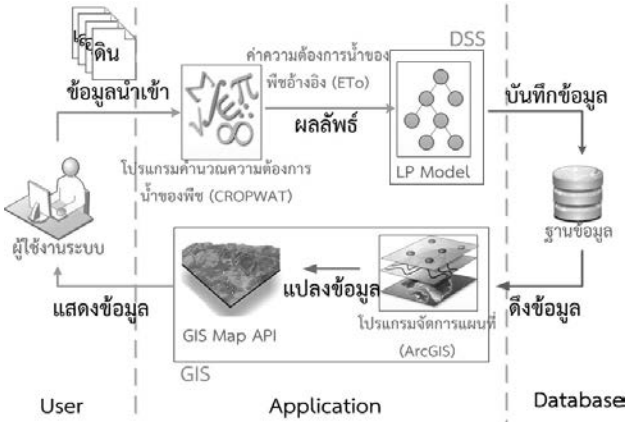
งานวิจัยของ Z. Chen et al. [12] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนตัดสินใจการจัดส่งน้ำชลประทานแก่พื้นที่การเกษตรบน WebGIS เพื่อแก้ไขปัญหาการใช้น้ำที่มีอย่างจำกัด โดยมีการคำนวณหาความสมดุลของน้ำ โดยการดัดแปลงสมการความต้องการน้ำของพืช Penman Monteith เพื่อหาทางเลือกในการจัดส่งที่ประหยัดที่สุด และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของแผนที่

งานวิจัยของ A. Peeters et al. [13] แตกต่างจากงานวิจัยของ Z. Chen et al. [12] คือ ระบบจะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบแผนที่ผ่านโปรแกรม ArcGIS สำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ (Spatial Decision Support System: SDSS) การส่งน้ำให้พื้นที่สวนที่มีสภาพแวดล้อมและการจัดสรรที่แตกต่างกัน และได้ใช้ GWR (Great woman-made River) ช่วยจัดความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทำนายผลกระทบในอนาคตที่มีสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ผ่านโปรแกรม ArcGIS

จากการค้นคว้างานวิจัยข้างต้นทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางสำหรับการนำวิธี LP และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้งานในการหารอบเวรและปริมาณการจัดส่งน้ำอย่างเหมาะสมโดยมุ่งเน้นในด้านการเกิดกำไรสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวพืช ภายใต้เงื่อนไขปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช และนำผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบแผนที่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดของระบบ



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดของโปรแกรมต้นแบบระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ภายใต้การตัดสินใจการจัดสรรน้ำ

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายภาพรวมของระบบได้ว่า เมื่อผู้ใช้งานระบบทำการป้อนข้อมูลปัจจัยการเพาะปลูกพืชต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระยะเวลาของแสงแดด เป็นต้น ให้กับโปรแกรม CropWat เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ตามสูตรของ Penman-Monteith แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะส่งไปยังตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (LP Model) เพื่อหากำไรรวมสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืช ภายใต้ข้อจำกัดของขนาดพื้นที่เพาะปลูก ชนิดของพืช และปริมาณน้ำ และส่งมาจัดเก็บลงสู่ฐานข้อมูล (Database) จากนั้นทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS และนำมาแสดงผลในรูปแบบแผนที่ (GIS) ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชัน (Web Application)

3.2 การทำงานของระบบ

ในการพัฒนาระบบผู้พัฒนาได้ใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL มีการนำโปรแกรม ArcGIS v. 10.2 มาใช้สำหรับการแก้ไขข้อมูลด้านภูมิศาสตร์ และโปรแกรม CropWat v.4.2 และ CropWat v.8.0 สำหรับการคำนวณความต้องการน้ำของพืช ระบบมีการประยุกต์ใช้ LP ในการคำนวนหารอบเวรและปริมานน้ำที่จัดส่งเพื่อให้เกิดกำไรรวมสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ภายใต้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในฝาย อีกทั้งยังนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาช่วยให้แสดงผลให้เข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานหลักเป็น 3 ขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการคำนวณความต้องการน้ำของพืช ด้วยโปรแกรม CropWat เป็นหน้าจอสำหรับคำนวณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ซึ่งระบบจะมีการเชื่อมต่อกับโปรแกรม CropWat เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถเปิดโปรแกรมผ่านหน้าจอได้ เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมจึงมีเรียกใช้โปรแกรม 2 version คือ CropWat v.4.2 สำหรับคำนวณความต้องการน้ำของยางพาราและปาล์ม และ CropWat v.8.0 สำหรับคำนวณความต้องการน้ำของข้าว ดังภาพที่ 2 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากคำนวณจะอยู่ในรูปแบบไฟล์ .CSV ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2: หน้าจอเปิดโปรแกรม CropWat ผ่านหน้าเว็บ

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	January	21.8	29.7	82	104	6.6	17.5	3.56
2	February	21.8	31.1	78	121	7.5	19.9	4.18
3	March	22.3	32.7	76	121	7.9	21.5	4.7
4	April	23.4	33.8	77	104	7.8	21.5	4.79
5	May	23.9	33.5	79	121	6.4	18.9	4.37
6	June	23.8	33.5	76	164	6.5	18.6	4.55
7	July	23.3	33.3	75	147	6.5	18.7	4.5
8	August	23.3	33.3	75	164	5.9	18.3	4.51
9	September	23.1	32.7	79	104	5.9	18.3	4.16
10	October	23	31.4	83	78	6	17.8	3.8
11	November	22.9	29.6	86	86	5.7	16.4	3.36
12	December	22.5	29.2	84	104	6.1	16.4	3.32
13								
14	Average	22.9	32	79	118	6.6	18.7	4.15

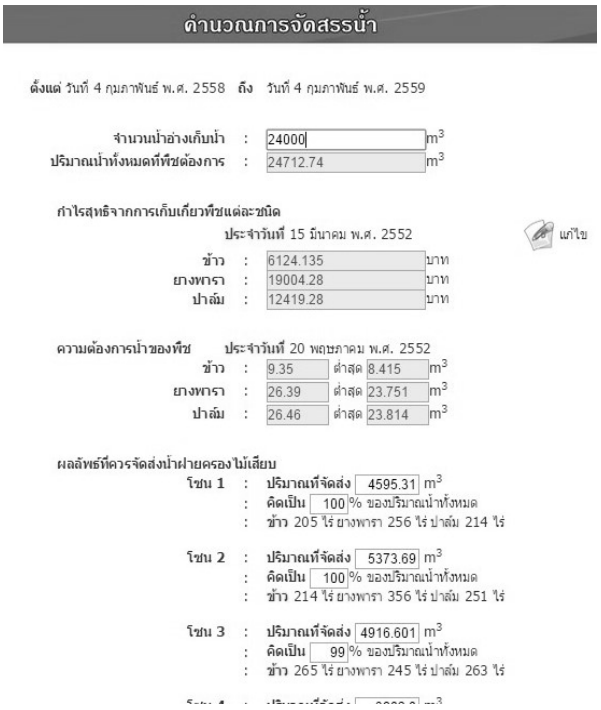
ภาพที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลความต้องการใช้น้ำในไฟล์ .CSV

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนการคำนวณปริมาณน้ำที่ควรจัดส่ง โดยระบบจะทำการดึงข้อมูลความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากไฟล์ .CSV มาคำนวณหาปริมาณการจัดส่งน้ำ โดยการนำค่าความต้องการใช้น้ำของพืช กำไรจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และปริมาณน้ำในฝายไม้เสียบที่ได้รับจากผู้ใช้มาเข้าสู่ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (LP Model) ซึ่งแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ขั้นตอน [14] คือ

1) สมการการหาช่วงของการจัดส่งน้ำที่ความเหมาะสมที่สุดของพืชแต่ละชนิด เป็นการนำปริมาณน้ำที่ผู้ใช้กำหนดมาคำนวณหาช่วงของการจัดส่งน้ำที่ความเหมาะสมที่สุดของพืชแต่ละชนิดที่มีช่วงการรับน้ำที่แตกต่างกัน เช่น ช่วงการเตรียมดินของการทำนาข้าวจะไม่มีการส่งน้ำให้แปลงข้าวในขนาดที่ยางพาราและปาล์มมีการส่งน้ำให้ตามปกติ เป็นต้น

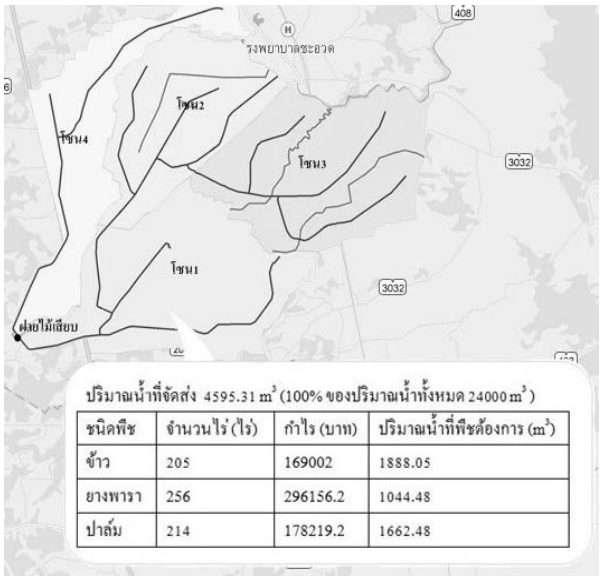
2) สมการสำหรับการหาค่าความเหมาะสม เป็นการหาค่าความเหมาะสมเพื่อคำนวณหากำไรรวมสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ภายใต้เงื่อนไขขนาดพื้นที่เพาะปลูก ชนิดของพืช และการส่งน้ำตามช่วงการจัดส่งที่คำนวณไว้ในสมการข้อที่ 1)

จากนั้นระบบจะทำการบันทึกลงสู่ฐานข้อมูลการจัดสรรน้ำ และแสดงผลกลับไปยังผู้ใช้งานระบบเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการจัดสรรน้ำสู่แปลงเพาะปลูก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอผลลัพธ์ในการจัดส่งน้ำไปยังแปลงเพาะปลูกตามโซน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการแสดงผลในรูปแบบแผนที่ ซึ่งเป็นส่วนที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถดูข้อมูลการจัดสรรน้ำในรูปแบบแผนที่ โดยระบบจะทำการร้องขอผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณการตัดสินใจจัดสรรน้ำในขั้นตอนที่ 2 และที่ตั้งคลองส่งน้ำจากฐานข้อมูลมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS จากนั้นนำมาแสดงผลในรูปแผนที่ โดยมีข้อมูลรายละเอียดต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำที่ควรจัดส่งในแต่ละโซน จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด กำไรที่ได้รับจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชแต่ละชนิด ปริมาณน้ำที่พืชต้องการแต่ละชนิด เป็นต้น ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอแสดงแผนที่ GIS

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทความนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นในการสร้างแบบจำลองสำหรับการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการคำนวณหาความต้องการน้ำของข้าว ยางพารา ปาล์ม และคำนวณหาลำดับรอบเวรและปริมาณการจัดสรรน้ำของพื้นที่การเกษตรไม้เสียบให้เกิดกำไรสูงที่สุด และปริมาณการส่งน้ำน้อยที่สุดผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้มีทางเลือกในการตัดสินใจจัดส่งน้ำให้แก่พื้นที่การเกษตรโซนต่างๆ แทนการส่งน้ำแบบรอบเวรตามข้อตกลงระหว่างผู้รับน้ำกับผู้ส่งน้ำแบบเดิม [1] โดยจะช่วยให้เกิดกำไรสูงขึ้น ซึ่งทำให้การส่งน้ำมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของแผนที่เพื่อช่วยให้สามารถเข้าใจข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

ในการจัดทำบทความนี้ผู้วิจัยได้พบปัญหาในเรื่องของกำไรที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่คงที่ เนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และสภาพอากาศที่แปรปรวนอาจส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ซึ่งหากกำไรที่ได้รับมีความเปลี่ยนแปลงมาก ผู้ใช้งานระบบจำเป็นต้องทำการคำนวณใหม่โดยแก้ไขกำไรสุทธิจากการเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิด โดยจากการศึกษาค่าสถิติของราคาข้าว ยางพารา และปาล์ม พบว่าสถิติแนวโน้มราคาปี 2558 นั้นราคาข้าวใกล้เคียงกับปี 2557 สำหรับราคายางพาราในประเทศมีแนวโน้มลดลงจากราคาปี 2557 และราคาปาล์มใกล้เคียงกับปี 2557 [15-17]

ในอนาคตผู้วิจัยได้มีแนวทางที่จะพัฒนาต่อยอดระบบ เพื่อการใช้งานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยระบบสามารถคำนวณ และระบุวัน และเวลาเปิด-ปิดของประตูระบายน้ำในแต่ละโซนได้ เช่น เปิดประตูระบายน้ำโซนที่ 1 จำนวน 2 วัน โดยเริ่มเปิดเวลา 08.00 น. จากนั้นจึงเปิดประตูระบายน้ำโซนที่ 3 จำนวน 1 วัน เริ่มเปิดเวลา 08.00 น. ตามลำดับ เป็นต้น เพื่อให้การจัดสรรน้ำของพื้นที่การเกษตรไม้เสียบที่เกิดประโยชน์สูงสุด และทำการทดสอบหาความน่าถือของระบบตามทฤษฎีความเชื่อมั่นของการวิจัย [9] เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกำไรที่ได้รับกับปริมาณน้ำที่จัดส่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนด้านข้อมูลจากโครงการคลองไม้เสียบ และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำปากพนังตอนบน สำนักงานชลประทานที่ 15 อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 และหน่วยวิจัยการจัดการความรู้และเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย

เอกสารอ้างอิง

[1] อุรินทร์ โสตรโยม กฤษฎา พิทักษ์ธรรม และพิสิฏฐ์ แสงมณี, “โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อประเมินความต้องการน้ำของพืช”, สำนักวิจัยและพัฒนากรมชลประทาน, 2556.

[2] ทวีศักดิ์ นาคม่วง, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System)”, [ออนไลน์], เข้าถึงจาก http://www.sirikitdam.egat.com/WEB_MIS/107/index.html (เมื่อ 5 สิงหาคม 2556).

[3] อุทัย สุขสิงห์, *การจัดการระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยโปรแกรม ArcView 3.2a 3.3.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2549.

[4] สัทธพงศ์ ใจจิตร, “การวิเคราะห์การทำงานของระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลป่าซาง จังหวัดลำพูน โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์แถวคอย” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

[5] ไฟฑูรย์ รอดวินิจ, “ลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง หลักและการใช้ในทางปฏิบัติ” มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2537.

[6] จักรินทร์ สุขหมอก, “การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อการจัดการ (Quantitative Analysis for Management)” คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, หน้าที่ 7-49.

[7] D. Clarke, M. Smith and K. El-Askari, “CROPWAT for Windows: User Guide” FAO, Rome, Institute of Irrigation and Development Studies (IIDS), Southampton UK, National Water Research Centre (NWRC), Cairo, Egypt, 1998.

[8] Esri. ArcGIS. Retrieved august 18, 2013, Available at http://www.esri.com/.

[9] สำนักทะเบียนและประมวลผล, “เทคนิคการหาความคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย”, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556

[10] C. Tzimopoulos et al., “Irrigation Network Planning Using Linear Programming”, in *Proceedings of the 12th International Conference on Environmental Science and Technology,* September 8-10, 2011, A1939–A1946.

[11] N. Bhuvandas et al., “Optimization Of Irrigation Area of Ukai Right Bank Main Canal-A Linear Programming Approach”, in *INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND MODELS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICM2ST-10)*, November, 2010, pp. 127-129.

[12] Z. Chen et al., “ Water-Saving Irrigation Management and Decision Support System Based on WEBGIS”, in *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*, October 29-31, 2011, pp. 301-312.

[13] A. Peeters et al., “Developing a GIS-based Spatial Decision Support System for Automated Tree Crop Management to Optimize Irrigation Inputs”, in *Proceedings of the sixth biannial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society*, July 1-5, 2012, pp. 1415-1422.

[14] สรินธร วงศ์หยกสุริยา และอรจิรา สิทธิศักดิ์, “การประยุกต์ใช้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรน้ำชลประทาน กรณีศึกษา: ฝายไม้เสียบ จังหวัดนครศรีธรรมราช” ใน : *International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, 31 กรกฎาคม 2557, โรงแรมภูแมนขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น, 2557, หน้าที่ 67-72.

[15] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, “สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2558”, [ออนไลน์], เข้าถึงจาก http://www.oae.go.th/main.php?filename= journal_all (เมื่อ 3 มีนาคม 2558).

[16] สำนักงานการค้าภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี, “ราคาปาล์มน้ำมันปี 2557”, [ออนไลน์], เข้าถึงจาก http://www.dit.go .th/SuratThani/contentdet.asp?deptid=66&id=10553 (เมื่อ 3 มีนาคม 2558).

[17] สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, “ความเคลื่อนไหวราคายางชนิดต่างๆ (Thailand rubber price)”, [ออนไลน์], เข้าถึงจาก http://www.rubber.co.th/rubber 2012/rubberprice_yr.php (เมื่อ 3 มีนาคม 2558).

การพัฒนาการบูรณาการระบบสารสนเทศบุคลากร โดยใช้ตัวแบบทูน่า กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเนชั่น

A Development of Information System Integration by TUNA Model Using : A Case Study of Nation University

บุรินทร์ รุจจนพันธุ์ (Burin Rujjanapan)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเนชั่น
thaiall@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบุคลากรตามตัวแบบทูน่า ที่มีการเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัย สอดรับกับการประกันคุณภาพการศึกษา และความต้องการของบุคลากร เป็นกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเนชั่น มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 3 กลุ่ม คือ ผู้บริหาร 7 คน อาจารย์ 20 คนและเจ้าหน้าที่ 10 คน เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบคือ เครื่องบริการไอไอเอส ตัวแปลภาษาพีเอชพี เอแจ็กซ์ และระบบฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล แล้วบูรณาการระบบสารสนเทศกับการจัดการความรู้โดยใช้ตัวแบบทูน่า (Tuna Model) ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนกำหนดทิศทาง (Knowledge Vision) ส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน (Knowledge Sharing) ส่วนสะสม (Knowledge Asset) แล้วเสนอกระบวนการภายในตัวแบบทูน่าที่สอดรับกับวงจรเดมมิ่งไว้ 12 กิจกรรม คือ การกำหนดวิสัยทัศน์ (Vision) กำหนดเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ความสำเร็จ (Indicator) การวางแผนกลยุทธ์และแผนปฏิบัติการ (Plan) จัดสรรทรัพยากร (Resource) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Group Discussion) การวิเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง (Analysis) ฝึกใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง (Practice) แล้วสังเคราะห์ และแบ่งปัน (Synthesis) การจัดการความรู้ (Management) เมื่อผ่านไประยะหนึ่งก็จะมีการประเมินความรู้ (Evaluation) และมีการเผยแพร่ความรู้ (Sharing) แล้วได้ผลลัพธ์ซึ่งนำกลับมาใช้อีก (Outcome) แล้วใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่มีคำตอบเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ทสเกล สำหรับการประเมินคุณภาพการศึกษาในปีการศึกษา 2556 พบว่า กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การประมวลผลทางสถิติมีความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.24,S.D.=0.11) และความพึงพอใจต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระบบตรวจเยี่ยมเพื่อนอยู่ระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.03,S.D.= 0.53) และผลการประเมินความพึงพอใจในภาครวมอยู่ระดับมาก ($\bar{x}$=3.64,S.D.=0.93) ซึ่งสรุปได้ว่าการพัฒนาระบบสามารถตอบสนองความพึงพอใจต่อผู้ใช้ได้

คำสำคัญ: ตัวแบบทูน่า การประกันคุณภาพ การจัดการความรู้

Abstract

The objective of this operational research is to develop the integration of the information system by TUNA model for the quality assessment. It will help the worker to meet their requirement. The system will be used as the case study of Nation University. The data sampling is divided into 3 groups, consisting of 7 administrator, 20 faculties, and 10 employees. The system development tools are Internet Information Server, PHP Interpreter, AJAX and MySQL Database. Another tool for knowledge management process is TUNA model that consist

3 parts of knowledge vision, knowledge sharing and knowledge asset. This tool is developed to extend in 12 sub-process that consist 12 parts of vision, indicator,

plan, resource, group discussion, analysis, practice, synthesis, management, evaluation, sharing and outcome. Likert scale for rating questionnaire is collected to evaluate system performance 3 times. This system can serve for the assessment on 2556. The evaluation result of training's satisfaction in statistic course is highest (a mean of 4.24 and standard deviation of 0.11). The evaluation result of system's satisfaction in peer visit group is high (a mean of 4.03 and standard deviation of 0.53). The evaluation result of system's satisfaction is high (a mean of 3.64 and standard deviation of 0.93). It is concluded that the system performance can satisfy the users.

Keywords: Tuna Model, Quality Assurance, Knowledge Management.

1. บทนำ

ตามที่สถาบันการศึกษาในประเทศไทยต้องจัดการศึกษาให้มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองต่อเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 เป็นไปตามตัวบ่งชี้ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยผลการประเมินสะท้อนถึงคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการพัฒนาเกณฑ์ให้มีความเข้มข้นยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นมหาวิทยาลัยเนชั่นต้องจัดทำรายงานการประเมินตนเองเพื่อรับการประเมินคุณภาพภายนอก เมื่อปีการศึกษา 2549 ได้มีรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอก [1] ที่มีข้อเสนอแนะและทิศทางการพัฒนาเร่งด่วนของสถาบันว่ามหาวิทยาลัยควรพัฒนาฐานข้อมูล เกณฑ์ และเป้าหมาย เพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาตามตัวบ่งชี้ จึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่องที่เชื่อมโยงกับทุกระบบ

ในปีต่อมาถึงปัจจุบัน จึงมีการพัฒนาในประเด็นที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มระบบและกลไกในการควบคุมคุณภาพซึ่งจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากทุกระดับเชิงบูรณาการ การเพิ่มการมีส่วนร่วมและพัฒนาระบบสารสนเทศ จึงเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้โมเดลการจัดการความรู้ การกำหนดวิสัยทัศน์ที่ชัดเจน การรวบรวมความรู้ วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ไปใช้แบบวนกลับ เกิดการส่งต่อสารสนเทศอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งผลให้องค์กรบรรลุตามเป้าหมายในที่สุด

จึงเป็นที่มาของการพัฒนาการบูรณาการระบบสารสนเทศบุคลากรผ่านการจัดการความรู้ โดยใช้ตัวแบบทูน่า มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศบุคลากรตามตัวแบบทูน่า ที่มีการเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัยสอดรับกับการประกันคุณภาพการศึกษา และความต้องการของบุคลากร ซึ่งจะทำให้ได้ระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการทำงานในทุกระดับอย่างเป็นระบบ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประกันคุณภาพ [2]

ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นคุณภาพและมาตรฐาน โดยกำหนดรายละเอียดไว้ในหมวด 6 มาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน และ ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอก เพื่อใช้เป็นกลไกในการผดุงรักษาคุณภาพและมาตรฐานของสถาบันอุดมศึกษา

การประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน หมายถึง การดำเนินการตามระบบประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ซึ่งเกณฑ์มุ่งเน้นการสะท้อนคุณภาพด้านระบบและกลไก และกระบวนการจัดการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบคุณภาพ

การประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอก [3] หมายถึง การดำเนินการตามระบบประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ซึ่งเกณฑ์ประเมินจะมุ่งเน้นการสะท้อนคุณภาพด้านผลลัพธ์จากระบบการจัดการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 18 มาตรฐาน และในปีการศึกษา 2555 ได้ถูกปรับให้มีการ

รายงานร่วมกับเกณฑ์ของ สกอ. ภายใต้กระบวนการที่ต้องดำเนินการประจำปี และในปีการศึกษา 2557 จะมีการปรับเกณฑ์คุณภาพใหม่ที่จะลงไปประเมินคุณภาพถึงระดับหลักสูตร คณะวิชา และสถาบัน ที่ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ

2.2 ตัวแบบทูน่า และภาษาพีเอชพี

ตัวแบบทูน่า (Tuna model) [4] โดย ดร.ประพนธ์ ผาสุขยืด เป็นตัวแบบหนึ่งของการจัดการความรู้ ที่ตัวแบบกำหนดเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนกำหนดทิศทาง (KV=Knowledge Vision) ส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน (KS=Knowledge Sharing) และส่วนสะสม (KA=Knowledge Asset)

ภาษาพีเอชพี (PHP Language) [5] คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทโอเพนท์ซอร์ท (Open Source Computer Language) สำหรับพัฒนาเว็บเพจแบบไดนามิก (Dynamic Webpage) เมื่อเครื่องบริการได้รับคำร้องจากผู้ใช้ก็จะส่งให้กับตัวแปลภาษาทำหน้าที่ประมวลผลและส่งผลกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ที่ร้องขอ เพื่อแสดงผลต่อไป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติยา สีอ่อน [6] ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโมเดลเชิงสาเหตุประสิทธิผลการประกันคุณภาพภายในสำหรับกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยสังเคราะห์งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการประกันคุณภาพการศึกษา ได้แก่ คุณลักษณะของบุคลากร ด้านความตระหนักถึงความสำคัญและการมีทัศนคติที่ดีต่อการประกันคุณภาพภายใน การทำงานเป็นทีม การฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร ความพร้อมด้านทรัพยากรทั้งด้านจำนวนบุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โครงสร้างองค์กรและการกำหนดให้มีผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานประกันคุณภาพ วัฒนธรรมคุณภาพ ภาวะผู้นำของผู้บริหาร และขนาดขององค์กร ส่วนประสิทธิผลการประกันคุณภาพการศึกษามี 2 ส่วนคือ ประสิทธิผลระหว่างทาง ได้แก่ การบริหารจัดการแบบกระจายอำนาจ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การปฏิบัติงานแบบวงจรคุณภาพ และความพึงพอใจในงานของบุคลากร สำหรับประสิทธิผลสุดท้ายได้แก่ การบรรลุพันธกิจของสถาบัน

ณัฐพล สมบูรณ์ และนลินภัสร์ ปรวัฒน์ปรียกร [7] ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง เพื่อพัฒนาระบบถามตอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้เทคนิคการจัดการความรู้ด้วยโมเดลปลาทู (Tuna Model) ที่มี 3 ส่วนคือ 1) การรวบรวมและจัดเก็บความรู้ แยกหมวดหมู่ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (KV) 2) การกระจายความรู้ (KS) 3) การเก็บเข้าคลังความรู้ (KA) มีวิธีการดำเนินงานวิจัย 2 ขั้นตอนคือ 1) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 2) การพัฒนาระบบ มีผลประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 มีผลประเมินโดยผู้ใช้ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.86 ซึ่งสรุปได้ว่าระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงและช่วยในการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงใช้ตัวแบบทูน่ามาขับเคลื่อนกระบวนการในการพัฒนาระบบ เพื่อให้เกิดการจัดการความรู้ไปสนับสนุนการประกันคุณภาพการศึกษา

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

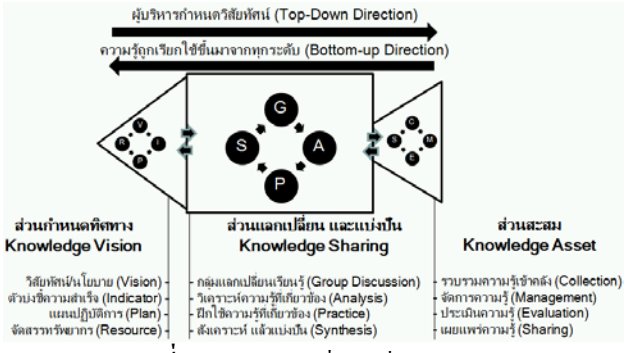
3.1.1 มีการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องทั้งทีมวิจัยและผู้มีบทบาทสำคัญต่องานประกันคุณภาพการศึกษา ทำความเข้าใจต่อกิจกรรม ข้อมูลและประเด็นปัญหา โดยมีเอกสารสำคัญคือ คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษา และรายงานการประเมินตนเองในปีที่ผ่านมา

3.1.2 ประชากรคือผู้บริหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ จำนวน 100 คน มีกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเฉพาะเจาะจงประกอบด้วยผู้บริหาร 7 คน อาจารย์ 20 คนและเจ้าหน้าที่ 10 คน

3.2 กระบวนการจัดการความรู้

ตัวแบบทูน่า (Tuna model) ได้ถูกปรับปรุงให้สอดคล้องกับการทำงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา โดยเพิ่มรายละเอียดเข้าไปทั้งหมด 12 ส่วนย่อย แต่ยังคงมี 3 ส่วนหลัก

ดังนี้ ส่วนแรก ส่วนกำหนดทิศทาง (KV) คือ 1)วิสัยทัศน์/นโยบาย (Vision) 2) ตัวบ่งชี้ความสำเร็จ (Indicator) 3) แผนปฏิบัติการ (Plan) 4)จัดสรรทรัพยากร (Resource) ส่วนที่สอง ส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน (KS) 1)กลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Group Discussion) 2)วิเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง (Analysis) 3) ฝึกใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง (Practice) 4)สังเคราะห์แล้วแบ่งปัน (Synthesis) ส่วนที่สาม ส่วนสะสม (KA) 1)รวบรวมความรู้เข้าคลัง (Collection) 2)จัดการความรู้ (Management) 3)ประเมินความรู้ (Evaluation) 4)เผยแพร่ความรู้ (Sharing) และมีการไหลของวิสัยทัศน์จากหัวปลาไปหางปลา ซึ่งผู้บริหารกำหนดวิสัยทัศน์ในแบบ (Top-Down Direction) และมีการไหลของความรู้ขึ้นมาจากหางปลาไปสู่หัวปลา ซึ่งความรู้ถูกเรียกใช้ขึ้นมาจากทุกระดับ (Bottom-up Direction)



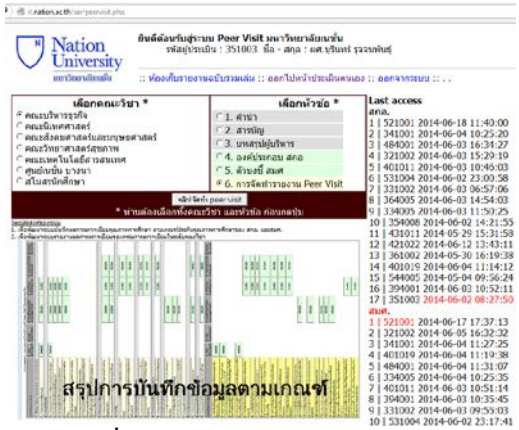
ภาพที่ 1 : ตัวแบบทูน่าที่ปรับเพิ่มรายละเอียด

3.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่

การดำเนินการใช้วิธีศึกษาวิเคราะห์จากคู่มือการประกันคุณภาพภายในและภายนอก โดยออกแบบตามทฤษฎีระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เก็บข้อมูลในฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี ใช้เทคนิคเอแจ็กซ์ ทำการพัฒนาโปรแกรมตามทิศทางที่ถูกกำหนดโดยผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการนำเสนอผลการประเมินตนเองต่อผู้ตรวจเยี่ยม คณะวิชาและผู้เกี่ยวข้อง นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงข้อมูลหลักฐาน แล้วนำเสนอข้อมูลใหม่ต่อคณะกรรมการตรวจเยี่ยมการประกันคุณภาพการศึกษา หลังการตรวจเยี่ยมผ่านระบบ (Peer visit)

3.4 เก็บข้อมูลความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ

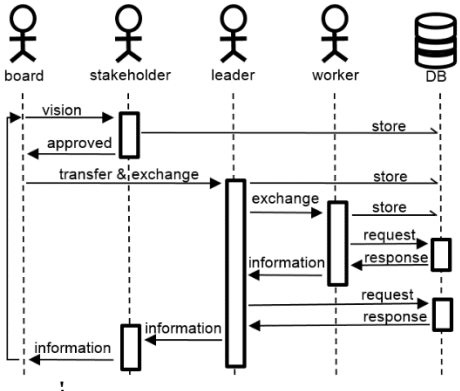
จัดให้มีการเก็บข้อมูลจากคณะวิชา และผู้ประเมิน ภายหลังการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับคณะวิชา และมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2 : ระบบตรวจเยี่ยมการประกันคุณภาพ

3.4.1 ใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงระดับความพึงพอใจ โดยแบบสอบถามใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบวัดเจตคติตามเทคนิคของลิเคิร์ท [8] 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ น้อย และน้อยมาก

3.4.2 การแปลผลคะแนน คือการสรุปเป็นระดับของความพึงพอใจ โดยนำระดับสูงสุดลบระดับต่ำสุดแล้วหารด้วยจำนวนช่วงที่ตั้งไว้ ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนนดังนี้ 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

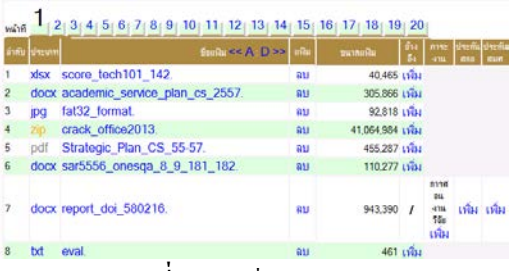


ภาพที่ 3 : ความสัมพันธ์ของกิจกรรมกับผู้รับผิดชอบ

4. ผลการดำเนินงาน

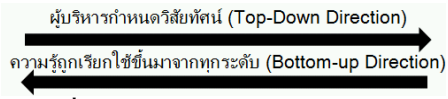
4.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ระบบฐานข้อมูล พบว่าการจะทำให้สารสนเทศไหลวนไปทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น ต้องปรับการสื่อสารให้เป็นแบบแนวนอน (Horizontal Communication) มากที่สุด เมื่อข้อมูล (Data)

ถูกพัฒนาไปเป็นระบบสารสนเทศ (Information) แล้ว สารสนเทศที่อยู่ในคลังข้อมูลจะต้องถูกแบ่งปันขึ้นมาถึงผู้บริหารทุกระดับหรือผ่านการใช้ประโยชน์ทั่วทั้งองค์กร



ภาพที่ 4 : การเชื่อมโยงหลักฐาน

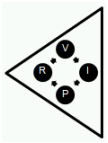
4.2 ผลการปรับทิศทางการไหล่ของสารสนเทศให้เป็นแนวราบผ่านการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งระดับภาพรวมและระดับหน่วยงาน เกิดเป็นกลไกสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งของการพัฒนาระบบสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเพิ่มระบบไหลเวียนแบบสองทาง จึงถูกเสนอให้ปรับไปในตัวแบบทูน่า



ภาพที่ 5 : ปรับการสื่อสารให้เป็นแบบแนวนอน

4.3 ส่วนกำหนดทิศทาง คือ การเริ่มต้นของการจัดการความรู้ให้มีทิศทางที่ชัดเจนสำหรับการดำเนินการในทุกขั้นตอนต่อไป การนำไปปฏิบัติได้จริงได้เสนอเพิ่มรายละเอียดส่วนนี้เป็น 4 ขั้นตอน คือ กำหนดวิสัยทัศน์/นโยบายโดยผู้บริหาร แล้วจึงสร้างตัวบ่งชี้ความสำเร็จ เพื่อจะได้กำกับให้มีการดำเนินงานที่ชัดเจน แล้วนำไปสร้างแผนปฏิบัติการที่สอดรับสัมพันธ์ และทั้งหมดจะสำเร็จไม่ได้หากไม่จัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมเพียงพอที่จะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย

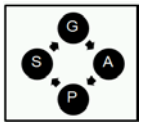
ตามกลไกนี้ทำให้หน่วยงานต้องพัฒนาตัวบ่งชี้ในหลายรูปแบบทั้ง ตัวบ่งชี้ของแผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ แผนพัฒนาคุณภาพ และแผนการประกันคุณภาพการศึกษา ที่เชื่อมโยงร้อยเรียงเป็นระบบเดียวกับที่ใช้ตอบนโยบายสถาบัน



ภาพที่ 6 : ส่วนกำหนดทิศทาง

4.4 ส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน คือ กระบวนการปฏิบัติที่ช่วยสนับสนุนให้การทำงานขององค์กรบรรลุตามเป้าหมาย ถูกต้อง ทันเวลา และสำเร็จตามที่กำหนดไว้ เพื่อขยายสู่การนำไปปฏิบัติได้จริง จึงเสนอเพิ่มรายละเอียดส่วนนี้เป็น 4 ขั้นตอน คือสมาชิกต้องเปิดใจรวมกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้มีความชัดเจน จัดเวทีวิเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบบทบาท เป้าหมายของตน เมื่อได้ความรู้ที่ต้องการก็ต้องฝึกใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง หลังได้บทเรียนหรือได้ความรู้ใหม่หรือมีประสบการณ์ใหม่ก็นำมาสังเคราะห์ แล้วแบ่งปันในกลุ่ม ซึ่งกิจกรรมหนึ่งที่สนับสนุนส่วนนี้คือระบบตรวจเยี่ยมเพื่อน

จากกระบวนการที่กำหนดขึ้น ทำให้เกิดเวทีแลกเปลี่ยนและแบ่งปันในหลายรูปแบบ มีหลายประเด็นให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ และการพัฒนาการเรียนรู้ที่อยู่ในตัวบุคคล แล้วยังสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารระหว่างบุคคลจากระบบฐานข้อมูลในองค์กร ซึ่งมีการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมแลกเปลี่ยนที่สำคัญ 2 ครั้ง คือ กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การประมวลผลทางสถิติมีความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.24,S.D.=0.11) และการประเมินความพึงพอใจต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระบบตรวจเยี่ยมเพื่อนอยู่ระดับมาก ($\bar{x}$=4.03,S.D.=0.53)

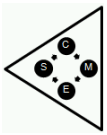


ภาพที่ 7 : ส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน

4.5 ส่วนสะสม คือกระบวนการพัฒนาข้อมูลไปสู่สารสนเทศอย่างเป็นระบบ ที่บูรณาการกิจกรรมของแต่ละบุคคลกับเทคโนโลยีสารสนเทศจนเกิดการต่อยอด ใช้ซ้ำ และพัฒนาคลังความรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อขยายกิจกรรมไปสู่การปฏิบัติจริง จึงเสนอเพิ่มรายละเอียดส่วนนี้เป็น 4 ขั้นตอน คือ การนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวบรวมเข้าคลังความรู้ มีการจัดการโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตามกิจกรรมที่เชื่อมโยง แล้วประเมินความรู้ที่ต้องการและนำไปใช้งานได้ รวมถึงการเผยแพร่ความรู้ผ่านระบบเทคโนโลยีไปสู่ทุกคน และเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา

เมื่อดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศตามตัวแบบทูน่าจนครบกระบวนการแล้ว จึงได้มีการประเมินความพึงพอใจต่อการดำเนินงานตามตัวแบบนี้ พบว่า ความพึงพอใจของ

ทุกกลุ่มในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$=3.64, S.D.=0.93)



ภาพที่ 8 : กระบวนการผสานองค์ความรู้

5. สรุป

ผลการพัฒนาการบูรณาการระบบสารสนเทศบุคลากรโดยใช้ตัวแบบทูน่า ส่วนกำหนดทิศทาง พบว่า เมื่อมีความตระหนักในระดับผู้บริหารร่วมกันระบุทิศทางเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างมีส่วนร่วม ส่งผลให้การดำเนินงานตามแผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ แผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา และส่วนอื่นของตัวแบบทูน่าสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติยา สีอ่อน ที่พบว่า คุณลักษณะของบุคลากรด้านความตระหนัก เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการประกันคุณภาพการศึกษา

การพัฒนาในส่วนแลกเปลี่ยน และแบ่งปัน พบว่า มีการเชื่อมโยงกันเป็นระบบตั้งแต่การทำเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การเปิดรับข้อมูล นำมาประมวลผลผ่านการวิเคราะห์ความรู้ และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ และนำบทเรียนมาแบ่งปัน สอดรับกับงานวิจัยของธนาชัย บูรณะวัฒนากูล และประสงค์ ปราณีตพลกรัง ที่พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา โดยเลือกใช้กรอบ IPOI (Input Process Output Impact) และระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนสะสม พบว่าการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบกำกับติดตาม เรียกใช้อย่างต่อเนื่อง มีการประเมินความรู้ การเผยแพร่ความรู้ และการใช้ผลลัพธ์ในทุกระดับขององค์กร ย่อมทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมาก สอดคล้องกับงานของขวัญชัย ผ่องญาติ และพงศ์วรวุฒิ สนธิโสภณ ที่ได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการประกันคุณภาพนั้นสามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนถูกต้อง และสามารถนำมาจัดทำเอกสารการประเมินตนเอง

ข้อเสนอแนะ คือ ควรเพิ่มกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสะสมความรู้ และการนำสารสนเทศไปใช้ในกลุ่มผู้บริหาร เพื่อกระตุ้นการไหลของสารสนเทศให้ลื่นไหลทั่วทั้งองค์กรยิ่งขึ้น รวมถึงการเพิ่มการแบ่งปันความรู้ด้านประกันคุณภาพในกลุ่มอาจารย์ ให้มีความเข้าใจ และได้รับข้อมูลที่เพียงพอต่อการทำงาน และการศึกษาในครั้งต่อไปควรเพิ่มการมีส่วนร่วมในการวางแผน ดำเนินการ ตรวจสอบ และใช้งานสารสนเทศด้านการประกันคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะระดับผู้บริหาร เพื่อให้การขับเคลื่อนงานประกันคุณภาพมุ่งไปในทิศทางที่ถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญรักษา สุนทรธรรม, *รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยโยนก*, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, กรุงเทพฯ, 2550.

[2] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, *คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา*, กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, 2553.

[3] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน), *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามระดับอุดมศึกษา*, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน), กรุงเทพฯ, 2555.

[4] ประพนธ์ ผาสุขยืด, *การจัดการความรู้ ฉบับมือใหม่หัดขับ*, สำนักพิมพ์ใยไหม, กรุงเทพฯ, 2549.

[5] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, *คู่มือเรียน PHP และ MYSQL สำหรับผู้เริ่มต้น*, บริษัทโปรวิชัน จำกัด., กรุงเทพฯ, 2549.

[6] กิตติยา สีอ่อน, *โมเดลเชิงสาเหตุประสิทธิผลการประกันคุณภาพภายในสำหรับกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2547.

[7] ณัฐพล สมบูรณ์ และนลินภัสร์ ปรวัตน์ปรียกร, “ระบบการจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ กรณีศึกษา สำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง,” *the 9th National Conference on Computing and Information Technology (NCIT2013)*. กรุงเทพ, ประเทศไทย, 9-10 พ.ค.2556 หน้า 234-239.

[8] L.W. Anderson, *Likert Scales*, Education Research Methodology and Measurement : An International Handbook, John, D. Keeves, eds, Victoria : Pergamon pp.427-428, 1988.

การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

Development of the Training Packages the Robot Control Programming with C for Students of Technical Teacher Training Program

กิตติ เสือแพร(Kitti Surpare)[1] และพัฒพงษ์ อมรวงศ์(Patpong Armornwong)[2]
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]kittisurpare@yahoo.com, [2]paw@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม แบ่งการดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสร้างชุดฝึกอบรมโดยการศึกษาเอกสารและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลที่ได้มากำหนดองค์ประกอบในการสร้างชุดฝึกอบรม ซึ่งประกอบไปด้วย หลักสูตรการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ แผนการอบรม เอกสารประกอบการอบรม แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม แบบประเมินความพึงพอใจและสื่อหุ่นยนต์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านตรวจสอบและให้คำแนะนำพบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขั้นตอนที่ 3 นำชุดฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของชุดฝึกอบรม จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง และขั้นตอนที่ 4 นำชุดฝึกอบรมไปใช้จริง ทำการประเมินความรู้ของผู้เข้ารับการอบรมโดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม พบว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ด้วยค่าสถิติที เท่ากับ 6.26 แสดงว่าคะแนนหลังการฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมพบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

คำสำคัญ: ภาษาซี หุ่นยนต์

Abstract

The purpose of this research was to develop the Training packages for The Robot Control Programming with C for students of technical teacher training program. The research was divided into 4 stages the first stage was to analyse for the Training packages by studying related documents and revising related literature. The second state was to define elements for the practice packages by using the information studied and revised. The elements consist of a workshop training course. Training plan, documents training, pretest and posttest, evaluation form, and a robot. Six experts examined these element and gave suggestions. The results of their evaluation was at the Good level. The third stage was to evaluate the Training packages with another group which are not the sample group to check the completeness of the practice tool. And the fourth stage is implementing the Training packages and evaluating the attendees' knowledge by the pretest and the posttest. The contrast of both tests resulted in the value of t-test at 6.26, which showed the higher score of the posttest, significant level at .01. The result of the evaluation of the attendees' satisfaction and opinion was at the High level as the assumption. This can be concluded that the Training packages is efficient. is able to enhance knowledge of the attendees and practical.

Keywords: C Programming, Robot.

1. บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในด้านการเขียนโปรแกรมภาษาซีนั้น ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจถึงโครงสร้างของภาษา หลักการที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการแปลความหมายโปรแกรมเพื่อทำงานตามคำสั่งรวมไปถึงการทำความเข้าใจการสร้างตัวแปรขึ้นมาใช้งาน การนำเครื่องหมายเข้าใช้ในการคำนวณ การศึกษาคำสั่งที่มีความซับซ้อนมากขึ้นซึ่งประกอบด้วยการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของโปรแกรม การสร้างตัวแปรชนิดพิเศษเช่นตัวแปรอาร์เรย์ และพอยน์เตอร์ การกำหนดโครงสร้างข้อมูล การสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานเอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนควรที่จะมีสื่อหรือตัวกลางที่จะนำมาช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ในการเรียนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการจัดการเรียนการสอน สื่อถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนครบบริบูรณ์ และยังอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงประสิทธิภาพของการเรียนการสอน เพราะตัวสื่อจะเป็นตัวการสำคัญที่จะนำเอาความรู้และประสบการณ์เข้าไปสู่การรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งการรับรู้นี่เองที่ครูผู้สอนควรเลือกรูปแบบสื่อและช่องทางที่เหมาะสม หลากหลาย เพียงพอต่อการเสริมสร้างประสบการณ์เรียนรู้ดีๆ ให้เกิดแก่ผู้เรียน [1] ปัจจุบันเมื่อได้มีการนำหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงและหุ่นยนต์สองขา เข้ามาแสดงในประเทศไทย สถาบันทางการศึกษา องค์กรทางการศึกษาและสถาบันทางวิทยาศาสตร์ ได้เกิดความตื่นตัวในเรื่องวิทยาการทางด้านหุ่นยนต์เป็นอย่างมากโดยเห็นได้จากการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ ทั้งในระดับอาชีวะ ระดับอุดมศึกษา ซึ่งในการจัดการแข่งขันแต่ละครั้งไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่ต้องการชัยชนะเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการพัฒนาให้ผู้แข่งขันเกิดทักษะกระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ และศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีในเรื่องของหุ่นยนต์ โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมและการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่ง หุ่นยนต์มีหลายรูปแบบถูกสร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ มากมาย ซึ่งนับเป็นศูนย์รวมของวิชาความรู้ต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม ทั้งทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คำนิยามของหุ่นยนต์อย่างง่ายๆ นั่นคืออุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมคำสั่งและควบคุมการทำงานด้วยตัวเอง ประกอบด้วยระบบจักรกล วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หุ่นยนต์สมัยใหม่มีพัฒนาการที่สำคัญเกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวงการอุตสาหกรรม แต่ในปัจจุบันก็ได้มีการนำหุ่นยนต์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนอีกด้วยเพราะเนื่องจากปัจจุบันการสร้างหุ่นยนต์สามารถสร้างได้ง่ายขึ้นและภาษาที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์มีทั้งภาษาระดับล่างไปจนถึงภาษาระดับสูง ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเรียนรู้ได้ตามความสามารถ และโดยธรรมชาติของหุ่นยนต์จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการได้ ซึ่งสามารถใช้ฝึกทักษะผู้เรียนทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ในการที่จะให้ผู้เรียนได้เขียนโปรแกรม พัฒนาโปรแกรม ออกแบบวงจร และกลไกต่างๆ เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ รวมไปถึงความสามารถในการวิเคราะห์แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ที่ผู้เรียนออกแบบขึ้นมา จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อเป็นการพัฒนานักศึกษาในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรวมถึงเป็นสื่อประกอบการสอนรายวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป ซึ่งจากการสำรวจความต้องการในการเข้ารับการอบรมของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่านักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีความต้องการที่จะเรียนเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถให้แก่ตนเองเพื่อนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปประยุกต์ใช้กับโครงงานที่นักศึกษาต้องทำ รวมไปถึงไว้ใช้ในงานที่นักศึกษาต้องจบออกไปทำในอนาคต และสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 นั้นมีความกระตือรือร้นที่จะเข้ารับการอบรมอันเนื่องมาจากต้องการเรียนรู้ในแนวคิด และเทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ได้รับในหลักสูตรหรือห้องเรียน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงองค์ประกอบ ทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยนี้ ทั้งทางด้านการฝึกอบรม การเขียนโปรแกรม และการควบคุมหุ่นยนต์

โสภณ มหาเจริญ [2] ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 20 คน ซึ่งพบว่าผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบความรู้ด้วยค่าสถิติที มีค่าเท่ากับ 14.48 แสดงว่าคะแนนหลังการฝึกอบรมมีค่าสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม พบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมในการนำไปใช้จริงต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยทำการวัดผลกลุ่มเดียว ประกอบไปด้วยการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการอบรมจะประกอบไปด้วย คู่มือครู เอกสารประกอบการอบรม และสื่อหุ่นยนต์

3.3 กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้จากการรับสมัครจำนวน 15 คน

3.4 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลาทั้งสิ้น 3 วัน (18 ชั่วโมง) ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม พศ.2558

4. ผลของการวิจัย

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

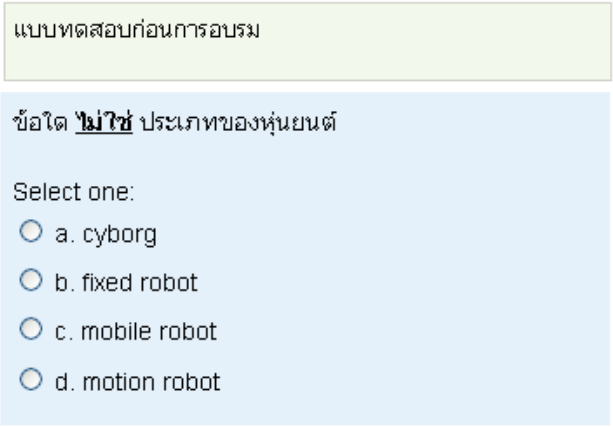
ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มากำหนดองค์ประกอบของชุดฝึกอบรม โดยสรุปได้ดังนี้

4.1.1 คู่มือครู มีองค์ประกอบ 5 ส่วนดังนี้

4.1.1.1 หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ จะประกอบด้วย หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เนื้อหาการฝึกอบรม กำหนดการฝึกอบรม วิธีดำเนินการฝึกอบรม สื่อ-อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

4.1.1.2 แผนการฝึกอบรมทั้งสิ้น 3 วัน

4.1.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและการการอบรม เป็นแบบทดสอบคู่ขนานวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์จำนวน 32 ข้อ



ภาพที่1: ภาพตัวอย่างแบบทดสอบ

4.1.1.4 แบบประเมินผลการอมรม ประกอบด้วยแบบสอบถามความคิดเห็น และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 14 ข้อ

4.1.2 เนื้อหาประกอบการอบรม ประกอบด้วยเนื้อหาที่ใช้ซึ่งจะมี 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่ 1. หุ่นยนต์

หน่วยที่ 2. ไมโครคอนโทรลเลอร์

หน่วยที่ 3. ภาษาซี

หน่วยที่ 4. การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

โดยผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับเนื้อหาทั้งในรูปของเอกสารประกอบการอบรมและ E-Book ซึ่งเป็น

แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อสำหรับอ่านเพิ่มเติมความรู้ประกอบการอบรม



ภาพที่2: ภาพตัวอย่าง E-Book

4.1.3 สื่อหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยโครงสร้างหุ่นยนต์และแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ตรวจจับด้านแสง อุปกรณ์ตรวจจับการสัมผัส รวมทั้งชุดแสดงผลทางแสง เสียง และข้อความซึ่งทำงานด้วยคำสั่งภาษาซี



ภาพที่3: ภาพตัวอย่าง สื่อหุ่นยนต์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

4.2.1 ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อกำหนดชุดฝึกอบรมแล้วนำชุดฝึกอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินผลโดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม เพื่อสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจเกี่ยวกับกระบวนการในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้และนำข้อมูลที่ได้รับนี้ไปศึกษา เพื่อปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการประเมินแสดงดังตาราง

ตารางที่ 1. การประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
ด้านหลักสูตรฝึกอบรม	4.46	0.46	มาก
ด้านแผนการอบรม	4.49	0.50	มาก
ด้านเอกสาร	4.14	0.48	มาก
ด้านสื่อหุ่นยนต์	4.40	0.36	มาก
ด้านแบบทดสอบ	4.27	0.67	มาก
รวมเฉลี่ย	**4.35**	**0.49**	**มาก**

จะเห็นว่าผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมด้านหลักสูตร ด้านแผนการฝึกอบรม ด้านเอกสารที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม ด้านสื่อหุ่นยนต์ และด้านแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาก ดังนั้นภาพรวมของการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านจึงอยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.35 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

4.2.2 ผลการประเมินโดยอาศัยข้อมูลจากผู้รับการอบรม ซึ่งได้ทำการทดลองใช้ และเก็บผลมาวิเคราะห์ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการประเมิน
1.วัตถุประสงค์การอบรมมีความชัดเจน	**3.93**	**0.79**	**มาก**
2.เนื้อหาถูกต้อง คลอบคลุม เหมาะสม	**3.73**	**0.70**	**มาก**
3.ความรู้ที่ได้รับในแต่ละหัวข้อ			
3.1หุ่นยนต์	**3.73**	**0.79**	**มาก**
3.2ไมโครคอนโทรเลอร์	**3.80**	**0.77**	**มาก**
3.3ภาษาซี	**3.73**	**0.88**	**มาก**
3.4การประยุกต์ใช้งาน	**3.66**	**0.61**	**มาก**
4.วิทยากร			
4.1การเตรียมความพร้อม	**4.00**	**0.84**	**มาก**
4.2การถ่ายทอด สื่อความหมาย	**3.73**	**0.88**	**มาก**
4.3การเชื่อมโยงเนื้อหา	**3.66**	**0.61**	**มาก**
4.4การสรุปประเด็นสำคัญ	**3.53**	**0.91**	**มาก**
5.วิธีการ การเลือกรูปแบบกิจกรรมที่ใช้	**3.80**	**0.67**	**มาก**

6.สื่อที่ใช้ในการอบรม			
6.1นำเสนอด้วย Presenttation	**3.80**	**0.67**	**มาก**
6.2เอกสารประกอบการอบรม	**4.00**	**0.65**	**มาก**
6.3สื่อหุ่นยนต์	**3.87**	**0.51**	**มาก**
7.ระยะเวลาที่ใช้ในการอบรม	**3.73**	**0.96**	**มาก**
8.สถานที่ที่ใช้ในการอบรม	**3.93**	**0.70**	**มาก**
9.บรรยากาศในห้องฝึกอบรม	**4.00**	**0.65**	**มาก**
10.การอำนวยความสะดวก	**4.27**	**0.79**	**มาก**
11.ผู้เข้ารับการอบรมมีส่วนร่วม	**4.13**	**0.63**	**มาก**
12นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**4.00**	**0.65**	**มาก**
13.การอบรมมีความเหมาะสม	**4.00**	**0.53**	**มาก**
14.ความพึงพอใจของท่าน	**4.00**	**0.59**	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจในการเข้าอบรมในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 3: ผลการประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t
หลัง	15	32	19.1	3.34	**6.26**
ก่อน	15	32	11.4	3.64	

ซึ่งจะพบว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 6.26 เมื่อเทียบกับค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และ df เท่ากับ 14 เปิดตารางได้ค่า t เท่ากับ 2.624 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. สรุปผลการวิจัย

หลังจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม จนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการอบรม โดยใช้วิธีการทดสอบ t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการอบรมหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านมีความคิดเห็นและพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมในภาพรวมพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ในแต่ละส่วนเมื่อพิจารณาด้านหลักสูตรฝึกอบรมพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านแผนการอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านเอกสารประกอบการฝึกอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านสื่อหุ่นยนต์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านแบบทดสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

5.3 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม จำนวน 15 คน พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

จากผลวิจัยสามารถสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานได้

6.อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ผลจากการทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการฝึกอบรมให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ปฏิบัติจริง ผู้เข้ารับการอบรมมีความสนใจ และตั้งใจในการลงมือปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

6.2 การทดลองใช้ชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารประกอบการอบรมโดยผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะมีประโยชน์ในการนำไปเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในการเรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสื่อประกอบการอบรมอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยภาษาซี พบว่าผู้เข้ารับการอบรมให้ความสนใจมากที่สุด เนื่องจากเป็นสื่อที่ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดความภูมิใจว่าตนเองสามารถเขียนโปรแกรมได้

6.3 แต่ละหัวข้อการอบรมผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของกระบวนการอบรมโดยเน้นการฝึกปฏิบัติและให้ผู้เข้าร่วมการ

อบรมได้มีส่วนร่วมในการอบรมมากที่สุด ได้แก่ การฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การอภิปรายซักถาม สรุปเนื้อหาสำคัญ ซึ่งการวางรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

6.4 ผลจากการนำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการฝึกอบรมจริงและดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรม เมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนโดยใช้ t-test พบว่า ค่า t จากการคำนวณสูงกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่าชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการมีผลทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

6.5 ผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมพบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

7.ปัญหาและข้อเสนอแนะ

7.1 การฝึกอบรมในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายโดยใช้รูปแบบกิจกรรมปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ แต่เนื่องด้วยเนื้อหาที่ค่อนข้างมากและเวลาที่จำกัด ทำให้มีความจำเป็นที่ควรจะพัฒนาปรับปรุงจัดทำเนื้อหาให้สอดคล้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้นต่อๆ ไป

7.2 ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรม โดยใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่นต่อๆไป เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางด้านนี้ไปยังบุคคลทั่วไปที่สนใจ

7.3 ควรเพิ่มเติมการอบรมทางด้านฮาร์ดแวร์เพื่อเป็นการจุดประกายความคิดให้แก่ผู้เข้ารับการอบรมให้สามารถปรับปรุงแก้ไขฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ “วิธีการสอน1” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] โสภณ มหาเจริญ “การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษา PBASIC” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน
Test Cases Generation from Business Process Model based on Event Driven

สราวุฒิ วลีธรชีพสวัสดิ์(Sarawut Waleetorncheepsawasd)[1] และธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์(Taratip Suwannasart)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]Sarawut.Wa@student.chula.ac.th, [2]Taratip.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บีพีเอ็มเอ็นกลายมาเป็นตัวเลือกที่ได้รับความนิยมสำหรับการวิเคราะห์ธุรกิจ ในการนำเสนอพฤติกรรมของกระบวนการธุรกิจขององค์กร ซึ่งแบบจำลองกระบวนการธุรกิจถูกสร้างมาจากความต้องการระบบ สามารถถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างกรณีทดสอบต่อไปได้ โดยมีงานวิจัยมากมายนำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ แต่ไม่มีงานวิจัยใดรองรับแนวคิดเหตุการณ์ขับเคลื่อน ที่อนุญาตแบบจำลองเหตุการณ์กระตุ้นการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน กระบวนการสร้างกรณีทดสอบประกอบด้วย การสร้างกราฟกระแสควบคุม การค้นหาเส้นทางทดสอบ การสร้างข้อมูลทดสอบ และ การสร้างกรณีทดสอบ

คำสำคัญ: การสร้างกรณีทดสอบ บีพีเอ็มเอ็น แบบจำลองกระบวนการธุรกิจ วิเคราะห์ธุรกิจ เหตุการณ์ขับเคลื่อน

Abstract

BPMN becomes a popular choice of business analysis for business processes of an organization. Business process model is derived from system requirements. BPMN can be used as a material for test cases generation. There are many researches proposed approaches to generate test cases from business process model, but there is no research supports event driven concept that allows event models triggering other parts in the business process model. Thus, this research proposes an approach for generating test cases from business process model based on event driven. The test cases generation process is composed of creating a control flow graph, calculating test path, generating test data, and generating test cases.

Keywords: Test Cases Generation, BPMN, Business Process Model, Business Analysis, Event Driven.

1. บทนำ

การทดสอบซอฟต์แวร์คือกระบวนการที่สำคัญในวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของพฤติกรรมระบบ หากขาดการทดสอบอย่างเป็นระบบ โครงการซอฟต์แวร์อาจล้มเหลวได้ กรณีทดสอบซึ่งเป็นเป็นวัตถุดิบในการทดสอบซอฟต์แวร์ มีที่มาจากการความต้องการของระบบ ซึ่งในหลายปีมานี้เครื่องมือที่ได้รับความนิยมในการกำหนดความต้องการหรือพฤติกรรมของระบบคือ แบบจำลองกระบวนการธุรกิจ (Business Process Model) ของข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็น (Business Process Model and Notation) [1]

ในการสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ นักทดสอบต้องมีความรู้ความเข้าใจเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบจำลองชนิดต่างๆ จึงสามารถเข้าใจพฤติกรรมของแบบจำลองกระบวนการธุรกิจนั้นได้อย่างครบถ้วน จากนั้นจึงสามารถกำหนดเป็นขั้นตอนทดสอบและสร้างข้อมูลทดสอบสำหรับแต่ละกรณีทดสอบได้ ดังนั้นการสร้างและการบำรุงรักษากรณีทดสอบจึงเป็นงานที่ต้องการแรงงานและความเชี่ยวชาญอย่างมาก

มีงานวิจัยมากมายอธิบายวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ แต่งานวิจัยเหล่านั้นไม่สนับสนุนแบบจำลองเหตุการณ์รวมไปถึงการกำหนดชนิดเหตุการณ์ต่างๆที่

จะใช้ในการระบุเหตุการณ์ที่เกิดในกระบวนการธุรกิจ จึงทำให้ไม่รองรับเหตุการณ์ขับเคลื่อนในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ นอกจากนี้ข้อมูลทดสอบที่ถูกกำหนดใช้ในวิธีการเหล่านั้น ยังไม่สอดคล้องตามที่ข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็นเสนออีกด้วย จึงทำให้วิธีเหล่านั้นไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย หากผู้สนใจต้องการนำวิธีการเหล่านั้นไปใช้ ต้องเสียทรัพยากรเพิ่มเติมในการปรับปรุงแบบจำลองกระบวนการธุรกิจของตนที่มีอยู่เป็นอย่างมาก

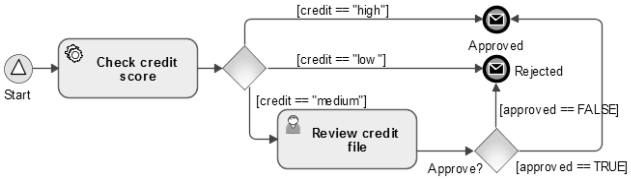
ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน โดยรองรับสัญลักษณ์และชนิดของเหตุการณ์ต่างๆ ในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ อีกทั้งยังสร้างข้อมูลทดสอบที่เหมาะสมและสอดคล้องตามข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็นเสนอให้ใช้

หัวข้อที่เหลือในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย หัวข้อที่ 2 พื้นฐานความรู้ หัวข้อที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย หัวข้อที่ 5 ผลการดำเนินการวิจัย และหัวข้อที่ 6 สรุปผลและงานในอนาคต

2. พื้นฐานความรู้

2.1 ข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็น

บีพีเอ็มเอ็นถูกพัฒนาโดยกลุ่มบีพีเอ็มไอ (Business Process Management Initiative) และถูกเผยแพร่ รวมไปถึงบำรุงรักษาโดยโอเอ็มจี (Object Management Group) เป็นภาษาที่นำเสนอพฤติกรรมกระบวนการธุรกิจขององค์กร เพื่อเป็นสะพานเชื่อมความเข้าใจระหว่างโลกของธุรกิจและระบบคอมพิวเตอร์ มีสัญลักษณ์ที่ครอบคลุมการอธิบายกระบวนการธุรกิจและเข้าใจได้ง่ายจากทั้งผู้ที่มีความรู้และไม่มีความรู้เชิงเทคนิค ข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็นกำหนดไฟล์เอ็กซ์เอสดี (XML schema definition) เป็นโครงสร้างแบบจำลอง โดยแบบจำลองกระบวนการธุรกิจจะถูกสร้างเก็บไว้ในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language) ที่เรียกว่าไฟล์บีพีเอ็มเอ็นดีไอ (BPMN Diagram Interchange) ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนแบบจำลองกระบวนการธุรกิจกันระหว่างเครื่องมือต่างๆ โดยไฟล์นี้สามารถมีข้อมูลในการแสดงแบบจำลองกระบวนการธุรกิจโดยใช้แผนภาพกระบวนการธุรกิจด้วย โดยแผนภาพกระบวนการธุรกิจมีสัญลักษณ์ของแบบจำลองที่ใช้อธิบายกระบวนการธุรกิจคือ กิจกรรม (Activity) เหตุการณ์ (Event) เกตเวย์ (Gateway) และกระแสลำดับ (Sequence Flow) ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการธุรกิจแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนภาพกระบวนการธุรกิจ

2.2 เหตุการณ์ขับเคลื่อน (Event driven)

แบบจำลองกระบวนการธุรกิจกำหนดสัญลักษณ์เหตุการณ์สำหรับระบุเหตุการณ์ต่างๆที่จะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นไปจนสิ้นสุดตามตำแหน่งของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ตั้งแต่เหตุการณ์เริ่มต้น (Start event) กำหนดเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดการเริ่มต้นทำงานในกระบวนการธุรกิจ เหตุการณ์ระยะกลาง (Intermediate event) กำหนดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานในกระบวนการธุรกิจ และเหตุการณ์จบ (End event) กำหนดเหตุการณ์ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายที่เกิดขึ้นเมื่อจบการทำงาน

นอกเหนือจากชนิดของเหตุการณ์ระบุตามตำแหน่งทั้ง 3 ชนิดแล้ว เหตุการณ์แต่ละตำแหน่งยังมีชนิดของพฤติกรรมอีก 2 ประเภทคือ พฤติกรรมจับ (Catch) แบบจำลองเหตุการณ์นี้จะถูกกระตุ้นการทำงานเมื่อมีเหตุการณ์ที่สนใจเกิดขึ้น และพฤติกรรมส่ง (Throw) แบบจำลองเหตุการณ์นี้จะสร้างเหตุการณ์ขึ้นมาเพื่อไปกระตุ้นการทำงานของแบบจำลองเหตุการณ์ที่มีพฤติกรรมจับต่างๆที่มีความสนใจในเหตุการณ์ที่มันจะสร้างออกมา

เหตุการณ์แต่ละชนิดมีการกำหนดสัญลักษณ์บ่งบอกชนิดของเหตุการณ์ที่สนใจโดยใช้แบบจำลองนิยามเหตุการณ์ (Event Definition) แบบจำลองนี้ถูกกำหนดไว้ภายในแต่ละแบบจำลองเหตุการณ์ เพื่อใช้สำหรับนำเสนอชนิดของเหตุการณ์ที่จะกระตุ้นการทำงานของเหตุการณ์แบบรับ และนำเสนอเหตุการณ์ที่เป็นผลลัพธ์ที่ถูกส่งออกมาจากเหตุการณ์แบบส่ง มีทั้งหมด 10 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีกลยุทธ์ที่ใช้ในการกระตุ้นการทำงานระหว่างกันแตกต่างกันออกไป ชนิดของเหตุการณ์แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ชนิดของเหตุการณ์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 Contract-based test generation for data flow of business processes using constraint programming [2]

งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบงานสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและความต้องการข้อมูลทดสอบโดยใช้สัญญากระบวนการธุรกิจ (Business process contract) ที่กำหนดโดยภาษาข้อจำกัด (Constraint language) งานวิจัยนี้ไม่รองรับสัญลักษณ์เหตุการณ์ชนิดต่างๆ และใช้สัญญากระบวนการธุรกิจซึ่งไม่ได้เป็นแบบจำลองในข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็น

3.2 Design of a tool for generating test cases from BPMN [3]

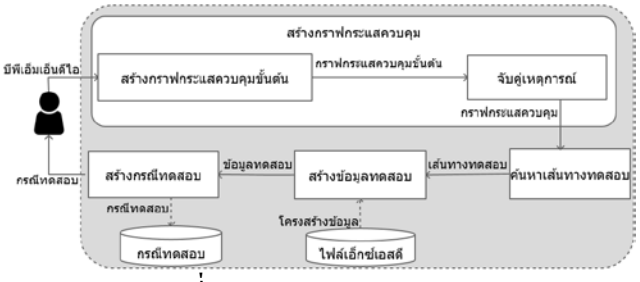
งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ โดยงานวิจัยนี้สร้างข้อมูลทดสอบมาจากแบบจำลองเอ็กซ์เทนชันอิลีเมนท์ (Extension Element) เป็นการกำหนดข้อมูลทดสอบไว้ในแบบจำลองที่ใช้สำหรับเพิ่มเติมข้อมูลส่วนบุคคล จึงทำให้ผู้ที่สนใจต้องเสียเวลาทำความเข้าใจแบบจำลองชนิดใหม่นี้ หากต้องการนำไปใช้งาน อีกทั้งงานวิจัยนี้ไม่รองรับสัญลักษณ์เหตุการณ์ชนิดต่างๆเช่นกัน

3.3 Translating RAD Business Process Models into BPMN [4]

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการแปลงการอธิบายกระบวนการธุรกิจแบบอาร์เอดี (Role Activity Diagramming) ไปเป็นแบบจำลองกระบวนการธุรกิจของบีพีเอ็มเอ็น โดยแสดงไว้ 2 ขั้นตอนคือ 1) กำหนดสัญลักษณ์บีพีเอ็มเอ็นที่มีหน้าที่เหมือนสัญลักษณ์อาร์เอดี 2) แนะนำอัลกอริทึมใหม่ที่ใช้แปลงอาร์เอดีไปเป็นแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น โดยองค์กรธุรกิจที่มี หรือไม่มีการอธิบายกระบวนการธุรกิจแบบอาร์เอดี สามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแปลงกระบวนการธุรกิจของแต่ละบทบาทการทำงานในหน่วยงานตัวเอง ไปเป็นแบบจำลองกระบวนการธุรกิจตามข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็นได้

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน กระบวนการสร้างกรณีทดสอบถูกนำเสนอในภาพที่ 3 กระบวนการนี้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ สร้างกราฟกระแสควบคุม, ค้นหาเส้นทางทดสอบ, สร้างข้อมูลทดสอบ และสร้างกรณีทดสอบ



ภาพที่ 3: กระบวนการสร้างกรณีทดสอบ

4.1 สร้างกราฟกระแสควบคุม

ในขั้นตอนนี้ไฟล์บีพีเอ็มเอ็นดีไอที่กำหนดแบบจำลองกระบวนการธุรกิจถูกวิเคราะห์ โดยจำแนกแบบจำลองกระบวนการธุรกิจทั้งหมดออกมาตามจำนวนแบบจำลองกระบวนการธุรกิจที่กำหนดไว้ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็นดีไอ แล้วจึงสร้างกราฟกระแสควบคุมสำหรับแต่ละแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทั้งหมดในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนคือ สร้างกราฟกระแสควบคุมขั้นต้น และจับคู่เหตุการณ์

4.1.1 สร้างกราฟกระแสควบคุมขั้นต้น

แบบจำลองกระบวนการธุรกิจถูกแสดงภาพโดยใช้แผนภาพกระบวนการธุรกิจ บนแผนภาพประกอบไปด้วยแบบจำลองกิจกรรม เหตุการณ์ เกตเวย์ และกระแสลำดับ โดยแบบจำลองเหล่านี้เมื่อถูกจำแนกจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจแล้ว โหนด (Node) จะถูกสร้างมานำเสนอแบบจำลองกิจกรรม, เหตุการณ์และเกตเวย์ ในขณะที่ระหว่างโหนดจะมีการสร้างเส้นเชื่อม (Edge) แบบมีทิศทางนำเสนอแบบจำลองกระแสลำดับ ผลลัพธ์ของขั้นตอนย่อยนี้คือกราฟกระแสควบคุมขั้นต้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกิจกรรมและเหตุการณ์โดยใช้กระแสลำดับเท่านั้น

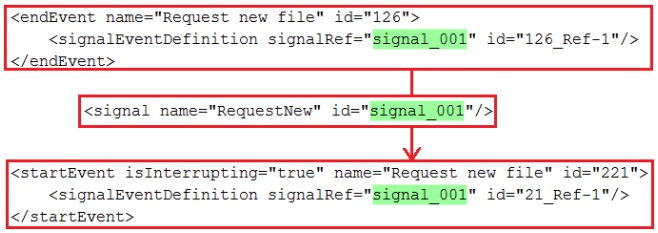
4.1.2 จับคู่เหตุการณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์สามารถถูกค้นหาได้จากการวิเคราะห์คุณลักษณะของแบบจำลองเหตุการณ์ในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจโดยกลยุทธ์การจับคู่เหตุการณ์ถูกกำหนดไว้ในข้อกำหนดบีพีเอ็มเอ็น จึงก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์เพิ่มเติม โดยความสัมพันธ์ชนิดนี้ไม่ได้

ถูกแสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการธุรกิจ จึงเป็นการเติมสิ่งที่กราฟกระแสควบคุมขั้นต้นขาดหายไป

ในขั้นตอนย่อยนี้ โหนดเหตุการณ์ทั้งหมดในกราฟกระแสควบคุมขั้นต้นต้องถูกบันทึกไว้ว่ากำลังคอยจับเหตุการณ์ใด หรือกำลังจะส่งเหตุการณ์ใด จากนั้นจึงสรุปผลรวมกันทุกโหนด ว่ามีโหนดใดรับหรือส่งเหตุการณ์ระหว่างกันบ้าง ในที่สุดจึงใช้เส้นเชื่อมแบบมีทิศทางเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กัน จนได้เป็นกราฟกระแสควบคุมที่สมบูรณ์

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างการจับคู่เหตุการณ์โดยการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะของแบบจำลองเหตุการณ์สัญญาณ โดยแบบจำลองเหตุการณ์ส่งทำการส่งสัญญาณไปกระตุ้นการทำงานของเหตุการณ์รับ ซึ่งเหตุการณ์ทั้งคู่มีการระบุเหตุการณ์ประเภทสัญญาณ “signal_001” ตัวเดียวกันไว้ในคุณลักษณะ signalRef จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์นี้ขึ้นมา



ภาพที่ 4: การจับคู่เหตุการณ์

4.2 ค้นหาเส้นทางทดสอบ

ในขั้นตอนนี้กราฟกระแสควบคุมถูกวิเคราะห์เพื่อหาเส้นทางทดสอบทั้งหมดที่ครอบคลุมทุกเส้นเชื่อม โดยแต่ละเส้นทางทดสอบที่ค้นหามาได้ ประกอบไปด้วยลำดับของโหนด เริ่มตั้งแต่รูทโหนด (Root node) ไปจนจบที่ ลีฟโหนด (Leaf node) ขั้นตอนการวิเคราะห์เริ่มต้นโดยการสร้างโทเค็น (Token) ให้รูทโหนด แล้วเดินทางออกไปยังเส้นเชื่อมไปยังโหนดถัดไป แล้วจึงบันทึกโหนดตามเส้นทางไว้ เมื่อเจอโหนดที่มีเส้นเชื่อมขาออกมากกว่า 1 เส้นเชื่อม โทเค็นจะเลือกเส้นทาง 1 เส้นทางสำหรับแต่ละเส้นทางทดสอบ แล้วสร้างโทเค็นใหม่ที่รูทโหนดเดินทางมายังเส้นเชื่อมทางเลือกที่เหลือเหล่านั้นจนครอบคลุมทุกเส้นเชื่อมทางเลือก การเดินทางของโทเค็นแต่ละเส้นทางทดสอบจะสิ้นสุดเมื่อเจอลีฟโหนด

4.3 สร้างข้อมูลทดสอบ

ข้อมูลทดสอบหมายถึงอินพุทที่ต้องการหรือเอาท์พุทที่คาดหวังของโหนดกิจกรรมและเหตุการณ์ ซึ่งในโหนดเดียวกันของกราฟกระแสควบคุม แต่ต่างเส้นทางทดสอบ อาจมีข้อมูลทดสอบที่ต้องการแตกต่างกันได้ ข้อมูลทดสอบต้องถูกสร้างอย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละเส้นทางทดสอบ โดยคำนึงถึงเงื่อนไขต่างๆที่ระบุไว้ในเส้นเชื่อมทางเลือกของแต่ละเส้นทางทดสอบ รวมไปถึงข้อจำกัดและโครงสร้างข้อมูลที่อ้างอิงถึงอิลีเมนท์ต่างๆ ในไฟล์เอ็กซ์เอสดีที่ถูกนำเข้ามาใช้งานในแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ

แต่ละโหนดในเส้นทางทดสอบถูกกำหนดข้อมูลอินพุทและเอาท์พุท โดยอ้างอิงถึงโครงสร้างข้อมูลที่ถูกนำเข้ามา หากข้อมูลเป็นชนิดกายภาพ (Physical) ชื่อของอิลีเมนท์จะถูกบันทึกเป็นข้อมูลทดสอบ เช่น จดหมายคำร้องและสินค้าเป็นต้น ในกรณีที่ข้อมูลเป็นประเภทข่าวสาร (Information) ชื่อตัวแปรและข้อจำกัดตัวแปรจะถูกนำมาใช้สร้างเป็นข้อมูลทดสอบ เช่น ตัวแปร age ชนิด Integer มีค่าระหว่าง 0 ถึง 100

ตัวแปรข้อมูลทดสอบทั้งหมดของแต่ละเส้นทางทดสอบจะถูกวิเคราะห์แบบย้อนรอยจากลีฟโหนดไปยังรูทโหนด เพื่อหาค่าสำหรับตัวแปรข้อมูลอินพุทแต่ละโหนด ที่สามารถทำให้เกิดเส้นทางทดสอบได้เส้นทางทดสอบที่คาดหวัง โดยค่าสำหรับตัวแปรต่างๆนั้นจะถูกสร้างตามข้อจำกัดตัวแปรและนิพจน์เงื่อนไขที่ระบุไว้ตามเส้นเชื่อมทางเลือกในเส้นทางทดสอบ

4.4 สร้างกรณีทดสอบ

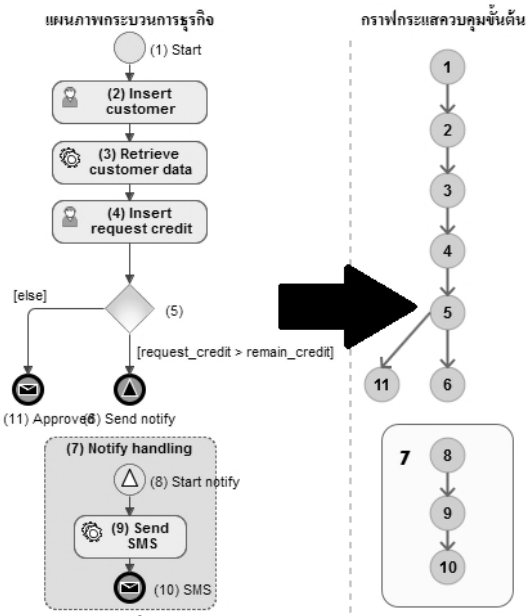
กรณีทดสอบ 1 ชุดจะถูกสร้างมาสำหรับแต่ละแบบจำลองกระบวนการธุรกิจในไฟล์บีพีเอ็มเอ็นดีไอ ในกรณีทดสอบแต่ละชุดประกอบไปด้วยกรณีหรือเส้นทางทดสอบทั้งหมดที่ต้องทดสอบ ที่หามาได้จากกราฟกระแสควบคุมในขั้นตอนที่ 4.2 เส้นทางทดสอบเหล่านั้นจะถูกสรุปและจำแนกแจกแจงออกมาเป็นขั้นตอนทดสอบ เพื่ออธิบายขั้นตอนการทดสอบของแต่ละกรณี โดยแต่ละกรณีทดสอบประกอบไปด้วยข้อมูล 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) หมายเลข: แสดงหมายเลขกรณีหรือเส้นทางทดสอบของกระบวนการธุรกิจ
2) ขั้นตอนทดสอบ: แสดงการทำงานผู้ใช้ (User action) ที่ผู้ทดสอบจะต้องกระทำต่อระบบที่ทดสอบ โดยการจำแนกโหนดเฉพาะโหนดที่นำเสนอแบบจำลองภารกิจผู้ใช้ (User task) และภารกิจทำมือ (Manual task) จากเส้นทางทดสอบแล้วจึงแสดงชื่อโหนดเหล่านั้นตามลำดับในเส้นทางทดสอบ

3) อินพุทที่ต้องการ: แสดงรายการข้อมูลอินพุทของโหนดที่กำหนดไว้ในส่วนขั้นตอนทดสอบ
4) ผลลัพธ์ที่คาดหวัง: แสดงรายการตอบสนองระบบ (System response) อันเป็นงานที่ระบบจะทำตอบสนองต่อการทำงานผู้ใช้ เกิดขึ้นระหว่างแต่ละโหนดการทำงานผู้ใช้ โดยโหนดเหล่านี้ถูกบันทึกเป็นขั้นตอนย่อยที่เกิดหลังการทำงานผู้ใช้นำเสนอตามลำดับย่อย พร้อมทั้งแสดงรายการข้อมูลเอาท์พุท

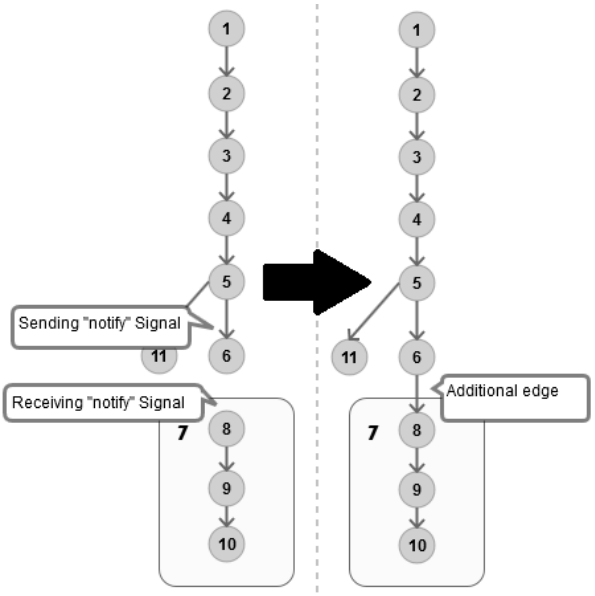
5. ผลการดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างกรณีศึกษาแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ “Check credit” ที่ถูกกำหนดไว้ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็นดีไอ ได้ถูกนำมาใช้ในการทดลองสร้างกรณีทดสอบตามวิธีการดำเนินการวิจัยนี้ เริ่มต้นจากการสร้างกราฟกระแสควบคุมขั้นต้นที่แสดงดังภาพที่ 5 ฝั่งซ้ายมือแสดงแผนภาพกระบวนการธุรกิจของแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ “Check credit” ตรวจสอบเครดิตลูกค้า เริ่มจากป้อนหมายเลขลูกค้า, ระบบดึงข้อมูลลูกค้า, ป้อนเครดิตที่ร้องขอ จากนั้นระบบจึงแสดงผลลัพธ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด ในกรณีที่เครดิตไม่พอหัก จะมีการแจ้งเตือนลูกค้าผ่านทาง กระบวนการย่อยเหตุการณ์ (Event Sub-Process) “Notify handling” ที่จะถูกกระตุ้นการทำงานเมื่อมีสัญญาณแจ้งลูกค้าส่งมา จากแผนภาพนี้สามารถสร้างกราฟกระแสควบคุมขั้นต้นได้ดังฝั่งขวามือ ซึ่งแบบจำลองทั้งหมดที่แสดงบนแผนภาพจะถูกสร้างเป็นโหนดและเส้นเชื่อม แสดงลำดับตามหมายเลขของแบบจำลอง



ภาพที่ 5: สร้างกราฟกระแสควบคุมขั้นต้น

จากนั้นจึงจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์ภายในกราฟกระแสควบคุมขั้นต้น แล้วจึงเชื่อมความสัมพันธ์เหล่านั้นด้วยเส้นเชื่อม จนได้เป็นกราฟกระแสควบคุมที่สมบูรณ์ ภาพที่ 6 ในฝั่งซ้ายมือแสดงการจับคู่เหตุการณ์ระหว่างโหนดเหตุการณ์หมายเลข 6 ที่ส่งสัญญาณ “notify” และโหนดเหตุการณ์หมายเลข 8 ที่รับสัญญาณ “notify” จึงเกิดการจับคู่เหตุการณ์ ทำให้เกิดการสร้างเส้นเชื่อมเพิ่มเติมดังภาพในฝั่งขวามือ จากนั้นกราฟกระแสควบคุมที่สมบูรณ์จึงถูกค้นหาเส้นทางทดสอบที่ครอบคลุมทุกเส้นเชื่อม แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 1



ภาพที่ 6: จับคู่เหตุการณ์

ตารางที่ 1: เส้นทางทดสอบแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ “Check credit”

หมายเลขเส้นทางทดสอบ	ลำดับของโหนด
Check credit_1	1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6 > 8 > 9 > 10
Check credit_2	1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 11

ต่อจากนั้นโหนดแต่ละโหนดในแต่ละเส้นทางทดสอบถูกวิเคราะห์หาข้อมูลทดสอบที่เหมาะสม ดังตัวอย่างเส้นทางทดสอบหมายเลข “Check credit_1” มีโหนดหมายเลข 4 “Insert request credit” ที่กำหนดอินพุทเป็น ตัวแปร Integer ชื่อ “request_credit” ต้องมีค่ามากกว่าตัวแปร “remain_credit” ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในแผนภาพดังภาพที่ 5 โดยภายหลังจากนำเข้าโครงสร้างข้อมูลมาจากไฟล์เอ็กซ์เอสดีแล้ว ทำให้ทราบว่าตัวแปร “remain_credit” ถูกประกาศค่าไว้เท่ากับ 10

จึงสรุปได้ว่าตัวแปร “request_credit” ที่เป็นข้อมูลอินพุทของโหนด “Insert request credit” ในเส้นทางทดสอบ “Check credit_1” ต้องมีค่ามากกว่า 10 เมื่อสร้างข้อมูลทดสอบให้ทุกโหนดในทุกเส้นทางทดสอบแล้ว จึงนำเส้นทางทดสอบทั้งหมดมาแสดงเป็นกรณีทดสอบพร้อมข้อมูลทดสอบ ตารางที่ 2 แสดงกรณีทดสอบของแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ “Checkcredit” ที่มีกรณีหรือเงื่อนไขในการทดสอบทั้งหมด 2 เส้นทาง

ตารางที่ 2: กรณีทดสอบแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ “Check credit”

หมายเลข	ขั้นตอนทดสอบ	อินพุทที่ต้องการ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
Check credit_1	1. Insert customer	customer_id = “123”	1.1 Retrieve customer data - remain_credit = 10
	2. Insert request credit	request_credit = 11	2.1 Send SMS 2.2 SMS - SMS_item
Check credit_2	1. Insert customer	customer_id = “123”	1.1 Retrieve customer data - remain_credit = 10
	2. Insert request credit	request_credit = 10	2.1 Approved - Approved message

จากการทดสอบกรณีศึกษาทั้งหมดเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยการวิเคราะห์และตีความแผนภาพกระบวนการธุรกิจกับวิธีการสร้างกรณีทดสอบอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อนที่ผู้วิจัยนำเสนอ โดยการหาค่าอัตราส่วนความครอบคลุมการค้นพบเส้นทางทดสอบ ซึ่งหาจากจำนวนเส้นทางทดสอบที่ผู้ทดสอบค้นพบ ต่อจำนวนเส้นทางทดสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 3 สรุปได้ว่าวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อนสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ครอบคลุมพฤติกรรมของแบบจำลองกระบวนการธุรกิจมากกว่าวิธีการวิเคราะห์และตีความแผนภาพกระบวนการธุรกิจเท่านั้น

ตารางที่ 3: ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสร้างกรณีทดสอบ

ชื่อแบบจำลอง	ตีความแผนภาพ	อิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน
Check credit	75%	100%
Subprocess	83.35%	100%
NestedProcess	80%	95.56%
SubEvent	50%	100%
Message	65.33%	92.85%
Condition	65.33%	92.85%
Signal	88.23%	95%
Link	100%	100%
Escalation	45.36%	100%
Boundary	38.55%	82.54%

6. สรุปผลและงานในอนาคต

วิธีสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อน สามารถวิเคราะห์กรณีทดสอบได้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งหมดของแบบจำลองกระบวนการธุรกิจ และข้อมูลทดสอบที่สร้างตามวิธีการนี้ สามารถถูกนำไปใช้ทดสอบได้จริง สิ่งที่งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาเพิ่มคือการสร้างเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแบบจำลองกระบวนการธุรกิจอิงเหตุการณ์ขับเคลื่อนตามวิธีการวิจัยที่ได้นำเสนอไปในบทความนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Object Management Group (OMG). “*Business Process Model and Notation Specification*”, v2.0. Technical report, OMG, 2011.

[2] A. Jimenez-Ramirez, R.M. Gasca, and A.J. Varela-Vaca. “*Contract-based test generation for data flow of business processes using constraint programming*”. The 5*th International Conference Research Challenges in Information Science (RCIS), 2011*.

[3] Yotyawilai P, and Suwannasart T. *“Design of a tool for generating test cases from BPMN”*. International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE), 2014.

[4] Rana Yousef, et al. "*Translating RAD Business Process Models into BPMN*". The 2nd International Conference Applications of Digital Information and Web Technologies (ICADIW09), 2009.

การทำเจซันแคชด้วยโนเอสคิวแอล
JSON Cache with NoSQL

อัยพรรณ เอโกบล(Aiyapan Eagobon)[1] และเนื่องวงศ์ ทวยเจริญ(Nuengwong Tuaycharoen)[2]
[1]ฝ่ายมาตรฐานวิศวกรรมและสารสนเทศภูมิศาสตร์ กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ ส่วนสารสนเทศระบบท่อการประปานครหลวง
[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]staykung@gmail.com, [2]nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การประปานครหลวงได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บที่ให้บริการบนระบบแผนที่ที่แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานภาครัฐต่างๆ และหน่วยงานการประปานครหลวงเอง เพื่อให้ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลมาช่วยในการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ต่อมา เมื่อมีผู้ใช้งานระบบจำนวนมากและถูกจำกัดด้วยโครงสร้างของฮาร์ดแวร์ระบบแม่ข่าย ทำให้ประสิทธิภาพทางเวลาของระบบลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเทคนิคการแคชข้อมูลJSON ในรูปแบบ Text File พบว่าสามารถทำให้ระบบมีประสิทธิภาพทางเวลาดีขึ้น โดยใช้เวลาเฉลี่ย 142.8 ms อย่างไรก็ตามการแคชด้วย Text File อาจไม่ใช่การเก็บแคชที่ดีที่สุด ผู้วิจัยจึงได้นำ NoSQL มาใช้ในการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลและพบว่า NoSQL มีประสิทธิภาพดีกว่าฐานข้อมูลที่ใช้ภาษา SQL เช่น MySQL เมื่อข้อมูลมีจำนวนมาก กล่าวคือจำนวนข้อมูล 10,000 ข้อมูล NoSQL ใช้เวลาโดยเฉลี่ยเพียงแค่ 3.041 วินาที แต่ MySQL ใช้เวลาเฉลี่ยมากกว่า 140 วินาที แต่การนำข้อมูลออกจากฐานข้อมูลมาแสดงผลพบว่า NoSQL และ MySQL มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียง เมื่อนำ JSON Cache และ NoSQL มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ทำให้ระบบทั้งหมดมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เจซันแคช โนเอสคิลแอล เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ เทคโนโลยีสำหรับหน่วยงานราชการ

Abstract

Currently, the Metropolitan Waterworks Authority (MWA) has developed GIS and web technologies into use to provide a mapping system for decision-making. To make the system more efficient, this research has linked data from various government agencies, including external agencies and the Authority itself. This is to increase the effectiveness in data usage application, and support fast execution.Currently, the system performance is limited by the structure of the server. The performance of the system decreases while the users increase, especially when requesting for external information. Our study found that JSON Cache on a Text File can improve the performance of the system to 142.8 ms on average. However, data caching on a Text File may not be the best solution. Also, using NoSQL as the cache DBMS can perform better than using Text file or SQL-based DBMS such as MySQL. With 10,000 data points, NoSQL spends only 3.041s, but MySQL spends over 140s. For data fetching and displaying, NoSQL and MySQL have similar performance. Therefore, when applying JSON Cache and NoSQL together, the entire system can be improved significantly.

Keywords: JSON Cache, NoSQL, GIS, e-government.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) มีความต้องการใช้งานมากขึ้นเพื่อใช้ในการประกอบการสนับสนุนงานด้านวิศวกรรม ด้านการตลาด และด้านการบริการต่างๆ ของการประปานครหลวง เช่น ฐานข้อมูลท่อประปา ฐานข้อมูลผู้ใช้น้ำ ระบบฐานข้อมูลการแตกรั่ว และข้อมูลเชิงลึกด้านลูกค้า โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา โดยระบบงานในปัจจุบันเป็นรูปแบบจีไอเอสแบบศูนย์รวม

(Centralizes System) และปรับระบบโครงสร้างแผนที่เป็นระบบมาตรฐานสากล WGS-84 เพื่อการเชื่อมข้อมูลผ่านระบบแผนที่ออนไลน์ให้กับงานด้านการบริการหลายด้าน เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานในองค์กร โดยที่ผ่านมามีการพัฒนาระบบจีไอเอสสำหรับการใช้งานในระดับปฏิบัติการ แต่ขณะนี้ยังไม่มีการพัฒนางานเพื่อนำเสนอข้อมูลให้กับระดับบริหารตั้งแต่ระดับต้นถึงระดับสูงใช้งานอย่างเป็นรูปธรรม

ต่อมา เมื่อมีผู้ใช้งานระบบจำนวนมากขึ้น ประสิทธิภาพทางเวลาของระบบลดลง เนื่องจากประสิทธิภาพทางเวลาถูกจำกัดด้วยโครงสร้างของฮาร์ดแวร์ระบบแม่ข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก ประสิทธิภาพทางเวลาของระบบลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เพื่อให้การใช้งานจีไอเอสสามารถสนับสนุนงานด้านต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับหน่วยงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภายนอกหรือหน่วยงานภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงนำระบบ JSON Cache และการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบใช้ SQL และแบบ NoSQL มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้

2. ทฤษฎีที่และงานวิจัยและเกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบที่พัฒนาขึ้น ได้ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 เอแจ็กซ์[1]

เอแจ็กซ์ (AJAX : Asynchronous JavaScript and XML) เป็นการทำงานในแบบ อสมวาร (asynchronous) คือเป็นการดาวน์โหลดส่วนของข้อมูลต่างๆที่ต้องการโดยที่หน้าเว็บไซต์ไม่ต้องดาวน์โหลดมาทั้งหมด ซึ่ง เอแจ็กซ์จะทำให้โปรแกรมประยุกต์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยเอแจ็กซ์จะทำการร้องขอข้อมูลที่ต้องการไปยังเครื่องแม่ข่ายและเมื่อเครื่องแม่ข่ายตอบกลับมาก็จะให้ข้อมูลที่เราต้องการกลับมาด้วย

2.1.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์[2]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS : Geographic Information System) คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์ได้โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่(Spatial Data) แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเวคเตอร์ และข้อมูลราสเตอร์

2.1.3 Web service[3]

เว็บเซอร์วิส(Web service) เป็นการทำงานในลักษณะให้บริการเพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านเครือข่ายโดยเว็บเซอร์วิสจะถูกเรียกใช้งานจากโปรแกรมอื่นๆ ในรูปแบบ RPC(Remote Procedure Call) เว็บเซอร์วิสเป็นตัวกลางในการทำให้ติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายและเว็บเซอร์วิสช่วยให้แอปพลิเคชันที่พัฒนาภาษาต่างกันออกไปสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ อีกทั้งช่วยลดค่าใช้จ่าย

2.1.4 NoSQL[4]

NoSQL เป็นฐานข้อมูลชนิดนึงซึ่งถูกออกแบบมาให้ไม่มีโครงสร้าง ไม่มีความสัมพันธ์(Relation Ship) และ NoSQL ยังรองรับการขยายตัวได้ดีกว่าฐานข้อมูลแบบมีโครงสร้าง ปัจจุบันฐานข้อมูลแบบ NoSQL จะนิยมใช้กับระบบงานใหญ่ๆ เช่น Facebook, Twitter เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้ว NoSQL จะเป็นลิขสิทธิ์แบบ Open source ซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำมาใช้งาน ดังนั้นเราสามารถนำ NoSQL Database แต่ละตัวมาติดตั้งใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

2.2 งานวิจัยเกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่มีการศึกษาค้นคว้าทั้งหมดและได้นำมาใช้กับงานวิจัยชิ้นนี้มีดังนี้

งานวิจัย[5] นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีเว็บเข้ามาใช้ เพื่อพัฒนาระบบให้บริการแผนที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพของการทำงานมากยิ่งขึ้น โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเน้นการแสดงผลข้อมูลต่างๆ ของทางภาครัฐและหน่วยงานของการประปานครหลวงเองที่สามารถจะนำมาเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนการทำงานของการประปานครหลวง โดยใช้วิธีการนำข้อมูลที่การประปานครหลวงมีอยู่แล้วนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

งานวิจัย[6] ศึกษาเกี่ยวกับโปรโตคอลการทำแคชชิงแบบเอ็น-ทู-เอ็นสำหรับเว็บเซอร์วิส เป็นวิธีการทำแคชชิงสำหรับใช้งานกับเว็บเซอร์วิสหรือว่าเว็บแอปพลิเคชันทั่วไปโดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า Apache Axis2 เป็นตัวเก็บแคชเอาไว้ที่ฝั่งของเครื่องแม่ข่ายด้วยวิธีการแบบ เอ็น-ทู-เอ็น ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะเก็บแคชที่เป็นรูปแบบของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ไว้ที่เครื่องแม่ข่าย

และติดต่อสื่อสารกันด้วยโปรโตคอล เอชทีทีพี (Hyper Text Transport Protocol) และงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้โปรโตคอลเอสโอเอพี(Simple Object Access Protocol) เป็นหลักในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

งานวิจัย[7] เป็นวิธีการใหม่ของเว็บแบบไดนามิกส่วนประกอบองค์ประกอบโดยใช้พร็อกซี่แคชผู้ให้บริการ โดยวิจัยเกี่ยวกับการเก็บแคชเมื่อผู้ใช้ค้นหา(Search) ข้อมูลที่ต้องการจากอินเตอร์เน็ตผ่านโปรโตคอลเอชทีทีพี จากนั้นข้อมูลที่ผู้ใช้ได้มาจะถูกเก็บแคชลงบนเครื่องแม่ข่ายแบบเอ็กซ์เอ็มแอลและเมื่อผู้ใช้คนอื่นๆ มีความต้องการที่จะค้นหาข้อมูลซึ่งที่เครื่องแม่ข่ายมีอยู่แล้วข้อมูลนั้นก็จะแสดงผลที่ผู้ใช้ทันทีโดยไม่ต้องร้องขอข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตซึ่งผู้วิจัยงานชิ้นนี้เรียกว่าไดนามิกนั้นเอง

งานวิจัย[8] ใช้วิธีการแคชและ เอสโอเอพีด้วยสถาปัตยกรรม เอสโอเอโดยงานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางเวลาโดยใช้เทคนิควิธีการเก็บแคชในรูปแบบของเอ็กซ์เอ็มแอลไว้ที่เครื่องแม่ข่ายและใช้ได้ใช้เทคนิคโปรโตคอลเอสโอเอพีเป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลกันด้วย 2 วิธีที่กล่าวมาขั้นต้นผู้วิจัยมองว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางเวลาได้อย่างมาก ซึ่งจุดเด่นของงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้นำสถาปัตยกรรม เอสโอเอ(Service Oriented Architecture) มาใช้ให้สามารถรองรับได้ทุกแพลตฟอร์ม(Platform) และสามารถรองรับการขยายตัวได้อีกด้วย

งานวิจัย[9] การออกแบบเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีประสิทธิภาพในการให้บริการ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เน้นการพัฒนาเอ็กซ์เอ็มแอลให้มีประสิทธิภาพทางเวลาที่รวดเร็ว โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลที่อยู่ในเอ็กซ์เอ็มแอลทั้งหมดให้เป็นเลขฐาน2(Binary) ซึ่งเป็นเลขฐานที่คอมพิวเตอร์เข้าใจและทำงานได้รวดเร็วที่สุด โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเทคนิคการติดต่อสื่อสารโดยใช้โปรโตคอลเอสโอเอพีและใช้โครงสร้างของเอสโอเอในการวิจัย

งานวิจัย[10] แคชโดยใช้กลยุทธ์สำหรับการค้นหาข้อมูลเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวมโดยเฉลี่ยโดยมีวิธีเก็บค่าความนิยมค้นหาและความถี่ที่ผู้ใช้ค้นหา จากข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์การเก็บแคชเพื่อนำมาเพิ่มประสิทธิภาพทางเวลาให้กับระบบนี้

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดนำมาเพิ่มประสิทธิภาพความเร็วของข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอกโดยได้นำข้อมูลมาเก็บเป็นแคชไว้ในเครื่องแม่ข่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความเร็วของระบบ งานวิจัยนี้ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากจากวิจัย[5] โดยพัฒนาเฉพาะข้อมูลเว็คเตอร์ และผู้วิจัยได้ใช้โปรโตคอลเอสโอเอพีเหมือน[6] เปลี่ยนวิธีการเก็บข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลจากงานวิจัย[7]เป็น JSON ผู้วิจัยได้ออกแบบแนวคิดคล้ายกับสถาปัตยกรรมเอสโอเอใน[8]เพื่อรองรับการทำงานของทุกระบบ และเน้นที่ความเร็วในการจัดการข้อมูลจึงนำฐานข้อมูล NoSQL มาใช้แทน binary[9] และอยู่ระหว่างการพัฒนาอัลกอริทึมขึ้นมาเพื่อรองรับการใช้งานและเก็บแคชข้อมูลเฉพาะบางส่วนแต่มีความซับซ้อนน้อยกว่าใน [10]

3. รายละเอียดการพัฒนา

งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพความเร็วของการแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ของระบบ [5] ซึ่งเครื่องแม่ข่ายและฐานข้อมูลทำหน้าที่ให้บริการแผนที่และเก็บแคชข้อมูลเมื่อผู้ใช้งานร้องขอเข้ามา สำหรับภาพรวมของระบบประกอบไปด้วยโครงสร้างดังนี้

3.1. ภาพรวมของระบบ

สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ของงานวิจัยชิ้นนี้แบ่งออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนอินเตอร์เน็ต, โซนหน่วยงานภายใน และโซนหน่วยงานภายนอก โดยโซนอินเตอร์เน็ตประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการเว็บเซิฟเวอร์และเปิดช่องทางพิเศษไว้สำหรับสื่อสารข้อมูลกับหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอกเพียงเครื่องเดียว ซึ่งข้อมูลที่ผู้ใช้เรียกใช้งานทั้งหมดจะถูกนำมาเก็บที่ฐานข้อมูลที่โซนอินเตอร์เน็ตเท่านั้นสามารถแสดงที่ผู้ใช้ได้ดังภาพที่ 1

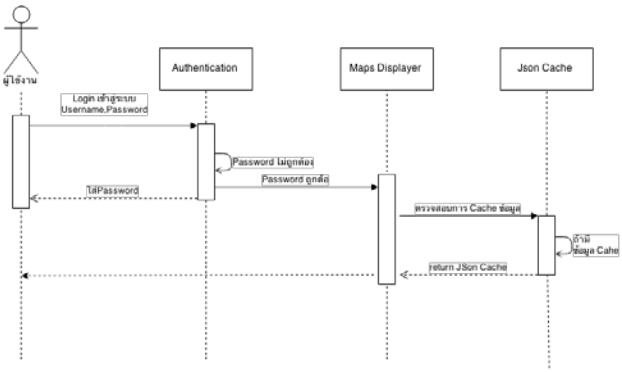
จากภาพที่ 1 เมื่อผู้ใช้งานซึ่งอยู่ทางฝั่งของโซนอินเตอร์เน็ตร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานภายใน(หน่วยงานการประปานครหลวง) หรือหน่วยงานภายนอก (หน่วยงานราชการต่างๆ) โดยผ่านเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการเว็บไซต์(Ubuntu Server) จากนั้น



ภาพที่ 1: ภาพรวมของระบบ

ระบบของงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานร้องขอมาเก็บอยู่ในฐานข้อมูล NoSQL ซึ่งสามารถทำงานได้สะดวกกว่าการเก็บในรูปแบบ text file แบบการแคชปกติ และเมื่อผู้ใช้งานร้องขอข้อมูลครั้งถัดไป ซึ่งในฐานข้อมูลมีข้อมูลอยู่แล้ว ระบบก็จะตอบสนองกลับไปให้ผู้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

3.2. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม



ภาพที่ 2: แผนภาพซีเควนซ์ของระบบ JSON Cache

จากภาพที่ 2 แสดงแผนภาพซีเควนซ์การทำงานของคลาสต่างๆ ในระบบ เมื่อผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงผลเป็นแผนที่ขึ้นมาให้เลือกชั้นข้อมูล โดยระบบ JSON Cache นั้นจะทำการนำข้อมูลที่เป็นแบบ JSON ที่ได้จากหน่วยงานต่าง ๆ มาเก็บลงบนฐานข้อมูล ซึ่งบทความนี้ได้ทดลองทั้งการเก็บข้อมูลในรูปของ Text File, NoSQL และฐานข้อมูลที่ใช้ SQL ซึ่งติดตั้งบนเครื่อง Ubuntu Server เพื่อรองรับการใช้งานเมื่อผู้ใช้งานเรียกข้อมูลครั้งถัดไป ดังนั้นระบบก็ไม่จำเป็นต้องร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ แต่ร้องขอจากฐานข้อมูลซึ่งมีการทำแคชไว้อยู่ ดังนั้นระบบก็จะทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ผลการทดสอบ

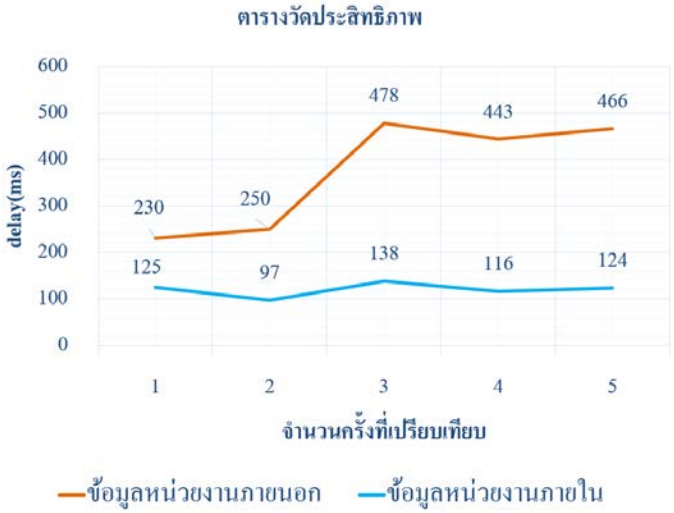
4.1. สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 8.1 Professional 64 Bit โดยทดสอบที่บราวเซอร์ Firefox V.35.0.1 และใช้ ฐานข้อมูล MySQL เป็นตัวแทนฐานข้อมูล SQL และ MongoDB เป็นตัวแทน NoSQL ทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเวลา เนื่องจากช่วงเวลาของการทดสอบ เป็นปัจจัยหนึ่งต่อผลการทดสอบ เนื่องจากแต่ละช่วงเวลามีความหนาแน่นในการใช้งานอินเทอเน็ตไม่เท่ากัน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบที่เวลาประมาณ 12.00 น. และใช้ Web Console ของ Firefox เป็นเครื่องมือในการวัดผลการทดสอบ

4.2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองดังนี้ (1)เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก (2)การทดสอบระบบเมื่อทำการแคชข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก (3)การเปรียบเทียบการนำข้อมูลเข้า MySQL เทียบกับ NoSQL และ(4)การเปรียบเทียบการนำข้อมูลมาแสดงผลระหว่าง MySQL เทียบกับ NoSQL

4.2.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก



ภาพที่ 3: เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก

จากภาพที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก โดยจากภาพจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างจำนวนข้อมูลที่เท่ากันเพื่อทดสอบการตอบสนองจากเครื่องแม่ข่าย 5 ครั้ง โดยแกน x ของกราฟจะเป็นครั้งที่เรียกใช้ข้อมูล และแกน y เป็นเวลาที่เครื่องแม่ข่ายส่งข้อมูลกลับมาถึงผู้ใช้ ผู้วิจัยแบ่งกราฟออกเป็น 2 เส้น เส้นสีฟ้าหมายถึงข้อมูลจากหน่วยงานภายในของการประปานครหลวง และเส้นสีเขียวหมายถึงข้อมูลจากหน่วยงานภายนอกหรือว่าหน่วยงานราชการต่าง ๆ จะสังเกตว่าข้อมูลหน่วยงานภายในใช้เวลาน้อยกว่าหน่วยงานภายนอกอย่างมาก

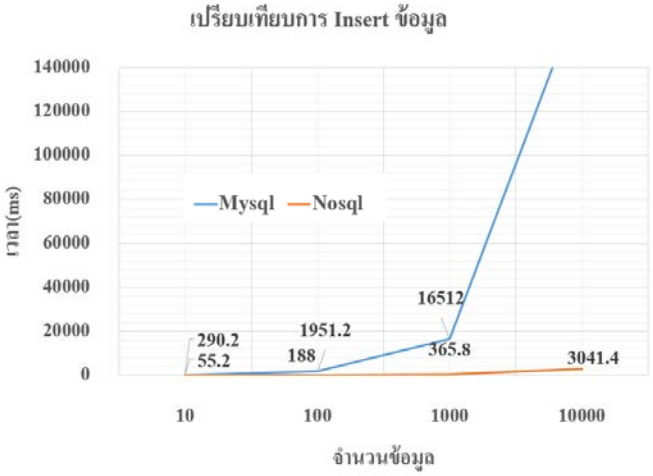
4.2.2 การแคชข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก



ภาพที่ 4: ผลการแคชข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก

จากปัญหาที่พบในภาพที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นสำหรับการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายนอกโดยใช้วิธีแคชข้อมูลหน่วยงานภายนอกไว้ที่เครื่องแม่ข่ายแบบเป็น text file จากกราฟสีส้มในภาพที่ 4 พบว่าเมื่อผู้ใช้งานเรียกข้อมูลครั้งแรก การตอบสนองข้อมูลจะใช้เวลานานคือประมาณ 312 ms และเมื่อผู้ใช้งานเรียกข้อมูลครั้งถัดไปเวลาการตอบสนองข้อมูลจะเหลือแค่ประมาณ 100 ms เท่านั้น อย่างไรก็ตาม การเก็บแคชแบบ text file อาจไม่ใช่การเก็บแคชที่ดีที่สุด เพราะว่าถ้าผู้ใช้ต้องการจะ query ข้อมูลบางจุดออกมาแสดง หรือว่าต้องการที่จะไปเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลอื่น ก็จะทำได้ลำบาก ดังนั้นการใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลอาจเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า

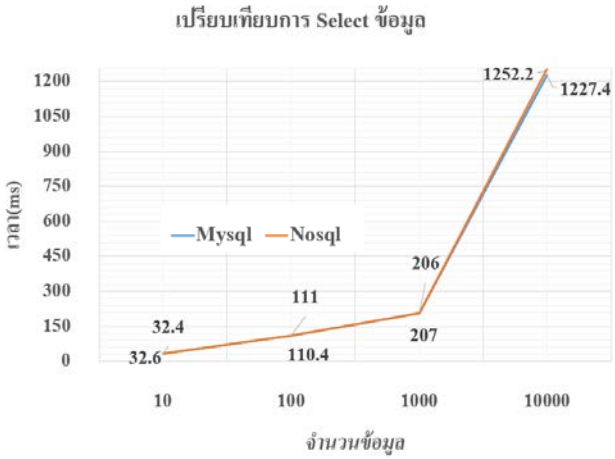
4.2.3. การเปรียบเทียบการนำข้อมูลเข้า MySQL เทียบกับ NoSQL



ภาพที่ 5: การนำข้อมูลเข้า MySQL เทียบกับ NoSQL

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการนำเข้าของข้อมูลที่ต้องการทำแคชไปจัดเก็บในโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล 2 ระบบ ได้แก่ MySQL และ NoSQL(Mongo DB) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบฐานข้อมูลแบบ MySQL กับ NoSQL ผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 5 ผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลขึ้นมาโดยอ้างอิงมาจากข้อมูลที่ใช้จริงเพื่อใช้ในการเก็บผลการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุด ที่มีข้อมูลจำนวน 10, 100, 1000, 10000 ตามลำดับ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามามีตั้งแต่จำนวนข้อมูลน้อยไปจนถึงจำนวนข้อมูลมาก การแสดงผลแบบล็อกสเกลจึงเป็นการแสดงถึงการวัดประสิทธิภาพเพื่อให้เห็นความแตกต่างของขนาดข้อมูลที่มีขนาดกว้าง ซึ่งแต่ละจุดบนกราฟเป็นค่าที่ได้ทำการเฉลี่ยมาแล้ว 5 ครั้ง แกน x แทนด้วยจำนวนของข้อมูล แกน y แทนด้วยเวลาที่ตอบสนองมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms) เส้นสีน้ำเงินแทนด้วยความสามารถของ MySQL และเส้นสีน้ำตาลแทนด้วยความสามารถของ NoSQL จากกราฟดังรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าการนำข้อมูลเข้าของ MySQL ใช้เวลามากกว่า NoSQL ค่อนข้างมากจะเห็นชัดช่วงที่ข้อมูล 10,000 จุด MySQL ใช้เวลานานกว่า 140,000 ms ในข้อมูลชุดเดียวกัน NoSQL ใช้เวลาเพียงแค่ 3,041.4 ms เท่านั้น ความแตกต่างทางด้านเวลาจากกราฟเนื่องจาก MySQL มีความซับซ้อนมากกว่าจึงใช้ เวลาไปกับ Header เยอะกว่า Nosql โดยรวม MySQL และ NoSQL มีประสิทธิภาพทางเวลาการนำเข้าข้อมูลประมาณ O(n)

4.2.4. เปรียบเทียบการนำข้อมูลมาแสดงผลระหว่าง MySQL เทียบกับ NoSQL



ภาพที่ 6: การนำข้อมูลมาแสดงผลระหว่าง MySQL เทียบกับ NoSQL

ภาพที่ 6 แสดงผลการดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงผลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง MySQL กับ NoSQL ซึ่งสีน้ำเงินหมายถึงประสิทธิภาพของ MySQL และสีน้ำตาลหมายถึงประสิทธิภาพของ NoSQL ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุด ที่มีจำนวนข้อมูล 10, 100, 1000, 10000 ตามลำดับ จากกราฟจะสังเกตุได้ว่า MySQL มีประสิทธิภาพเร็วกว่าเล็กน้อยในจำนวนจำนวนข้อมูลที่ 10,000 จุด ซึ่งจำนวนข้อมูลที่เหลือ NoSQL มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ MySQL มาก โดยรวม MySQL และ NoSQL มีประสิทธิภาพทางเวลาแสดงผลข้อมูลประมาณ O(n)

5. สรุป

การประปานครหลวงมีนโยบายพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการเชิงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะการทำงานภาคสนามและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

จากการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงปัญหาของการปรับปรุงประสิทธิภาพทางเวลา ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบตั้งแต่การเปรียบเทียบการเรียกใช้ข้อมูลหน่วยงานภายใน, เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยงานภายในและหน่วยงานภายนอก, การทดสอบระบบเมื่อทำการแคชข้อมูลจากหน่วยงานภายนอก และ เปรียบเทียบการนำข้อมูลเข้ากับการนำข้อมูลมาแสดงผลระหว่าง NoSQL กับ MySQL เพื่อทดสอบเพิ่มประสิทธิภาพของงานวิจัย

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการร้องขอข้อมูลภายในองค์กรและภายนอกองค์กรพบว่าการร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานภายนอกมีประสิทธิภาพช้ากว่าการร้องขอข้อมูลจากหน่วยงานภายใน ต่อมาผู้วิจัยได้ทำแคชไว้ที่เครื่องแม่ข่ายโดยเก็บแคชเป็น text file นามสกุล .JSON ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพทางเวลาดีขึ้น อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ชนิดตัวอักษรไม่สามารถนำไปใช้งานกับการร้องขอข้อมูลในครั้งต่อไปได้สะดวกนัก จึงได้มีแนวคิดที่จะใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลมาใช้จัดเก็บข้อมูลแคช ซึ่งผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูล NoSQL กับ MySQL มาทำแคช พบว่า NoSQL ทำงานได้เร็วกว่า MySQL ในตอนที่นำข้อมูลเข้า ในขณะที่การนำข้อมูลมาแสดงผลนั้นใช้เวลาใกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.w3schools.com/ajax/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2558).

[2] http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2558).

[3] http://www.w3schools.com/webservices/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558).

[4] http://www.w3resource.com/mongodb/nosql.php (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2558).

[5] อัยพรรณ เอโกบล และ เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ. ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ สำหรับผู้บริหารการประปานครหลวง. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 (NCCIT 2014). จ. ภูเก็ต. 8-9 พฤษภาคม 2557.

[6] Amila Liyanaarachchi, Shahani Weerawarana Applications An End-to-End Caching Protocol for Web Services [internet].2011 [cited 2015 Jan 10]. The International Conference on. P 096 - 102.

[7] U.Sridhar, Dr.G.Gunasekaran, P.Rajesh, “New Approach of Dynamic Web Components Composition using Cache Proxy Servers”.2013 [cited 2015 Jan 5].

[8] B. Chandra Mouli,Prof. C. Rajendra, “Caching and SOAP compression techniques in Service Oriented Architecture”.2012 [cited 2015 Jan 20].

[9] B. Chandra Mouli,Prof. C. Rajendra, “Caching and SOAP compression techniques in Service Oriented Architecture”.2012 [cited 2015 Jan 28].

[10] Rifat Ozcan, Ismail Sengor Altingovde, Özgür Ulusoy, “Cost-Aware Strategies for Query Result Caching in Web Search Engines”.2011 [cited 2015 Jan 30].

ระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจร ผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน iOS ด้วย Tor

A Web-based Information System for Reporting Traffic Police Bribe via iOS Smartphones with Tor

สิทธิชัย ชุ่มใจ(Sitichai Chumjai)[1] และเนื่องวงศ์ ทวยเจริญ(Nuengwong Tuaycharoen)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]meed96@gmail.com, [2]nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีการคอรัปชั่นด้วยจำนวนเงินที่สูงและมีแนวโน้มการติดสินบนที่มากขึ้นทุก ๆ ปี ซึ่งการติดสินบนจราจรเป็นการติดสินบนที่ใกล้ตัวที่สุด ประกอบกับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตและสมาร์ทโฟนได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้หยิบเอาประโยชน์นี้ขึ้นมาวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน iOS เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปได้มีส่วนร่วมในการแจ้งรายงานการติดสินบนและติดตามข้อมูลผ่านทางแอปพลิเคชันที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ระบบนี้ต่างจากระบบรายงานสินบนอื่น ๆ โดยได้ให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานในการแจ้งรายงานด้วยการนำเทคโนโลยี Tor Network เข้ามาช่วยในการปิดบังตำแหน่งหรืออำพรางที่มาของข้อมูล ทำให้ผู้ใช้มั่นใจได้ว่าตัวระบบมีความปลอดภัยสูง จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของการแจ้งรายงานอยู่ระหว่าง 60%-90% ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรูปที่อัพโหลดและความคับคั่งของอินเทอร์เน็ตตามเวลาระหว่างวัน ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าระบบนี้จะเข้ามาเป็นส่วนช่วยลดจำนวนการติดสินบนของประเทศไทยให้น้อยลงได้

คำสำคัญ: แจ้งรายงานการติดสินบน โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทอร์

Abstract

Currently, bribery amount in Thailand is increasing every year, especially the traffic bribery, which is one of the most prevalent bribery. In addition, in recent years, the Internet and smart phone technology has played a greater role in daily life. Therefore, we develop a web-based information system for reporting traffic police bribe via iOS smartphones to allow users to engage in bribery reporting and follow the information through the application. Unlike other versions of such application, our system provides security to users on the bribe report by using Tor Network for hiding the sender's identity. This assures the users that the system is safe for their identities. The experimental result shows that the bribe reporting has 60%-90% success rate due to the size of the uploading pictures and the internet traffic, varied during the day. We hope that the information on the web for reporting traffic police bribe via iOS smartphone will be a part in the reduction the amount of bribery for less.

Keywords: Mobile Application, Bribe Report, Tor Network.

1. บทนำ

ในปัจจุบันในประเทศไทยเกิดการคอรัปชันขึ้นเป็นจำนวนมากจากการสำรวจของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยพบว่ามีจำนวนเงินการคอรัปชันเป็นจำนวนมากกว่า 2 แสนล้านบาทต่อปี[1] การคอรัปชั่นเกิดขึ้นในทุกชนชั้น ทุกอาชีพ หรือแม้กระทั้งระบบยุติธรรมของประเทศ รวมทั้งตำรวจ อัยการ ผู้ตัดสินคดีความ บ่อยครั้งที่เรานั้นก็พบเจอการคอรัปชัน เช่น การติดสินบนจราจร เพื่อให้ตัวเองนั้นพ้นความผิดนั้น ๆ ทำให้ตำรวจจราจร หละหลวมในการปฏิบัติหน้าที่ และไม่เป็นระเบียบ

นอกจากในประเทศไทยแล้วประเทศต่าง ๆ ล้วนประสบปัญหาเช่นเดียวกัน จึงได้มีการคิดค้นและนำเอาเทคโนโลยี เข้า

มาช่วยกันในการป้องกันและรายงานการคอรัปชันเพื่อหวังว่าจะช่วยลดจำนวนการคอรัปชั่นให้น้อยลง และอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล และเป็นส่วนช่วยในการป้องกันการคอรัปชันได้อีกช่องทางหนึ่ง

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา สมาร์ทโฟนและอินเตอร์เน็ต 3G / WIFI ได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการ อ่านหนังสือพิมพ์บนโทรศัพท์ การแชท หรือการท่องอินเตอร์เน็ต การดูโทรทัศน์แบบ on demand ซึ่งครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์สมาร์โฟน iOS เพื่อเป็นช่องทางในการรายงานการทำผิดโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ และเก็บสถิติเพื่อเป็นข้อมูลให้กับผู้สนใจ โดยผู้ใช้สามารถรายงานพิกัดและท้องที่ที่เกิดการติดสินบนตำรวจจราจรขึ้นผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน เพื่อให้ระบบนำข้อมูลไปแสดงเป็นสถิติบนเว็บไซต์

อย่างไรก็ตาม แอปพลิเคชันนี้ได้ถูกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์เรียบร้อยแล้ว[2] ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS ขึ้นมาเพื่อให้ครอบคลุมและเข้าถึงบุคคลทั่วไปได้อย่างทั่วถึง ที่สำคัญ ระบบนี้แตกต่างจากระบบรายงานสินบนอื่นๆ โดยสามารถซ่อนตัวตนของผู้ให้ข้อมูล ด้วยการเรียกใช้ระบบ Tor Network[3] เข้ามาปกปิดการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้ให้ข้อมูล โดยผู้ถูกรายงานไม่สามารถตรวจสอบหาแหล่งที่มาของข้อมูลได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1Tor Network [3]

ในปัจจุบันความเป็นส่วนตัวบนโลกอินเทอร์เน็ตถูกละเมิดอย่างมาก จากกิจกรรมทั่วไป เช่น การคุยในสังคมออนไลน์หรือในแชต หรือการเข้าใช้เว็บไซต์ที่ไม่มีนโยบายปกป้องข้อมูลส่วนบุคคล เป็นต้น อาจทำให้ผู้ประสงค์ร้ายสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้มาละเมิดความเป็นส่วนตัว หรือแม้แต่นำไปปลอมแปลงอัตลักษณ์ของผู้ใช้ได้ จึงได้มีการพัฒนา Tor Network ขึ้นเพื่อรักษาความปลอดภัยของอัตลักษณ์ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต

ระบบ Tor Network เริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันเข้ากับ Tor Network หลังจากนั้นเมื่อต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระบบ Tor Network จะเข้ารหัสข้อมูลของผู้ใช้ด้วยอัลกอริทึม AES และส่งข้อมูลไปยัง Tor Node จำนวน 3 hop จน ถึง Exit Node ซึ่งจะทำการถอดรหัสข้อมูลด้วยอัลกอริทึมเดียวกัน แล้วส่งไปยังปลายทาง ในทางกลับกันการส่งข้อมูลกลับมายังแอปพลิเคชันก็ทำเช่นเดียวกัน โดยการส่งข้อมูลระหว่าง Tor Node นี้เองเป็นตัวช่วยในการอำพรางที่มาของข้อมูล เพราะในการ Requests แต่ละครั้งเส้นทางจะไม่ซ้ำกัน และ IP Address ในการติดต่อล่าสุดก็จะเป็นของ Tor Node ตัวสุดท้าย ไม่ใช่ของผู้ส่งดั้งเดิม

2.2 Tor's API on iOS[4]

ถึงแม้ว่า Tor Network จะมีประโยชน์อย่างมาก แต่ผู้ใช้และนักพัฒนายังไม่สามารถเรียกใช้งาน Tor Network ได้ง่ายนัก ผู้วิจัย [4] จึงเห็นว่าการพัฒนา Tor's API บน Smartphone เพื่อป้องกันการถูกละเมิดความเป็นส่วนตัวบนโลกอินเตอร์เน็ตมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และ Smartphone ที่มีมูลค่าการใช้งานมากที่สุดคือระบบปฏิบัติการ iOS ผู้วิจัยจึงได้พัฒนา API นี้ขึ้นเพื่อใช้สำหรับการส่งข้อมูลที่ต้องการความเป็นส่วนตัว โดย API ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งข้อมูลโดยไม่เปิดเผยผู้ส่งได้ และยังเข้ารหัสข้อมูลที่ส่งด้วยการเข้ารหัสแบบ TLS และจากการทดสอบพบว่า การเรียกใช้ API เพื่อส่งข้อมูลผ่าน Tor Network ทำได้ดีและมีประสิทธิภาพไม่ต่างกับ Onion Browser ซึ่งเป็น Browser สำหรับ Tor Network โดยเฉพาะ

2.3 ระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์แอนดรอยด์ [2]

ผู้วิจัย[2]ได้พัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์แอนดรอยด์ขึ้นเพื่อให้ประชาชนได้มีช่องทางในการรายงานการติดสินบนตำรวจจราจรในแต่ละท้องที่ โดยผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลสินบนผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไปยังเครื่องแม่ข่าย จากนั้นเครื่องแม่ข่ายจะนำข้อมูลสินบนไปเก็บในฐานข้อมูล เพื่อให้ระบบนำข้อมูลสินบนมาแสดงทั้งบนโทรศัพท์แอนดรอยด์และบนเว็บ จากการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถคำนวณท้องที่สถานีตำรวจตามตำแหน่งพิกัดที่ได้และนำข้อมูลสินบนที่ได้มาประมวลผลแสดงเป็นกราฟสถิติการติดสินบนผ่านโทรศัพท์และผ่านเว็บบราวเซอร์ทั่วไปได้ หลังจากทดลองให้อาสาสมัครผู้ใช้งานจำนวน 30 คนใช้งาน

เป็นเวลา **10** วัน พบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลสินบนทั่วเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล และการส่งข้อมูลจากโทรศัพท์จนได้รับการตอบกลับจากเครื่องแม่ข่ายใช้เวลาเฉลี่ยเพียง **1.97** วินาที ซึ่งหากใช้งานอย่างแพร่หลาย ก็จะสามารถให้ข้อมูลการติดสินบนตำรวจจราจรแก่ผู้สนใจและเกิดการแข่งขันระหว่างสถานีตำรวจในแต่ละท้องที่เพื่อลดการติดสินบนได้ในอนาคต

2.4 I Paid a Bribe [5]

I Paid a Bribe เป็นระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการแจ้งรายงานการติดสินบนในรูปแบบต่างๆ เช่นการติดสินบนแก่เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ แก่เจ้าหน้าที่ภาครัฐต่าง ๆ โดยผู้ใช้สามารถที่จะแจ้งรายงานบนเว็บไซต์ได้ทันที หรือสามารถที่จะดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมาติดตั้งบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนได้เช่นเดียวกัน โดยระบบเริ่มต้นแนวคิดมากจากประเทศอินเดียและมีแนวคิดที่จะขยายต่อไปยังภูมิภาคอื่น ๆ

2.5 Bribe Spot [6]

Bribe Spot เป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนเพื่อใช้ในการรายงานการติดสินบนในรูปแบบต่างๆเช่น สินบนตำรวจ การให้บริการสาธารณะ การศึกษา แต่มีข้อจำกัดในการเข้าไปดูรายงานในแต่ละท้องที่ที่ระบบยังให้บริการแก่ผู้ใช้ไม่ได้ ทำให้ผู้วิจัยได้นำข้อด้อยในจุดนี้ขึ้นมาจัดทำระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน iOS เพื่อให้ผู้ใช้สามารถที่จะดูรายละเอียดในแต่ละท้องที่ได้ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบข้อมูลในแต่ละท้องที่ได้ง่ายมากขึ้น

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของผลงานเหล่านี้มาเป็นต้นแบบในการจัดทำระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน iOS เพื่อใช้ในประเทศไทย โดยเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ในการปกปิดที่มาของข้อมูลว่าผู้ใดเป็นคนแจ้งร้องเรียนเข้ามา ทำให้ผู้ใช้งานมีความปลอดภัยในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

3. การออกแบบและพัฒนา

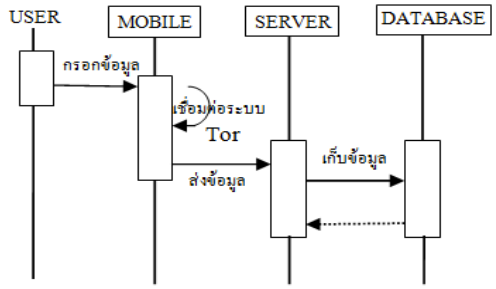
การทำงานเริ่มจากการออกแบบระบบทั้งหมด ทดสอบความเป็นไปได้ของอุปกรณ์ที่รองรับซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทดลองกับอุปกรณ์มือถือ iPhone 5 และ iPhone 5S โดยมีองค์ประกอบหลักทางฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังนี้

3.1 ภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

ภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ โดยที่แอปพลิเคชันจะทำการร้องขอพิกัดของผู้ใช้ผ่านทางGPS หลังจากนั้นจะคำนวณเพื่อหาสถานีตำรวจที่อยู่ใกล้ผู้ใช้มากที่สุด หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่แจ้งรายงานผ่านระบบ Tor Network เพื่อเข้าไปเก็บยังฐานข้อมูล โดยการทำงานของการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลสามารถดูได้ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพแสดงการทำงานในการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

ภาพที่ 2 แสดงการทำงานในการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล โดยตัวแอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่อกับระบบ Tor Networks ในการส่งข้อมูลขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้ให้ข้อมูล หากผู้ถูกรายงานต้องการตรวจสอบหาแหล่งที่มาของข้อมูล

3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบนี้ได้ใช้Xcodeเวอร์ชั่น 6.1 ในการพัฒนาแอปพลิเคชันและใช้ทดสอบระบบบน iPhone ที่ใช้ iOS เวอร์ชั่น 7.1.2 ,

8.1.2, 8.2 และใช้ Dreamweaver CS5 ในการพัฒนาในส่วนของเว็บไซต์ www.bribery-report.com และใช้ Facebook API[6] ในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับ Facebook Fanpage

3.3 การระบุท้องที่สถานีตำรวจด้วย GPS

หลังจากตัวแอปพลิเคชันได้รับค่าจาก **GPS** ระบบจะทำการคำนวณระยะทางตั้งแต่จุดที่ผู้ใช้อยู่เพื่อเรียงลำดับสถานีตำรวจที่อยู่ใกล้ผู้ใช้มากที่สุด โดยใช้วิธีการที่ระบุใน [7] โดยผู้ใช้สามารถเลือกสถานีตำรวจอื่นก็ได้

3.4 การป้องกันการส่งข้อมูลซ้ำ

แอปพลิเคชันจะยอมให้ผู้ใช้แจ้งรายงานการติดสินบนในสถานีตำรวจเดียวกันเพียงวันละ **1** ครั้งเท่านั้น เพื่อป้องกันการส่งข้อมูลจำนวนมากจากโทรศัพท์เพียงเครื่องเดียว อันเกิดจากความเกลียดชังส่วนบุคคล หรือจงใจทำให้ระบบล่ม เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบ

3.5 การเรียกใช้งาน Tor's API on iOS

รหัสที่ 1 แสดงการเรียกใช้งาน Tor โดยผ่าน API [4]โดยจะส่งข้อมูล ได้แก่ UDID พิกัดการแจ้งร้องเรียน และอื่นๆ ไปยัง Tor Controller เพื่อให้Tor Controller ทำการส่งข้อมูลทั้งหมดขึ้นไปยัง Tor Node และทำงานตามระบบเพื่อส่งข้อมูลขึ้นไปยังฐานข้อมูล

```
NSString *sid = var.user_id;
NSString *slat = [NSString stringWithFormat:@"%f",var.lat];
NSString *slon = [NSString stringWithFormat:@"%f",var.lon];
NSString *sp_id = var.police_id;
NSString *sdec = descripetion.text;
NSString *sbrie = bribry_money.text;
NSString *spname = var.namepolice;
NSString *udid = @"id=";
NSString *lat = @"&lat=";
NSString *lon = @"&lon=";
NSString *p_id = @"&pid=";
NSString *des = @"&des=";
NSString *brie =@"&brie=";
NSString *pname = @"&pname=";

TorController
sendIt:udid:sid:lat:slat:lon:slon:p_id:sp_id:des:sdec:brie:sbrie:
pname:spname];
```

รหัสที่ 1: การเรียกใช้งาน การเรียกใช้งาน Tor's API on iOS

3.6 ข้อจำกัดของระบบ

1). ตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่มีผลต่อความเร็วของอินเทอร์เน็ตและมีผลต่อความเร็วในการแจ้งรายงาน

2). รองรับการเก็บข้อมูลติดสินบนที่มีพิกัดในกรุงเทพฯและปริมณฑลที่ผู้วิจัยมีข้อมูลพิกัดของสถานีตำรวจเท่านั้น

4. ผลการดำเนินการ

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

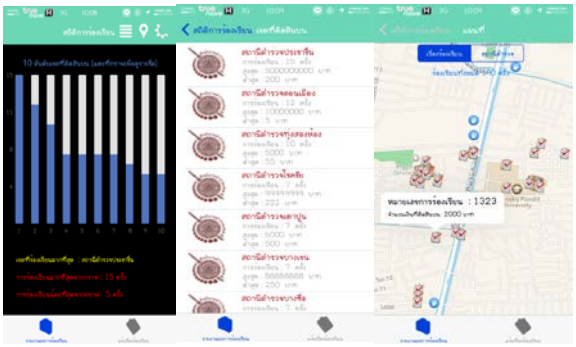
จากการทดสอบเบื้องต้นบนโทรศัพท์ **iPhone5** ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ **iOS 7.1.2 , 8.1.2** และ **8.2** ในการกรอกข้อมูลและส่งข้อมูลการติดสินขึ้นบนฐานข้อมูล ในช่วงเวลาต่างๆและต่างสถานที่กัน โดยสุ่มกรอกข้อมูล จำนวน **10** สถานีตำรวจ สถานีละ**10** เรื่องแจ้งรายงาน

4.2 ผลการทดสอบการใช้งาน

ภาพที่ 3 แสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้หลังจากผู้ใช้กรอกข้อมูลในการแจ้งร้องเรียนการติดสินบนเสร็จสมบูรณ์ และได้ส่งข้อมูลขึ้นยังฐานข้อมูล



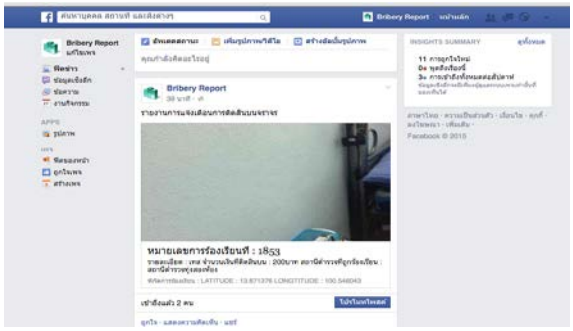
ภาพที่3: ส่วนติดต่อกับผู้ใช้หลังจากผู้ใช้กรอกข้อมูลการร้องเรียน



ภาพที่4: กราฟแท่งแสดงสถิติ (ซ้าย), อันดับสถานีตำรวจที่ถูกรายงานมากที่สุด(กลาง) และ แผนที่แสดงตำแหน่งแจ้งรายงานการติดสินบน (ขวา)

นอกจากนี้ ระบบยังมีส่วนแสดงสถิติข้อมูลการแจ้งรายงานการติดสินบนในหลายรูปแบบ ดังแสดงในภาพที่ 4 เช่น กราฟแท่งแสดงสถิติ (ซ้าย), รายการแสดงอันดับสถานีตำรวจที่ถูกรายงานมากที่สุด(กลาง) และ แผนที่แสดงตำแหน่งที่มีการแจ้งรายงานการติดสินบน (ขวา)

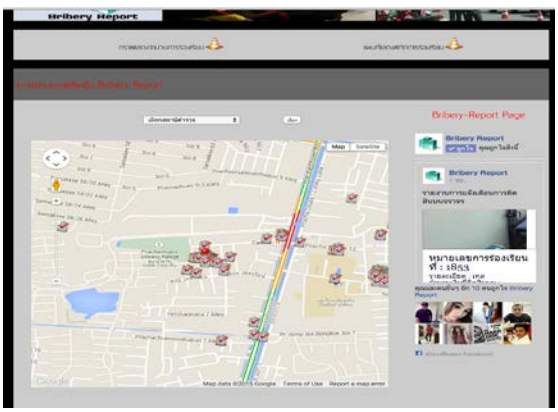
นอกจากนี้ ทุก ๆ ข้อมูลการแจ้งรายงานจากแอปพลิเคชัน จะถูกเก็บไปยังฐานข้อมูล เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงสถิติบนเฟสบุคแฟนเพจ (ภาพที่ 5) และบนเว็บไซต์(ภาพที่ 6 และ7) อีกด้วย โดยระบบจะไม่มีการจัดเก็บข้อมูลใดๆ ของผู้ใช้อยู่เลย เพื่อความปลอดภัยในการแจ้งรายงาน



ภาพที่ 5: เฟสบุคแฟนเพจของระบบ



ภาพที่ 6: เว็บไซต์แสดงสถิติกราฟแท่งแสดงจำนวนการร้องเรียน



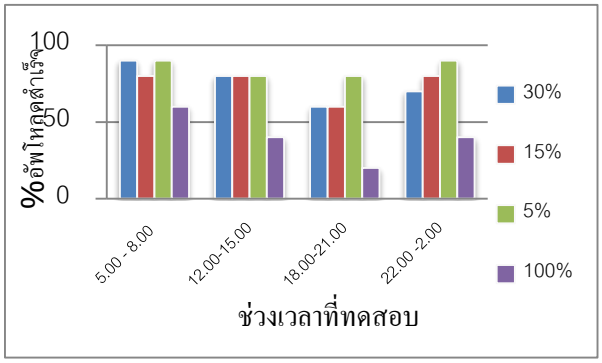
ภาพที่ 7: เว็บไซต์แสดงแผนที่ตำแหน่งการร้องเรียน

ภาพที่ 5 แสดงเฟสบุคแฟนเพจของระบบ โดยทุก ๆ การแจ้งรายงานจากแอปพลิเคชันจะถูกโพส ขึ้นยังแฟนเพจ เพื่อเพิ่มช่องทางในการรับข่าวสารอีกหนึ่งช่องทาง โดยผู้ใช้สามารถที่คลิกเข้าไปดูรายละเอียดต่าง ๆ ได้ทันที

ภาพที่ 6 แสดงเว็บไซต์กราฟแท่งสถิติจำนวนการร้องเรียน โดยกราฟจะแสดงจำนวนการร้องเรียนโดยเรียงลำดับจากสถานีตำรวจที่มีจำนวนการร้องเรียนมากที่สุดไปหาสถานีตำรวจที่มีการร้องเรียนน้อยสุด 10 อันดับแรก

ภาพที่ 7 แสดงแผนที่ตำแหน่งการร้องเรียนบนเว็บไซต์ โดยแผนที่จะแสดงตำแหน่งการร้องเรียนรวมถึงแสดงรายละเอียดในการแจ้งรายงานนั้น ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะเลือกดูเป็นรายสถานีตำรวจได้

4.3. การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ



ภาพที่ 8: กราฟเปอร์เซ็นต์การอัพโหลดรายงานสำเร็จ

ประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาบนแอนดรอยด์[2] ซึ่งไม่ได้มีการส่งรูปและไม่มีการเรียกใช้ Tor Network สามารถอัพโหลดข้อมูลได้สำเร็จทุกครั้ง (100%) และใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 1.97 วินาที ในขณะที่ระบบบน iOS ซึ่งมีการส่งข้อมูลรูปภาพผ่าน Tor Network จะใช้เวลาในการอัพโหลดจนถึงตอบกลับมามากกว่า 40 วินาที และอัตราความสำเร็จในการอัพโหลดรายงานได้น้อยกว่าดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งแสดงกราฟเปอร์เซ็นต์การอัพโหลดรายงานสำเร็จ ที่เป็นการแสดงถึงประสิทธิภาพการแจ้งรายงานของระบบ กราฟแท่งแต่ละแท่งเกิดจากการส่งข้อมูล 10 ครั้ง และแต่ละสีแสดงเปอร์เซ็นในการลดขนาดของรูปภาพต้นฉบับ โดยสีน้ำเงินแทนการลดขนาดลงเหลือ 30% สีแดง 15% สีเขียว 5% และสีม่วงคือไม่มีการลดขนาดรูปเลย จากกราฟพบว่า รูปถ่ายด้วยกล้องความละเอียด 8MP ของ iPhone5 หากไม่มีการลดขนาดรูปเลย เปอร์เซ็นต์

ความสำเร็จจากการอัพโหลดจะน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 18.00-21.00 ที่มีการใช้อินเทอร์เน็ตหนาแน่น จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการอัพโหลดสำเร็จน้อยกว่าช่วงเวลาอื่น เมื่อลดขนาดของรูปเหลือ 5% จะทำให้เปอร์เซ็นต์การอัพโหลดรูปสำเร็จสูงที่สุด ในทุกช่วงเวลา ในขณะที่การลดขนาดรูปเหลือ 15% และ 30% ให้ผลไม่ต่างกันมากนัก

5. สรุป

การคอรัปชันที่เห็นบ่อยครั้งและใกล้ตัวมากที่สุดคือ การติดสินบนแก่ตำรวจจราจร ผู้วิจัยจึงได้นำเอาเทคโนโลยีระบบ Tor Network และการเขียนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนและการพัฒนาเว็บไซต์ขึ้นมาจัดทำระบบสารสนเทศขึ้นเพื่อใช้ในการร้องเรียนการติดสินบนจราจร เป็นอีกช่องทางในการช่วยลดจำนวนการคอรัปชั่นในประเทศไทยให้น้อยลง โดยได้ออกแบบให้ระบบใช้งานได้ง่ายและทันสมัย อีกทั้งให้ความปลอดภัยแก่ตัวผู้ใช้งานด้วยระบบ Tor Network อีกด้วย โดยประสิทธิภาพของระบบการแจ้งรายงานโดยวัดจากความสำเร็จในการอัพโหลดการแจ้งรายงานอยู่ระหว่าง 60%-90% ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรูปที่อัพโหลดและเวลาในการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] ASTVผู้จัดการออนไลน์, "โพลชี้จำนำ-งบนำ-เงินกู้ 2 ล้าน ล้าน เสี่ยงโกง มโหฬาร คาดทำรัฐเสียหายกวา 5 แสนล้านบาท", เข้าถึงได้จาก: http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews id =9560000078328.

[2] ยุรนันท์ ฉิมบรรเลง และ เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ. "ระบบสารสนเทศบนเว็บสำหรับการรายงานสินบนตำรวจจราจรผ่านโทรศัพท์แอนดรอยด์", *ECTI-CARD 2014*, 21- 23 พ.ค. 57, เชียงใหม่.

[3] “Tor Project,” [Online]. Available: https://www.torproject.org/. [Accessed: May 21, 2014].

[4] Suniti Wittayasatiankul, Sittichai Chumjai and Nuengwong Tuaycharoen, “Tor’s API on iOS,” *IC2IT-2015*, Bangkok, July 2015.(to be published)

[5] Janaagraha, “I PAID A BRIBE,” [Online]. Available: http://www.ipaidabribe.com. [Accessed: April 19, 2014].

[6] Bribespot Thailand, “Bribespot Thailand,” [Online]. Available: http://bribespotthailand.com/. [Aceessed: April 19, 2014].

[7] GeoDataSource.com, “Calculate Distance by Latitude and Longitude using SQL” [Online]. Available: http://www.geodatasource.com/developers/mssql. [Accessed November 25,2014].

การค้นคืนเอกสารข้อความภาษาไทยด้วยเสียงพูด
Speech-Based Thai Text Retrieval

ปพนพัชร์ โสภณ(Paphonput Sopon)[1] จันทิมา พลพินิจ(Jantima Polpinij)[2]
และทองปาน สุขเสมอ(Thongparn Suksamer)[3]
หน่วยวิจัยเชิงปัญญา (Intellect Laboratory) คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1]paphonput@gmail.com, [2]jantima.p@msu.ac.th, [3]thongparn@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการค้นคืนเอกสารภาษาไทยด้วยเสียงพูด โดยกระบวนงานวิจัยที่นำเสนอนี้ ประกอบด้วยการทำงานใน 2 ส่วน คือส่วนของการรู้จำเสียงเพื่อให้ได้โมเดลเสียง และส่วนของการนำโมเดลเสียงไปค้นคืนเอกสาร ในขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดนั้นจะเป็นการรู้จำเสียงพูดภาษาไทยแบบคำโดด ภายหลังจากที่ผู้ใช้งานป้อนคำขอด้วยเสียง เสียงพูดดังกล่าวจะถูกแปลงให้เป็นข้อความ เรียกว่า แปลงเสียงพูดเป็นข้อความ และในที่สุด เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอาการป่วยและยาในชีวิตประจำวันก็จะถูกค้นคืน ตามแนวคิดของการค้นหาเอกสารด้วยคำสำคัญ

คำสำคัญ: การค้นคืนเอกสารด้วยเสียงพูด การรู้จำเสียง การค้นคืนสารสนเทศ

Abstract

This work presents a method of speech-based Thai text retrieval. The method consists of 2 main processing steps: speech recognition and speech-based text retrieval. For the speech recognition process, it is experimented with the isolated words recognition. Afterwards, in the process of speech-based text retrieval, after user inputs the query with speech, the speech will be converted to text (called speech-to-text). Finally, the relevant document relating to illness and medicine household in everyday life will be retrieved through the concept of keyword search.

Keywords: Speech-based Text Retrieval, Speech Recognition, Information Retrieval.

1. บทนำ

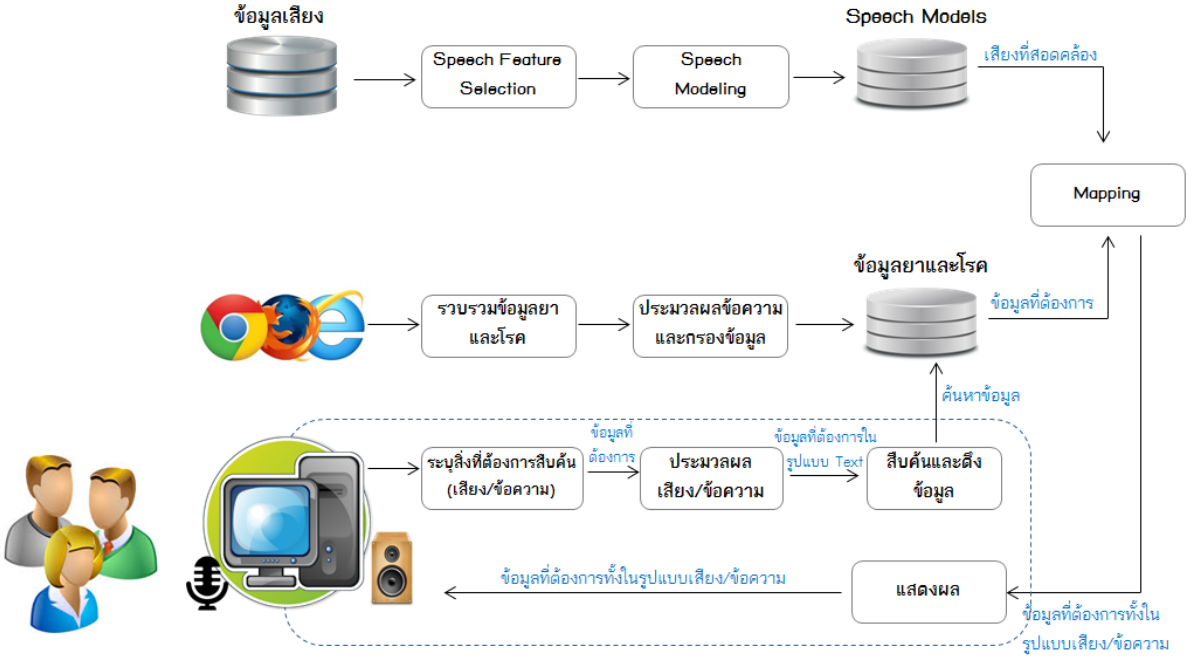
เสียงสามารถใช้ในการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศได้เช่นเดียวกับข้อความ (Text) [1-4] แต่เดิมการค้นคืนเอกสารจะกระทำด้วยการพิมพ์ผ่านแป้นพิมพ์ ซึ่งไม่ยากสำหรับบุคคลทั่วไป แต่สำหรับบุคคลที่มีความผิดปกติทางด้านร่างกาย ยกตัวอย่างเช่น บุคคลที่พิการทางแขนหรือมือ เป็นต้น ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้การค้นคืนด้วยการพิมพ์ผ่านแป้นพิมพ์ได้ ดังนั้น เสียงจึงเป็นอีกหนึ่งในทางเลือกที่จะสามารถช่วยบุคคลเหล่านั้นสามารถค้นคืนเอกสารได้ ดังนั้น การค้นคืนเอกสารด้วยเสียง จึงหมายถึง การสืบค้นเอกสารโดยแปลงเสียงพูดของผู้พูดเป็นข้อความที่ใช้เป็น “คำค้น” หรือ “คำขอ” (Query) สำหรับใช้สืบค้นเอกสารข้อความ

ปัจจุบัน การค้นคืนเอกสารภาษาไทยด้วยการใช้เสียงนั้น มีการใช้งานแพร่หลายมากขึ้น เช่น การค้นหาข้อมูลเอกสารด้วยเสียงบน Google หรือ Smart phone ซึ่งการค้นข้อมูลด้วยเสียงที่ให้บริการบน Google นั้น แม้รองรับได้หลายภาษา แต่ยังไม่มีโปรแกรมที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดลงมาใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อใช้สำหรับการค้นหาเอกสารหรือข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ส่วนใน Smart phone จะมีโปรแกรมที่ชื่อว่า SIRI ที่สามารถใช้เพื่อการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงบน Smart phone แต่ SIRI ถูกพัฒนาเพื่อให้บริการบน Smart phone ยังไม่สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมดังกล่าว ลงมาใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อไม่นานมานี้ โปรแกรมชื่อ Mitini (หรืออาจจะเรียกว่า SIRI สำหรับ Windows) ได้ถูกนำเสนอขึ้นมา สำหรับการใช้งานเพื่อการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงบน

เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แต่ยังไม่สามารถค้นคืนเอกสารด้วยเสียงภาษาไทยได้

จากเหตุผลข้างต้น งานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอการค้นคืนเอกสารภาษาไทยด้วยเสียงพูดภาษาไทย เพื่อการค้นคืนเอกสารบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยในการทดสอบ จะทดสอบกับเสียงพูดที่เป็นการพูดแบบคำผสม ไม่เกิน 2 คำ เช่น คำว่า “ไข้” และ “หวัด” เมื่อนำรวมกัน จะได้คำว่า “ไข้หวัด”

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตของเอกสารที่จะใช้ทดสอบในการสืบค้นเอกสารภาษาไทยนั้น เป็นเอกสารข้อความภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการเจ็บป่วยและการใช้ยาในชีวิตประจำวัน ที่รวบรวมมาจากอินเตอร์เน็ต ว่าควรจะเป็นคำใด ในคำที่รู้จำได้ ส่วนในงานวิจัยของ Douglas W Oard [3] นำเสนอการนำเสียงพูดไปค้นคืนสารสนเทศต่างๆ ในระบบห้องสมุดอิเล็กทรอนิคส์ ซึ่งแนวความคิดนี้สอดคล้องกับ [4] ในงานของ Bai และคณะ [5] ได้กล่าวว่าภาษาจีนไม่ได้เป็นลักษณะของตัวอักษร (alphabetic) และเมื่อมีการระบุคำขอในภาษาจีนเข้าสู่คอมพิวเตอร์ บางครั้งไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นพวกเข้าจึงนำเสนอแนวทางค้นคืนเอกสารด้วยเสียงพูด เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นเอกสารโดยการรู้จำเสียงที่ใช้จะอยู่ในรูปแบบของการรู้จำพยางค์จากการพูดภาษาจีนกลางอย่างต่อเนื่อง เมื่อทดสอบกระบวนการที่นำเสนอ พบว่าอัตราความถูกต้องในการค้นคืนเอกสารอยู่ที่ระหว่าง 0.58-0.63



ภาพที่ 1: แสดงภาพรวมของกระบวนการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงพูด

2. ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยเกี่ยวกับค้นคินสารสนเทศด้วยเสียง ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการเพิ่มช่องทางในการสืบค้นข้อมูล และทำให้การสืบค้นข้อมูลสะดวกและง่ายขึ้น

งานวิจัยของ Fujii และคณะ [1] นำเสนอการป้อนคำขอด้วยเสียงพูดแบบเป็นคำๆ แต่ได้เพิ่มการแก้ปัญหาของจำนวนคำที่รู้จำได้ที่มีอยู่อย่างจำกัด กับเอกสารข้อความที่ต้องสืบค้น ที่มีคำต่างๆ อยู่หลากหลายและมีคำเป็นจำนวนมาก ด้วยเทคนิคเชิงความน่าในการจำลองโมเดลทางภาษาเพื่อการค้นคืน [2] จะเป็นที่เรียกว่า “Okapi” ที่ใช้ในการประเมินความน่าจะเป็นของคำขอ

ปัจจุบันงานวิจัยด้านการค้นคืนสารสนเทศด้วยเสียง ยังคงได้รับความสนใจดังจะเห็นได้จาก [6-8]

3. กระบวนการของการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงพูด

ในกระบวนงานวิจัยที่นำเสนอนี้ ประกอบด้วยการทำงานใน 2 ส่วน คือส่วนของการรู้จำเสียง และส่วนของการนำโมเดลเสียงไปค้นคืนเอกสาร ดังแสดงในภาพที่ 1

ส่วนที่ 1: การรู้จำเสียง (Speech Recognition)

โดยทั่วไป ขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดก็จะประกอบไปด้วยแนวทางหลักๆ 4 ขั้นตอน [9] ได้แก่ การเตรียมข้อมูลเสียง

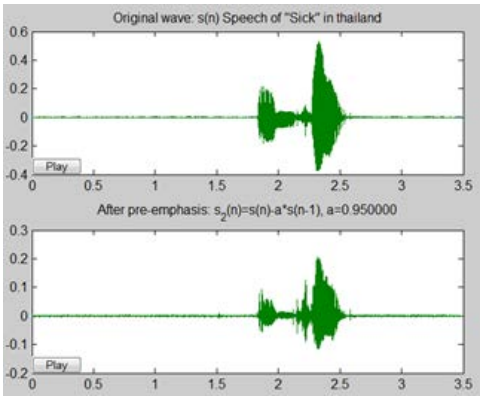
การสกัดและการคัดเลือกคุณลักษณะของเสียง การสร้างโมเดลเสียงเพื่อการรู้จำ และการวัดประสิทธิภาพของการรู้จำเสียง

ขั้นตอนที่ 1: การเตรียมข้อมูลเสียง (*Speech Pre-processing*)

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเสียงคือ การปรับสัญญาณเสียงที่รับเข้ามา (โดยทั่วไปเป็นไฟล์ .wav) ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมต่อการนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไปคือ การสกัดและการคัดเลือกคุณลักษณะของเสียง โดยทั่วไปการเตรียมข้อมูลเสียงประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเน้นล่วงหน้า (Pre-emphasis) เป็นขั้นตอนในการบีบอัด สัญญาณเสียงโดยนำสัญญาณเสียงผ่านตัวกรองลำดับหนึ่ง (First order filter) [10] ซึ่งจะเพิ่มอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio)

2. การหาจุดสิ้นสุดของเสียงพูด (Endpoint Detection) [10] เป็นขั้นตอนในการ กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเสียงโดยการแยกส่วนที่เป็นคำ พูดออกจากส่วนที่ไม่ใช่คำพูดวิธีในการตัดหัวท้ายเสียงมีหลายวิธี เช่น ใช้ค่าระดับพลังงาน (Energy level) ใช้อัตราการตัดศูนย์ (Zero-crossing rate) เป็นต้น



ภาพที่ 2: แสดงสัญญาณเสียงภายหลังการเน้นล่วงหน้าของคำว่า “ป่วย (Sick)”

3. การวางกรอบขนาดของสัญญาณ (Windowing) [10] การแบ่งเป็นส่วนย่อย (Frame) เป็นขั้นตอนในการแบ่งสัญญาณเสียงเป็นส่วนย่อยขนาดความยาวประมาณ 10 – 40 มิลลิวินาที ซึ่งทำให้สัญญาณเสียงมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก หรือ ไม่มีเลย เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองการกระจายของหน่วยสัญญาณเสียงย่อยทางสถิติได้

ขั้นตอนที่ 2: การสกัดคุณลักษณะเสียง (*Speech Feature Extraction*)

เป็นขั้นตอนในการหาคุณลักษณะเสียงที่สำคัญของสัญญาณเสียง เพื่อเป็นตัวแทนของเสียงพูดนั้นๆ ในขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปดิจิตอล (เช่น .wav) ให้อยู่ในรูปแบบของตัวแทนเสียงที่มีความเหมาะสมที่จะสื่อถึง “คำ” หรือ “เสียงพูด” ที่ต้องการรู้จำ โดยทั่วไปในขั้นตอนการหาสำคัญของสัญญาณเสียงนี้ จะทำกันได้หลายเทคนิค แต่ในงานวิจัยฉบับนี้ จะใช้วิธีที่เรียกว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล (Mel-Frequency Cepstrum Coefficients: MFCC) [10] เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ผลของความถูกต้องของการรู้จำเสียงมากที่สุด [11-12]

ขั้นตอนที่ 3: การสร้างโมเดลของเสียงพูด (*Acoustic Modeling*)

คือการฝึกฝนชุดข้อมูลโดยใช้ค่าคุณลักษณะของเสียงที่เป็นตัวแทนของข้อมูลเสียงนั้นๆมาฝึกฝน เพื่อให้ได้โมเดลเสียงพูดในระดับคำ (Isolated word) ในงานวิจัยที่นี้จะใช้แบบจำลองฮิดเด็นมาคอฟ (Hidden Markov Model: HMM) [13] ในการสร้างโมเดลของเสียงพูด

ขั้นตอนที่ 4: การวัดประสิทธิภาพของการรู้จำเสียง

เป็นการวัดประสิทธิภาพของการรู้จำเสียงคือการตรวจสอบความถูกต้อง หรือจำนวนความถูกต้องว่าสามารถรู้จำได้ตรงกับที่ต้องการหรือไม่ ในที่นี้จะวัดด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) [14, 15] ซึ่งหาได้จาก

$$Accuracy = \left(\frac{N - D - S - I}{N} \right) \times 100$$

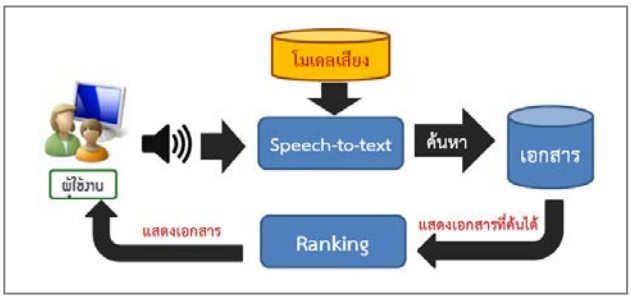
เมื่อ N คือจำนวนคำในเสียง ส่วน D คือจำนวนคำที่รู้จำไม่ครบหรือขาดหายไป ขณะที่ S คือจำนวนที่รู้จำผิดพลาด และ I คือจำนวนคำที่รู้จำเกินเข้ามา

ส่วนที่ 2: การค้นคืนเอกสาร (Text Retrieval)

การค้นหาด้วยคำหลัก (Keyword search) เป็นการสืบค้นข้อมูลเอกสารด้วยคำหลัก (Keyword) ที่เป็นวิธีการสืบค้นเอกสารอย่างง่ายตามแนวคิดของการสืบค้นสารสนเทศ (Information Retrieval - IR) [15] ซึ่งวิธีการนี้ จะใช้ “คำขอ (Query)” ในการสืบค้นเอกสาร หากเอกสารใดพบว่ามี “คำขอ” ที่ต้องการปรากฏอยู่ ระบบการสืบค้นสารสนเทศก็จะแสดงเอกสารเหล่านั้นขึ้นมา หากเอกสารใดปรากฏ “คำขอ” บ่อยครั้ง

ก็จะถือว่าเอกสารนั้น สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 เมื่อรับเสียงพูดเข้ามาในระบบ ระบบจะแปลงเสียงพูดเป็นข้อความ (Speech-to-Text) โดยอาศัยโมเดลเสียงที่สร้างไว้ในขั้นตอนการรู้จำเสียง และข้อความที่ได้จะถูกใช้เป็น "คำขอ (Query)" ในการสืบค้นข้อมูลเอกสารต่อไป



ภาพที่ 3: การค้นคืนสารสนเทศ

ขณะเดียวกันเอกสารที่ได้รวบรวมไว้ จะมีการสร้างตัวแทนเอกสาร (Document Surogate) สำหรับเอาไว้เปรียบเทียบกับคำขอ ว่าตรงกันหรือไม่ หากตรงกันหรือสอดคล้องกัน เอกสารเหล่านั้นก็จะถูกค้นคืนขึ้นมา ขั้นตอนการสร้างตัวแทนเอกสารมีดังนี้คือ

การตัดคำ (Word segmentation) เพื่อเป็นการแยกข้อความในเอกสารออกเป็นคำๆ สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การตัดคำแบบอิงพจนานุกรม (Dictionary-based word segnmentation) ด้วยเทคนิคแบบเทียบคำยาวที่สุด (Longest Matching)

จากนั้นจะมาผ่านการตัดคำหยุด (Stop word) เพื่อนำคำที่ไม่จำเป็นออกไป เช่น คำว่าเชื่อมต่างๆ ในประโยค เมื่อผ่านการตัดคำหยุดแล้ว คำที่เหลือจะใช้เป็นตัวแทนเอกสาร และนำเสนอในรูปแบบที่เรียกว่าถุงคำ (Bag of words: BOW) ซึ่งเป็นการนำเสนอในรูปแบบเวคเตอร์ 2 มิติที่แสดงความสัมพันธ์ของเอกสารและคำสำคัญในเอกสารนั้นๆ ที่สามารถใช้เป็นตัวแทนเอกสารได้

นอกจากนี้ ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้ใช้การให้น้ำหนักของคำในแต่เอกสารแบบ *term frequency* (*tf*) โดยเป็นการพิจารณาว่าความถี่ของคำขอที่พบในเอกสารนั้นๆ โดยสมการที่ใช้เพื่อการให้น้ำหนักคือ

$$w_{t,d} = \begin{cases} 1 + log_{10}\, tf_{t,d} & , tf > 0 \\ 0 & , otherwise \end{cases}$$

เมื่อ $w_{t,d}$ คือ น้ำหนักของคำ t ที่พบในเอกสาร d ในการประเมิน เพื่อจัดลำดับความสอดคล้องของ *"คำขอ* (q)" และ "*เอกสารที่ถูกค้นคืน* (d)"สามารถหาได้จาก

$$Score = \sum_{t \in q \cap d} (1 + \log_{10} tf_{t,d})$$

ถ้า score มีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่พบ และ "เอกสาร" นั้นๆ ไม่มีความสอดคล้องกับ "คำขอ" เลย

4. ผลการวิจัย

4.1 ชุดข้อมูล (Dataset)

ในงานวิจัยนี้ มีข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ 2 ชุด คือชุดข้อมูลเสียงและเอกสารที่เกี่ยวกับโรคและยาในชีวิตประจำวัน

(1) ชุดข้อมูลเสียง

การรวบข้อมูลเสียงพูดแบบแบบต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 คำโดด โดยคำโดดที่ทดสอบเหล่านั้นมี 6 คำ ได้แก่ คำว่า '*ไข้*', '*เป็น*', '*หวัด*', '*ปวด*', '*ท้อง*' และ '*หัว*' โดยรวบรวมข้อมูลเสียงจากคนจำนวน 50 คน ซึ่งจะแยกเป็นเสียงผู้ชาย 25 คน และเสียงผู้หญิงอีก 25 คน โดยแต่ละคนจะเก็บเสียง 3 ชุด ข้อมูลเสียงจะเก็บในรูปแบบไฟล์ นามสกุล .wav

(2) ชุดข้อมูลเอกสารข้อความ

เป็นเอกสารข้อความภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการเจ็บป่วยและการใช้ยาในชีวิตประจำวัน ที่รวบรวมมาจากอินเตอร์เน็ต โดยจะจัดเก็บในรูปแบบของ text file โดยเก็บรวบรวมไว้ที่จำนวน 200 เอกสาร โดยเนื้อหาในเอกสารแต่ละฉบับมีจำนวนคำเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 250 คำ

4.2 ผลการทดสอบ (Experimental Results)

ในงานวิจัยนี้ จะทดสอบประสิทธิภาพทั้งการรู้จำเสียงเพราะเมื่อนำมาใช้ และประสิทธิภาพของการค้นคืนสารสนเทศด้วยคำสำคัญ

(1) ประสิทธิภาพของการรู้จำเสียง

ประสิทธิภาพของการรู้จำเสียง เมื่อวัดผ่านค่าความถูกต้อง พบว่า การรู้จำเสียงใน 6 คำข้างต้นในแบบการรับข้อมูลเสียงแบบ Real Time ในเสียงพูดต่อเนื่องที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 คำแต่ไม่เกิน 5 คำ โดยจะได้ผลดังนี้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลลัพธ์ของการรู้จำเสียง

จำนวนคำในเสียงพูด (คำ)	จำนวนเสียงพูด (เสียง)	ค่าความถูกต้องเฉลี่ย (%)
3	30	72.9
4	30	70.0
5	30	72.0
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการรู้จำเสียง		71.63

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ 71.63% ซึ่งจัดว่าเป็นระดับที่พอใช้ สาเหตุที่ค่าความถูกต้องยังไม่สูงนักในสถานการณ์แบบ Real time ก็เนื่องมาจากเสียงพูดที่ผ่านขั้นตอนการประมวลผลเสียงเบื้องต้นนั้น มีคุณภาพเสียงที่ไม่ดีพอ และเมื่อผ่านไปยังขั้นตอนการรู้จำ จึงทำให้ประสิทธิภาพการรู้จำลดลง สาเหตุดังกล่าว อาจจะเกิดจากผู้ทดสอบระบบฯ บางคนมีเสียงพูดที่เบา หรือพูดลากเสียง หรือพูดรัวจนเกินไป นอกจากนั้น บางครั้งเกิดสัญญาณรบกวนอย่างมากในระหว่างการพูดเพื่อทดสอบระบบฯ เช่น เสียงรบกวนอันเนื่องมาจากเสียงแอร์ หรือเสียงสตาร์ทเครื่องยนต์ที่แทรกเข้ามา ทำให้ในขั้นตอนการประมวลผลเสียงเบื้องต้น เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับคำพูดในเสียงมี ยิ่งถ้าเกิดความผิดพลาดมากเท่าใดในขั้นตอนนี้ ในขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดก็จะเกิดความผิดพลาดมากขึ้นตามไปด้วย [17-20]

(2) ประสิทธิภาพของการค้นคืนเอกสาร

ขั้นตอนการประเมินการค้นคืนเอกสาร จะใช้เทคนิคมาตรฐานที่เรียกว่า การวัดค่าความระลึก (Recall) [15] ค่าความแม่นยำ (Precision) [15] และค่าการวัดเอฟ (*F*-measure) [15] ซึ่งในการค้นคืนเอกสาร จะป้อน “คำขอ” ด้วย “เสียงพูด” แบบคำต่อเนื่อง ด้วยคำโดด 2 คำ (เช่น ปวดหัว) และ 4 คำ (เช่น ปวดหัวเป็นไข้) จากนั้นคำพูดเหล่านั้นจะถูกแปลงเป็น “คำสำคัญ” ที่ใช้ในการสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยและการใช้ยาในชีวิตประจำวัน ซึ่งผลการทดสอบการค้นคืนเอกสารนั้น สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ให้ค่าความระลึกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.70 ซึ่งจัดว่าเป็นระดับที่พอใช้ ซึ่งค่าความระลึกที่เกิดขึ้นนี้ จะขึ้นกับประสิทธิภาพของการรู้จำเสียง หากในขั้นตอนของการรู้จำเสียงให้ประสิทธิภาพที่ดี โดยสามารถแปลงสัญญาณเสียงเป็นคำสำคัญที่ถูกต้อง การสืบค้นข้อมูลก็จะถูกต้องตามไปด้วย

ตารางที่ 2: แสดงผลการสืบค้นเอกสารด้วยเสียงพูด

เสียงพูด	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่ค้นคืนได้	R	P	F measure
ปวดหัว	50	34	0.68	0.76	0.72
เป็นไข้	45	30	0.69	0.75	0.72
เป็นหวัด	36	23	0.72	0.76	0.74
ปวดท้อง	34	22	0.71	0.74	0.72
ปวดหัว เป็นไข้	76	43	0.71	0.73	0.72
ปวดท้อง เป็นไข้	20	12	0.75	0.76	0.75
ปวดหัว ปวดท้อง	24	13	0.67	0.76	0.71
ค่าความระลึกเฉลี่ย			0.70	0.75	0.73

5. สรุปงานวิจัย (Conclusion)

ด้วยความก้าวทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบัน มนุษย์สามารถที่จะใช้เสียงพูดในการสืบค้นข้อมูลเอกสาร เช่น การค้นหาข้อมูลเอกสารด้วยเสียงบน Google หรือ Smart phone แต่เครื่องมือยังไม่มีโปรแกรมที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดลงมาใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อใช้สำหรับการค้นหาเอกสารหรือข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อย่างไรก็ตาม เมื่อไม่นานมานี้ โปรแกรมชื่อ Mitini (หรืออาจจะเรียกว่า SIRI สำหรับ Windows) ได้ถูกนำเสนอขึ้นมา สำหรับการใช้งานเพื่อการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แต่ยังไม่สามารถค้นคืนเอกสารด้วยเสียงภาษาไทยได้

จากเหตุผลข้างต้น งานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอการค้นคืนเอกสารด้วยเสียงพูดภาษาไทยบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ในการอำนวยความสะดวกในการค้นข้อมูลที่สำคัญในคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่มีความบกพร่องทางร่ายกาย เช่น พิการทางแขนหรือมือเป็นต้น โดยกรอบการดำเนินของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของระบบที่ใช้เพื่อการสร้างโมเดลเสียง ส่วนที่สอง คือส่วนของการสืบค้นเอกสาร โดยในส่วนนี้ จะนำโมเดลเสียงที่ได้จากส่วนที่ 1 ไปใช้งาน เพื่อการแปลงสัญญาณเสียงที่เข้ามาไปเป็นข้อความ จากนั้นจะใช้ข้อความดังกล่าวเป็น “คำขอ” ในการสืบค้นข้อมูลตามหลักการค้นคืนเอกสารด้วยคำสำคัญหรือคำหลัก ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้ทดสอบการสร้างโมเดลเสียงใน 6 คำโดดคือคำว่า ‘*ไข้*’, ‘*เป็น*’, ‘*หวัด*’, ‘*ปวด*’, ‘*ท้อง*’ และ ‘*หัว*’ จากนั้นจะใช้โมเดลเสียงเพื่อการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อความ สำหรับใช้เป็นคำสำคัญใน

การค้นคืนเอกสาร โดยคำสำคัญดังกล่าว จะประกอบด้วยด้วยคำโดด 2 คำ (เช่น ปวดหัว) และ 4 คำ (เช่น ปวดหัวเป็นไข้) จากผลการทดสอบการรู้จำเสียง ปรากฏว่าให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ 71.63% ส่วนผลการทดสอบการค้นคืนเอกสารให้ด้วยการวัดค่าเอฟ พบว่าอยู่ที่ 0.70

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Fujii, K. Itou, and T. Ishikawa, "A Method for Open-Vocabulary Speech-Driven Text Retrieval", Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP), 2002.

[2] A. Fujii , K. Itou, and T. Ishikawa, "Speech-driven text retrieval: Using target IR collections for statistical language model adaptation in speech recognition", Information Retrieval Techniques for Speech Applications, 2002.

[3] D.W. Oard,"SpeechBased Information Retrieval for Digital Libraries", Technical report, The National Science Foundation, University of Maryland, 1997.

[4] A.R. Coden, E.W. Brown, S. Srinivasan, "Information Retrieval Techniques for Speech Applications", LNCS vol 2273, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, NY, 2002.

[5] B. Bai, B. Chn, and H.M. Wang, "Syllable-Based Chinese Text/Spoken Document Retrieval Using Text/Speech Queries", International Conference on Multimodal Interfaces, 1999.

[6] L.S. Lee and Y.C. Pan, "Voice-based information retrieval — how far are we from the text-based information retrieval?", IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition & Understanding, 2009.

[7] P. Kallioniemi, N. Rajput, G. Mahajan and M. Turunen, "Data-model for voice search of agricultural information system", Proceedings of the first workshop on Information and knowledge management for developing region, 2012.

[8] J. Nilesh, P. Alai, C. Swapnil and M.R. Bendre, "Voice Based System in Desktop and Mobile Devices for Blind People", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2014.

[9] ธีราพร เรือนจำรูญ. แนวทางการพัฒนา Speech Recognition กับภาษาไทย. วารสารร่มพฤกษ์. 2552, หน้า 24-52.

[10] Z. Wanli and L. Guoxin, "Speech Recognition Using improved MFCC", International Conference on Electrical and Computer Engineering, 2012.

[11] U. Shrawankar and V. Thakare, "Techniques for Feature Extraction in Speech Recognition System: A Comparative Student", Computer Science and Engg. Amravati University, 2013

[12] C. Ittichaichareon, S. Suksri and T. Yingthawornsuk, "Speech Recognition using MFCC" International Conference on Computer Graphics, Simulation and Modeling (ICGSM'2012), 2012

[13] เฉลิมวุฒิ ไวชนะ และ สมชาย จิตตะพันธ์กุล, "ทฤษฎีพื้นฐานของ Hidden Markov Model", ห้องปฏิบัติการวิจัยโทรคมนาคม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิศวกรรมศาสตร์. วิศวกรรมไฟฟ้า. 2545

[14] B.H. Juang and W. Chou, and C.H, Lee "Minimum Classification Error Rate Methods for Speech Recognition", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 1997. vol. 5, no. 3.

[15] พงศ์ธร ตันธนกิจ, ระบบรู้จำเสียงพูดภาษาไทยอัตโนมัติแบบคำต่อเนื่องโดยใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ, วิทยานิพนธ์ (วศ.ม. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2547.

[16] R. Baeza-Yates & B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval, Addison Wesley, 1997.

[17] Jia-lin Shen, Jeih-weih Hung, Lin-shan Lee, "Robust Entropy-based Endpoint Detection for Speech Recognition in Noisy Environments", Proceedings IEEE International Symposium on Circuits andSystems (ISCAS), 2002, vol. 3, pp.328 -331

[18] Chung-Ho Yang, "A novel approach to robust speech endpoint detection in car environments", Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), 2000

[19] Atanas Ouzounov, "Telephone Speech Endpoint Detection Using Mean-Delta Feature", Cybernatics and Information Technologies, 2014, Vol. 14, No. 2

[20] Nazaret García Trascasa, "Start-and-End Point Detection at the Input of Speech Recognition Application", Master Thesis in Science in Telecommunication Engineering & Management, Universitat Politechnica De Catalunya, France, 2014

ระบบศูนย์บริการลูกค้าผ่านเว็บด้วยเทคโนโลยีเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต
Web-Based Call Center System using Voice over Internet Technology

ธนวัฒน์ เฉลิมพงษ์(Thanawat Chalermpong)[1] และธนัญ จารุวิทยโกวิท(Tanun Jaruvitayakovit)[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]thanawat1974@gmail.com, [2]tjaruvit@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการให้บริการลูกค้าผ่านศูนย์บริการลูกค้าหรือ Call center จะใช้วิธีการสื่อสารผ่านระบบโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ามายังศูนย์บริการลูกค้า ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการและข้อจำกัดเรื่องสถานที่การทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหา โดยลูกค้าเข้าใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์และโทรออกหาศูนย์บริการได้โดยนำเทคโนโลยี VoIP (Voice Over IP) มาประยุกต์ใช้งาน โดยพนักงานรับโทรศัพท์สามารถทำงานในสถานที่ใดก็ได้ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ พนักงานรับโทรศัพท์สามารถให้คำปรึกษาแก่ลูกค้าได้จากฐานข้อมูลองค์ความรู้ในระบบ หรือสอบถามโดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญในกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้าได้ จากฐานข้อมูลองค์ความรู้ในระบบ หรือสอบถามโดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญในกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้าได้ นอกจากนั้นผู้ดูแลการทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์สามารถฟังการสนทนา เพื่อประเมินการทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์ได้ตลอดเวลา

คำสำคัญ: ศูนย์บริการลูกค้า, การสื่อสารด้วยเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต, ชุมสายโทรศัพท์ระบบไอพี

Abstract

Currently, customer service or call center uses communication via landline or mobile phone access to customer service. There is a limit on the cost of the caller and restrictions on the operational space of the operator. So, researchers has an idea on how to fix this problem. With the designed solution, customers can access through a web browser and have a call with call center by applying the Voice over IP technology. The operators can work in any place that can access to the Internet. The operators can give advising to the clients according to the knowledge database in the system or directly ask from the expert, in the case that cannot fix the problem using the knowledge database. In addition, the call center supervisor can eavesdrop on the conversation in order to evaluate the performance of the operator at any time.

Keywords: Call center, VoIP, Asterisk.

1. บทนำ

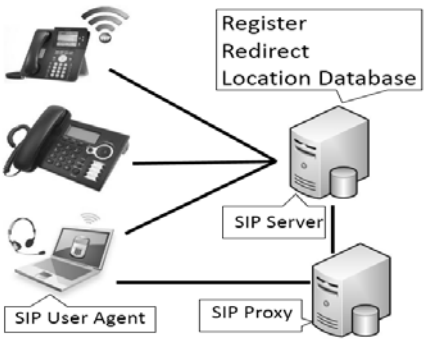
การติดต่อสื่อสารระหว่างลูกค้าหรือผู้ใช้บริการกับศูนย์บริการลูกค้าโดยส่วนมากจะสื่อสารผ่านโทรศัพท์และพนักงานรับโทรศัพท์จะต้องอยู่รวมกัน ณ สถานที่หนึ่ง ทำให้มีค่าใช้จ่ายและความไม่สะดวกเกิดขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบให้ผู้ใช้บริการหรือผู้ที่ต้องการติดต่อสามารถสื่อสารกับศูนย์บริการได้โดยใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรมสำหรับทำหน้าที่โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต ติดตั้งไว้ที่หน้าเว็บไซต์โดยผู้ใช้ไม่ต้องตั้งค่าการใช้งานหรือระบุเลขหมายใดๆ ระบบจะสร้างเลขหมายและลงทะเบียนไปยังเครื่องแม่ข่าย อีกทั้งพนักงานรับโทรศัพท์และผู้เชี่ยวชาญสามารถตอบคำถามแก่ผู้ใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ประจำที่ศูนย์บริการ รวมถึงการออกแบบระบบเพื่อค้นหาข้อมูลแนวทางการแก้ไขปัญหาในรูปแบบของฐานข้อมูลองค์ความรู้ ที่เป็นขั้นตอนเพื่อแก้ไขปัญหาให้ลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี VoIP

เทคโนโลยี VoIP [1] เป็นเทคโนโลยีที่มีรูปแบบการนำเอาเสียงส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยแปลงข้อมูลเสียงไปอยู่ในรูปแบบของแพ็คเกจข้อมูล VoIPโดยทั่วไป

มี 2 มาตรฐานคือมาตรฐาน H.323 และSIP (Session Initiation Protocol) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเอามาตรฐาน SIP มาใช้พัฒนาระบบ ดังภาพที่ 1 เนื่องจากความซับซ้อนของระบบที่น้อยกว่า และกำลังเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน



ภาพที่ 1: การทำงานของ SIP Server

SIP User Agent เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานทางด้าน User ทำหน้าที่ในการสร้างและจัดการ SIP Session SIP Register เป็นฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บตำแหน่งlocation ของ User Agent ทั้งหมดอยู่ภายใต้ Domain เดียวกัน SIP Proxy Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างการติดต่อสื่อสาร Client กับ SIP Server

2.2 โปรแกรม Elastix

งานวิจัยนี้ได้นำเอาโปรแกรม Elastix [2] ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบโทรศัพท์ประเภท การสื่อสารแบบครบวงจร (Unified Communication) สามารถสื่อสารได้ทั้งภาพและเสียง VoIP SIP Server ทำหน้าที่เป็น IP-PBX ที่รวมระบบปฏิบัติการ Linux Asterisk Apache และ MySQL ไว้ด้วยกัน โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานของระบบตู้สาขาโทรศัพท์ PBX ไว้ใน Elastix รองรับการทำงานหลายโปรโตคอล เช่น SIP, H.323, IAX, MGCP และ SCCP เป็นต้น

2.3 โปรแกรม Softphone web interface

เป็นโปรแกรมโทรศัพท์ที่ทำงานผ่านเว็บ รองรับการทำงานโปรโตคอล SIP สามารถนำโปรแกรมมาติดตั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่รองรับการทำงานของระบบ เช่น Zoiper Webphone, Mizutech Webphone ซึ่งเป็นโปรแกรมลักษณะ Share ware สามารถนำมาใช้งานได้ แต่จำกัดความสามารถในการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้นำ โปรแกรม Zoiper Webphone [3] มีจุดเด่นที่สามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมและมีฟังก์ชั่นการทำงานตรงกับการทำงานของระบบในงานวิจัยนี้ สามารถรองรับการทำงานในส่วนของ ลูกค้า พนักงานรับโทรศัพท์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันผ่านโปรโตคอล SIP บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.4 ภาษา PHP

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและออกแบบระบบการบริหารจัดการโดยใช้ภาษา PHP [4] ซึ่งเป็นภาษาประเภท Scripting Language คำสั่งต่างๆ จะเก็บไว้ในรูปแบบที่เรียกว่า สคริปต์ (Script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของภาษา PHP ที่แตกต่างจากภาษาแบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถ สอดแทรก หรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้น PHP จึงเป็นภาษาที่เรียกว่า Server-Side หรือ HTML-Embedded Scripting Language

2.5 ภาษา SQL

เป็นฐานข้อมูลแบบ Open Source ที่ได้รับความนิยมสูง มีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL อย่างมีประสิทธิภาพ ทำงานได้อย่างรวดเร็ว รองรับการทำงานได้ครั้งละหลายงาน หลายคนในเวลาเดียวกัน จึงได้นำมาใช้ในการพัฒนาในงานวิจัยนี้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย R. Gable “VoIP in a University Call Center” [5] เป็นงานวิจัยที่นำเทคโนโลยี VoIP มาประยุกต์ใช้ เพื่อสื่อสารในหน่วยงานและมีการบริหารจัดการระบบโดยใช้ภาษา PHP มาบริหารจัดการข้อมูลโดยใช้ โปรแกรมโทรศัพท์ที่ทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ (Soft phone) เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างกัน โดยผู้ใช้ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้นำเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารผ่านเว็บมาใช้ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเพิ่มโดยนำเอาเทคโนโลยี การติดต่อสื่อสารผ่านเว็บมาพัฒนาให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกมากขึ้นโดยที่ไม่ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ใดๆ

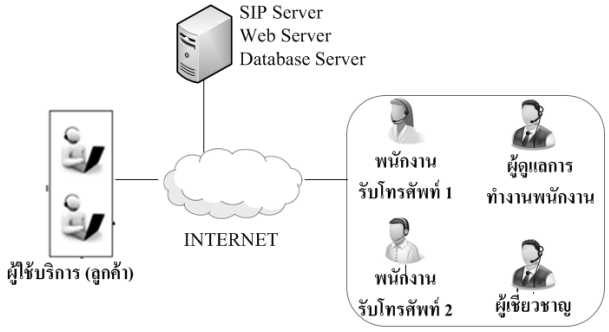
งานวิจัย P. Limpong “A Development of Information Management System for Call Center” [6] เป็นงานวิจัยที่ได้นำภาษา PHP ร่วมกับระบบฐานข้อมูล SQL มาพัฒนาสำหรับการบริหารจัดการข้อมูลสำหรับจัดระเบียบข้อมูลให้สามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็ว โดยค้นหาผ่านเว็บเบราว์เซอร์ แต่ไม่ได้นำเอาเทคโนโลยี VoIP มาใช้ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาให้ลูกค้าหรือผู้ใช้บริการสามารถโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารผ่านเว็บสามารถพูดคุยสอบถามข้อมูลจาก พนักงานรับโทรศัพท์ ซึ่งสามารถค้นหาข้อมูลได้จากฐานข้อมูลองค์ความรู้ของระบบ

จากการสำรวจงานวิจัยทั้งหมดที่ผ่านมามีการพัฒนาระบบที่คล้ายกับงานวิจัยนี้ แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่สามารถทำระบบให้บริการผู้ใช้โทรศัพท์ติดต่อสื่อสารกันผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จึงเป็นเหตุผลที่ได้พัฒนางานวิจัยนี้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

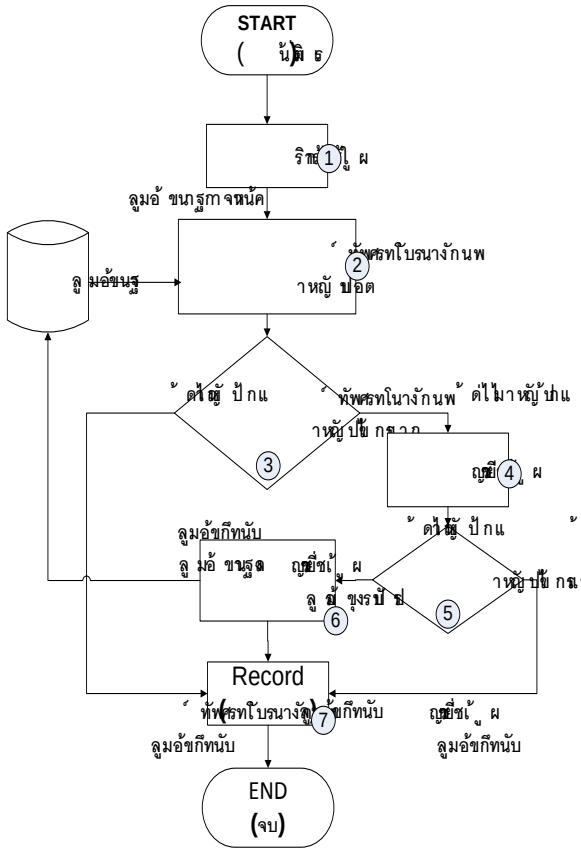
ภาพรวมของสถาปัตยกรรมของระบบศูนย์บริการลูกค้าผ่านเว็บด้วยเทคโนโลยีเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต ออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้ระบบสามารถสื่อสารกันผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยงานวิจัยนี้ได้ค้นพบวิธีการนำโปรแกรมสื่อสารด้วยเสียงผ่านเว็บ Softphone web interface มาติดตั้งภายในหน้าเว็บ โดยผู้ใช้ไม่ต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ใดๆ เพื่อให้สามารถติดต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย SIP Server ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างต้นทางและปลายทาง โดยใช้โปรโตคอล SIP ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: สถาปัตยกรรมของระบบศูนย์บริการลูกค้าผ่านเว็บ

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

แผนภูมิเส้นทางการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนภูมิเส้นทางการทำงานของระบบ

กลไกการทำงานของระบบ สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 การทำงานของลูกค้าหรือผู้ใช้บริการ (กระบวนการที่ 1)

เมื่อผู้ใช้บริการเข้าใช้งานเว็บไซต์ เว็บเบราว์เซอร์จะให้ติดตั้ง Plugin softphone web interface เพียงครั้งแรกก่อน เพื่อให้เว็บเบราว์เซอร์สามารถลงทะเบียนการใช้งาน VoIP ไปยัง SIP Server โดยที่ผู้ใช้บริการไม่ต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ใดๆ หลังจากนั้นเมื่อระบบลงทะเบียนแล้ว จะเห็นปุ่มให้คลิกโทรออก เมื่อผู้ใช้บริการโทรออกจะได้ยินเสียงเพลงรอสายดังขึ้นระหว่างรอพนักงานรับโทรศัพท์รับสาย ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าเว็บสำหรับลูกค้าหรือผู้ใช้บริการ

3.2.2 การทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์ (กระบวนการที่ 2)

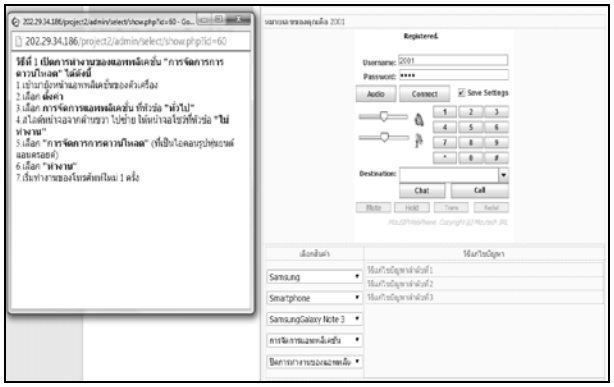
1) การใช้งานของพนักงานรับโทรศัพท์ พนักงานรับโทรศัพท์ เข้าใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยผู้ดูแลระบบจะสร้าง ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่กำหนดให้

2) การรับเรื่องจากผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานติดต่อเข้ามาระบบจัดคิวการรับสายของพนักงานรับโทรศัพท์จะถูกจัดลำดับโดยผู้ดูแลการทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์ (Supervisor) โดยใช้ขั้นตอนวิธีในการจัดลำดับการรับสายได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

Round Robin เป็นขั้นตอนวิธีที่มีรูปแบบการจัดลำดับการรับสายแบบวนรอบโดยเช็คจากฐานข้อมูลว่าหมายเลขพนักงานรับโทรศัพท์ใดที่ลงทะเบียนก่อนให้โอนสายให้เบอร์นั้นก่อนตามลำดับ

Less work load first เป็นขั้นตอนวิธีที่มีรูปแบบการจัดลำดับการรับสายแบบคิดตามเวลาโดยเช็คจากฐานข้อมูลว่าเลขหมายพนักงานรับโทรศัพท์ใดมีจำนวนเวลาในการรับสายในวันนั้นๆ น้อยที่สุด โดยนำค่าเวลาจากฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบให้โอนสายไปเลขหมายนั้นก่อนตามลำดับ

3) พนักงานรับโทรศัพท์ค้นหาข้อมูล งานวิจัยนี้ออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการแก้ไขปัญหาโดยใช้ภาษา PHP และ MySQL เป็นเครื่องมือบริหารจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้ พนักงานรับโทรศัพท์สามารถค้นหาข้อมูลแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้าได้จากฐานข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ สามารถค้นหาได้อย่างเป็นขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหาจากวิธีเริ่มต้น จนพบแนวทางที่ผู้ใช้บริการต้องการ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าเว็บสำหรับพนักงานรับโทรศัพท์

3.2.3 พนักงานรับโทรศัพท์แก้ไขปัญหา (กระบวนการที่ 3)

เมื่อปัญหาได้รับการแก้ไข พนักงานรับโทรศัพท์จะบันทึกข้อมูลการแก้ไขปัญหาได้สำเร็จในครั้งนั้น ในกรณีที่พนักงานรับโทรศัพท์ค้นหาข้อมูลการแก้ไขปัญหาแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ พนักงานรับโทรศัพท์สามารถติดต่อหาผู้เชี่ยวชาญโดยที่หน้าเว็บของพนักงานรับโทรศัพท์จะเห็นสถานะผู้เชี่ยวชาญที่ออนไลน์อยู่ และพร้อมรับสายในขณะนั้น

3.2.4 ผู้เชี่ยวชาญรับสายลูกค้า (กระบวนการที่ 4)

ผู้เชี่ยวชาญรับโอนสายลูกค้าจากพนักงานรับโทรศัพท์ โดยสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากพนักงานรับโทรศัพท์ และรับสายโอนเพื่อตอบปัญหาที่ลูกค้าหรือผู้ใช้บริการต้องการ

3.2.5 ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขปัญหา (กระบวนการที่ 5)

ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขปัญหาด้านต่างๆ ในกรณีที่พนักงานรับโทรศัพท์ไม่สามารถแก้ไขหรือตอบคำถามได้ ผู้เชี่ยวชาญสามารถบันทึกการแก้ไขปัญหาเพิ่มเติมลงฐานข้อมูล หากไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ผู้เชี่ยวชาญต้องขอข้อมูลผู้ใช้บริการเพื่อติดต่อกลับในภายหลังและบันทึกข้อมูล

3.2.6 ผู้เชี่ยวชาญปรับปรุงฐานข้อมูลองค์ความรู้แนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้า (กระบวนการที่ 6)

ผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ไขปัญหาให้ผู้ใช้บริการได้ ซึ่งเป็นข้อมูลใหม่ และทำการบันทึกข้อมูลใหม่ลงฐานข้อมูล เพื่อให้พนักงานรับโทรศัพท์สามารถค้นหาได้ภายหลัง

3.2.7 การบันทึกข้อมูลเมื่อจบการสนทนา (กระบวนการที่ 7)

การบันทึกข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการสนทนามี 2 รูปแบบ

1) การบันทึกเมื่อสามารถแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้บริการได้สำเร็จ โดยจะบันทึกข้อมูลการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเรื่องอะไรเพื่อเก็บเป็นสถิติของปัญหานั้นๆ

2) การบันทึกเมื่อไม่สามารถแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้บริการได้ โดยขอข้อมูลผู้ใช้บริการ เพื่อติดต่อกลับหลังจากที่ทราบข้อมูลที่ผู้ใช้บริการต้องการ

3.2.8 การทำงานของผู้ดูแลการทำงานของพนักงานรับโทรศัพท์ (Supervisor)

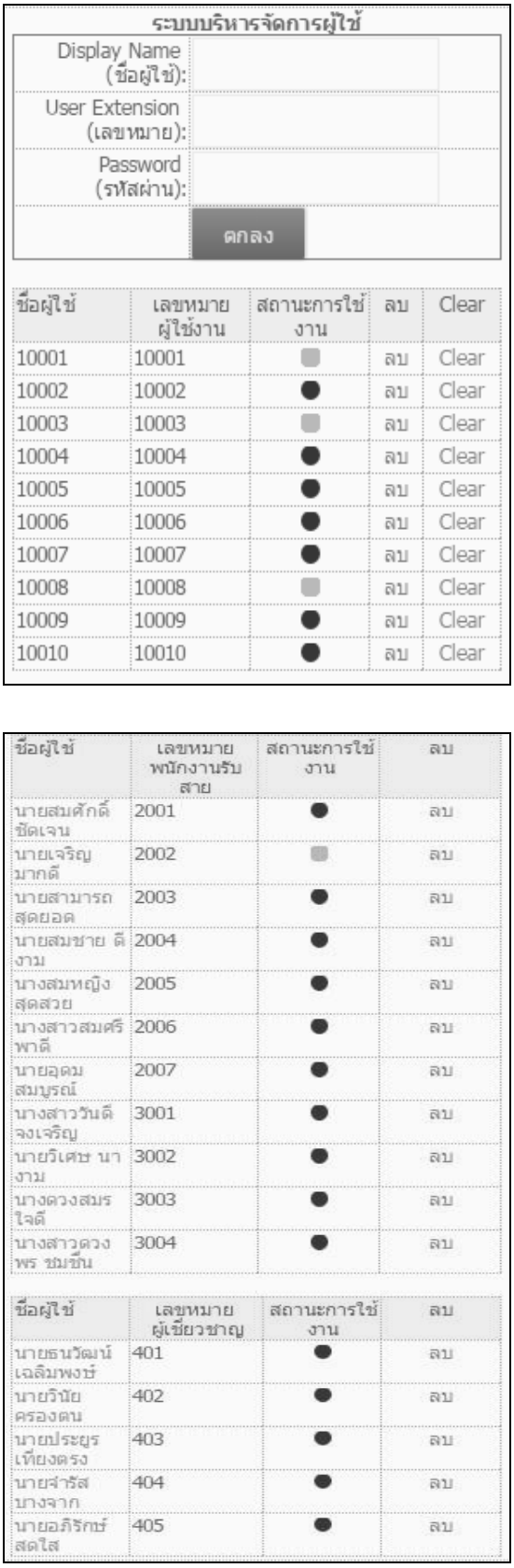
ได้กำหนดการรับสายของพนักงานรับโทรศัพท์โดยมีขั้นตอนวิธีในการจัดลำดับการรับสาย การเลือกสุ่มเพื่อขออนุญาตฟังการสนทนาระหว่างผู้ใช้บริการและพนักงานรับโทรศัพท์ที่ต้องการ สามารถเลือกให้คะแนนการสนทนาของพนักงานรับโทรศัพท์ได้จากหน้าเว็บ มีระดับคะแนน 1-10 ตามลำดับ และสามารถเรียกดูรายงานสถิติการให้บริการโดยสามารถเลือกวันที่เริ่มต้นและวันที่สุดท้าย ในการออกรายงานสถิติจากเมนู สถิติการให้บริการ

3.2.9 การทำงานของผู้ดูแลระบบ (Administrator)

ผู้ดูแลระบบสามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไข กลุ่มของเลขหมายได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยแบ่งกลุ่มของเลขหมายจากเมนูการจัดการเลขหมาย ดังนี้ กลุ่มผู้ใช้บริการใช้เลขหมายจำนวน 5 หลัก เช่น 10001 กลุ่มพนักงานรับโทรศัพท์ใช้เลขหมายจำนวน 4 หลัก เช่น 2001 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญใช้เลขหมายจำนวน 3 หลัก เช่น 301 และการบริหารจัดการผู้ใช้ระบบ ดังภาพที่ 6-7



ภาพที่ 6: เมนูการทำงานของผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 7: การบริหารจัดการผู้ใช้ และสถานะผู้ใช้งาน

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบการใช้งานระบบ ได้ทำการติดต่อให้บริษัทแห่งหนึ่งที่เป็นตัวแทนจำหน่ายและบริการหลังการขายผลิตภัณฑ์ด้านอุปกรณ์สื่อสารแห่งหนึ่ง ที่มีการติดต่อสื่อสารกับลูกค้าจำนวนมาก โดยกำหนดให้ผู้ใช้บริการและพนักงานรับโทรศัพท์ อยู่ต่างสถานที่ โดยใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีจำนวนผู้เข้าใช้ ดังตารางที่ 1 และผลการทดสอบระบบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1: จำนวนผู้ใช้ระบบโดยทดสอบการใช้งานจริง

สถานที่	ผู้ใช้ระบบ (คน)		
	ผู้ใช้บริการ	พนักงานรับโทรศัพท์	ผู้เชี่ยวชาญ
เพชรบูรณ์	25	13	5
กรุงเทพ	3	5	-
เชียงใหม่	2	2	-
รวม	30	20	5

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบระบบ

ที่	การทดสอบ	จำนวนคน	จำนวนครั้ง		ความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ
			ได้	ไม่ได้	
1	ลูกค้าหรือผู้ใช้บริการเข้าใช้งานผ่านเว็บ	30	30	0	100%
2	พนักงานรับโทรศัพท์เข้าใช้งานผ่านเว็บ	20	20	0	100%
3	ผู้เชี่ยวชาญเข้าใช้งานผ่านเว็บ	5	5	0	100%
4	ผู้ใช้บริการติดต่อศูนย์บริการ	15	15	0	100%
5	พนักงานรับโทรศัพท์แก้ปัญหาให้ผู้ใช้บริการพร้อมบันทึกข้อมูล	15	15	0	100%
6	พนักงานรับโทรศัพท์ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ	5	5	0	100%
7	ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขปัญหาพร้อมบันทึกข้อมูล	5	5	0	100%
8	ติดต่อกลับผู้ใช้บริการ	3	3	0	100%
9	ผู้ดูแลพนักงานให้คะแนนการปฏิบัติงาน	5	5	0	100%

5. สรุปผลงานวิจัย

ผลการวิจัยระบบศูนย์บริการลูกค้าผ่านเว็บด้วยเทคโนโลยีเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต พบว่าการนำโปรแกรมโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้งานโดยติดตั้งในเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสื่อสารผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยผู้ใช้บริการสามารถเข้าใช้งานผ่านได้ทุกเว็บเบราว์เซอร์โดยติดตั้งโปรแกรมสนับสนุนการทำงานเว็บเบราว์เซอร์นั้นก่อนเพียงครั้งแรกครั้งเดียว โดยไม่ต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ใด ๆ ผู้ใช้งานสามารถสอบถามข้อมูลจากพนักงานรับโทรศัพท์ ซึ่งพนักงานรับโทรศัพท์สามารถสืบค้นวิธีการแก้ไขปัญหาได้จากฐานข้อมูลองค์ความรู้ หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ สามารถเก็บสถิติข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผู้ใช้งานสอบถาม จากการทดสอบการใช้งานระบบสามารถรองรับการทำงานได้ถูกต้องทุกครั้ง ช่วยให้ผู้ใช้บริการมีความสะดวกในการใช้งานและช่วยให้ศูนย์บริการสามารถบริการลูกค้าได้อย่างไม่จำกัดขอบเขตการใช้งาน สามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว พนักงานรับโทรศัพท์และผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้ทุกที่ทุกเวลาโดยใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คุณภาพของเสียงที่ติดต่อสื่อสารกันอยู่ในระดับคุณภาพที่ชัดเจนแม้จะมีการใช้งานต่างพื้นที่ ต่างจังหวัดผ่านโครงข่าย ADSL

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติพงษ์ สุวรรณราช, “ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย Asterisk,” พิมพ์ครั้งที่ 2 ปี 2551 หน้า 3-19.

[2] http://www.elastix.org/index.php/en/ [Jan 1,2015]

[3] http://www.voip4share.com/windows-f33/zoiper-softphone-2-sip-iax-t461.html [Jan 16,2015]

[4] กิตติศักดิ์ เจริญโภคานนท์, “คู่มือเรียนเขียนเว็บอีคอมเมิร์ซด้วย PHP5,” บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด 2543.

[5] R. Gable, “VOIP in a University Call Center,” Client Support Services University of Wyoming, 2006.

[6] P. Limpong, “A Development of Information Management System for Call Center” Information Technology King Mongkut’s Institute of Technology North Bangkok, 2549.

การประยุกต์ใช้สมการถดถอยพหุคูณ เพื่อพยากรณ์สินค้าคงคลังบนระบบเว็บแอพพลิเคชั่น
Applying Multiple Linear Regression for Forecasting the Inventory on Web Applications

เก่งกิจ วารายานนท์(Kangkit Warayanon)[1] จงกล จันทร์เรือง(Jongkol Janruang)[2]
และวศิน ตรีสินธุรส(Wasin Treesinthuros)[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[1]kangkit69@gmail.com,[2]jj@sci.rmuti.ac.th,[3]dr.wasin@gmail.com

บทคัดย่อ

เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้ามีการคำนวณเป็นรายเดือนและขึ้นตรงกับระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าการสั่งสินค้าจึงมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า ดังนั้นรายงานฉบับนี้จึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้สมการถดถอยพหุคูณมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์สำหรับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนการสั่งซื้อรถจักรยานยนต์ งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ของบริษัท VTN enterprise จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างช่วงเวลาเดือนมกราคม-เดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นข้อมูลทดลองในการสร้างตัวแบบพยากรณ์สินค้าคงคลังและทดลองใช้เว็บแอพพลิเคชั่น ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบพยากรณ์มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ r= .448, r2= .201 adjusted r2= .175 และ S.E.est = .820 ผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ตัวแบบการพยากรณ์มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นตัวแบบในการทำนายยอดขาย นั่นคือตัวแบบการพยากรณ์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นกระบวนการหนึ่งของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อการทำนายยอดขายรถจักรยานยนต์ นอกจากนี้จากผลการพัฒนาและผลการทดสอบระบบเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปต่อระบบ พบว่าผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา การประยุกต์ใช้การถดถอยพหุคูณ การพยากรณ์ยอดขาย เว็บแอพพลิเคชั่น

Abstract

Because storage costs are calculated on a monthly basis and the total costs of storing an item depend on how long it will be in the warehouse, the ordering is associated with storage costs. Therefore, this paper presents the applying multiple linear regression for forecasting the inventory on web applications. The propose system can be used as a tool to support the plan of motorcycle ordering. In this paper, the sale data of VTN Enterprise at Nakhonratchasima province during January to November 2013 are used as a raw data to create forecasting model and to develop of web application for sales forecasting. Experimental results shown that r= .448, r^2=.201 adjusted r^2= .175 and S.E.est= .820. This means that the propose model has efficient to predict the sales. Moreover, the sales forecasting model can be used as an algorithm to develop web application for predicting the number of product sold. Moreover, the overall satisfaction of general users in all aspects is at very good.

Keywords: Series Analysis, Applying Multiple Regression Analysis, Sale Forecasting, Web Application.

1. บทนำ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสังคมและการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่การใช้เทคโนโลยีของผู้ประกอบการในระดับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยเฉพาะการใช้งานเทคโนโลยีกับงานโลจิสติกส์ [1] โลจิสติกส์เป็นระบบที่เกี่ยวกับการจัดส่งสินค้า ข้อมูลวัตถุดิบและทรัพยากรต่างๆ จากจุดเริ่มต้น สู่การผลิตและส่งไปยังผู้บริโภค การจัดการโลจิสติกส์ถือเป็นส่วนหนึ่งในห่วงโซ่อุปทาน การจัดทำเหมืองข้อมูลนั้น เป็นกระบวนการหาความสัมพันธ์รูปแบบข้อมูลและนำความรู้ที่ได้จากกระบวนการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ประโยชน์ ซึ่งการพยากรณ์ยอดขายสินค้า (Demand Forecasting) หรือการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ซึ่งจัดว่าเป็นการหาลักษณะแนวโน้มความต้องการสินค้าของผู้บริโภค [2]

จากวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รวมถึงประโยชน์ในการนำกระบวนการการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่จะพัฒนารูปแบบการพยากรณ์ยอดขาย (Demand-Forecasting) ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) และนำเสนอผลการทำนายผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า เพื่อการลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าหากมีการสั่งสินค้ามากเกินความต้องการ หรือลดการเสียโอกาสทางการค้า หากมีการสั่งสินค้ามาน้อยกว่าความต้องการ โดยการศึกษาวิจัยในครั้งผู้วิจัยได้เลือกบริษัท VTN Enterprise ซึ่งเป็นบริษัทจำหน่ายรถจักรยานยนต์ ในจังหวัดนครราชสีมา เป็นกรณีศึกษา

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ โดยครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ดังนี้

2.1 สินค้าคงคลัง (Inventory)

จัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนชนิดหนึ่ง ซึ่งกิจการต้องมีไว้เพื่อขายหรือผลิต เช่น วัตถุดิบ วัสดุซ่อมบำรุง สินค้าสำเร็จรูป แรงงาน เงินลงทุน เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ [3]

2.2 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล [4] หมายถึง การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อค้นหารูปแบบ (Pattern) หรือกฎเกณฑ์ (Rule) ที่แฝงอยู่ในข้อมูลจำนวนมากนั้นและนำความรู้ (Knowledge) ที่ค้นพบไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาองค์กรรวมถึงการค้นหาความสัมพันธ์ (Relation) และแนวโน้ม (Trend) ของพฤติกรรมต่างๆ โดยอาศัยเทคนิคการสร้างแบบแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่มีประโยชน์ในด้านต่างๆตามที่ต้องการมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจเช่น การทำเหมืองข้อมูลแบบ CRISP-DM [5]

2.3 การพยากรณ์เชิงปริมาณ

Han J, Kamber M [6] กล่าวว่าในการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลย้อนหลัง เพื่อที่จะนำมาพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยใช้หลักความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรๆต่างๆ โดยมีรูปแบบดังสมการที่ 1,2,3

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \qquad (1)$$

โดยที่

Y = ค่าคงที่

α = สัมประสิทธิ์ของความถดถอยที่เป็นจุดตัดบนแกน Y

β = สัมประสิทธิ์ของความถดถอยที่เป็นค่าความชันของเส้นตรง

ซึ่งสมการถดถอยที่ได้นั้นจะได้ผลดีเพียงใดสามารถพิจารณาได้จากค่า R2 ดังสมการที่ 4

$$R^2 = \frac{(\sum XY - N\bar{X}\bar{Y})^2}{(\sum X^2 - N\bar{X}^2)(\sum Y^2 - N\bar{Y}^2)} \qquad (4)$$

ค่า R2 ยิ่งมีค่าใกล้ 1.00 มากเท่าใด แสดงว่า ตัวแปรนั้นมีค่าความสัมพันธ์กันมากซึ่งเป็นผลดี ถ้า R2 เข้าใกล้ 0 แสดงถึงตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย

การวัดความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริง และค่าที่พยากรณ์โดยใช้สัมประสิทธิ์ต่าง ๆ หรือจำนวนข้อมูลต่าง ๆ จะพิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุดหรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ให้แม่นยำ [7] เช่น MAD,MSE,MAPE ค่าเหล่านี้ยิ่งน้อยหมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หทัยชนก นานานอก [8] ได้ศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสินค้า เพื่อการวางแผนผลิต พบว่าการพยากรณ์แบบแนวโน้มเชิงเส้น มีค่าพยากรณ์ 204,671 ตัว มีปริมาณยอดขายจริง 199,568 ตัว ซึ่งมีผลต่างเท่ากับ 5,103 ตัว จึงสรุปได้ว่าการพยากรณ์แนวโน้มเชิงเส้นให้ผลใกล้เคียงกับความจริงที่สุด

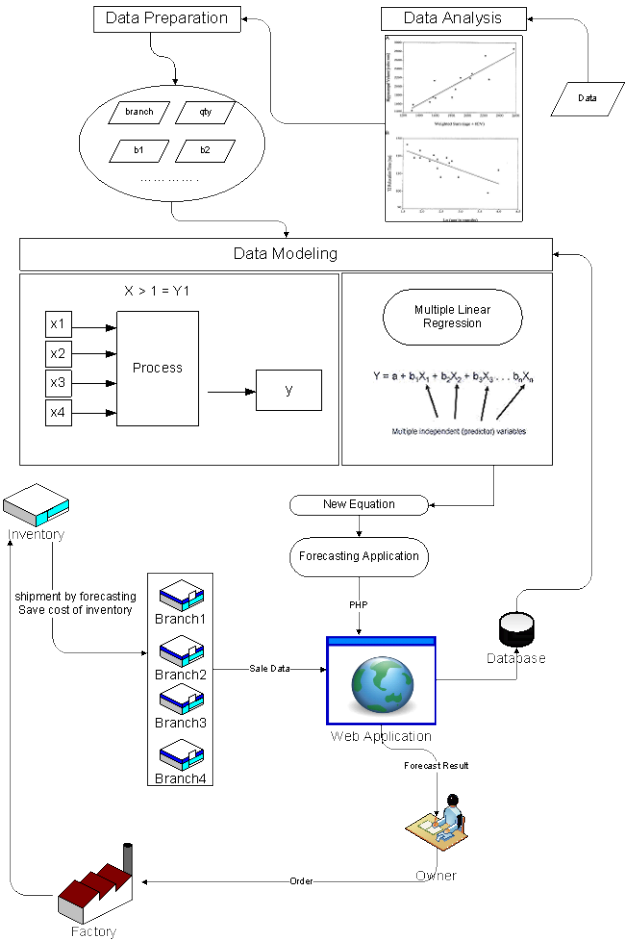
แววดาว พูนสวน [9] ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อวางแผนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท เอส บี อุตสาหกรรมเครื่องเรือน จำกัด ซึ่งทำการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ผลการวิจัยพบว่าผลการพยากรณ์การผลิตสินค้ามีค่าใกล้เคียงกับยอดขายจริง และคิดเป็นต้นทุนมูลค่าของสินค้าคงคลังที่ประหยัดได้ประมาณ 2,805,000 บาท

วรินทร์ เกียรตินุกูล [10] ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้าโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ พบว่าผลของตัวแบบและประสิทธิภาพการจัดซื้อโดยอาศัยหลักการด้านเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้น พบว่าต้นทุนรวมลดลง 147,693,666.39 บาท (ลดลง 6.89%) หรือเฉลี่ย 73,846,833.19 บาท/ปีและระดับการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังตามนโยบาย 45-52 วันให้ค่าเบี่ยงเบนต่ำกว่าวิธีเดิมโดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเกิดจากปริมาณการผลิตจริงไม่ตรงตามแผนที่ตั้งไว้ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าต้นทุนการสั่งซื้อลดลงและบรรลุเป้าหมายการเก็บวัสดุคงคลัง

ปรางทิพย์ กิตติวัฒน์ [11] ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มของข้อมูลและวิธีการถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณกรณีศึกษา : บริษัทฟาโซนาฟจำกัด เนื่องจากมีการสั่งซื้อวัตถุดิบเกินความจำเป็นทำให้วัตถุดิบชำรุดเสียหายจากการจัดเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานหรือวัตถุดิบมีไม่เพียงพอต่อการผลิตผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบได้ใกล้เคียงกับยอดการใช้วัตถุดิบในสินค้าแต่ละชนิด โดยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อได้ร้อยละ 51 และผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ดังแสดงแนวคิดในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แนวคิดระบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

จากภาพที่ 1 กระบวนการทำเหมืองข้อมูล ตามขั้นตอนของ CRISP-DM ได้ถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการทำงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการแก้ปัญหาโดยการนำสมการวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) มาพยากรณ์สินค้าคงคลังโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังจำนวน 2,052 ค่า ระยะเวลารวม 43 สัปดาห์ ยอดขายรถจักรยานยนต์ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแบบการพยากรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลยอดขายในแต่ละสาขาของบริษัท VTN Enterprise

ตารางที่ 1: แสดงค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

variable	value	sig
Week	สัปดาห์	.630
month	เดือน	.743
branches	สาขา	.000
b1	Click	.000
b2	Dream	.003
b3	Fino	.000
b4	Ksr	.000
b5	Msx	.000
b6	Pcx	.000
b7	Scoopy	.014
b9	Wave110i(มือ)	.000
b10	Wave125i	.027
b11	Wave125i(มือ)	.011
b12	Zoomer	.000

*ค่า sig < 0.05 คือ ค่าที่มีความสัมพันธ์ สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้

จากตารางที่ 1 ตัวแปรที่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ประกอบด้วย branches ,b1-b12 ที่ร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรตาม (Y) โดยมีค่า R เท่ากับ .448 และ R^2 เท่ากับ .201 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนค่อนข้างมาก คือ 385 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่า R Square ในการวิเคราะห์ผล ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ .820 รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2 และผู้วิจัยยังได้นำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 2: Model Summary

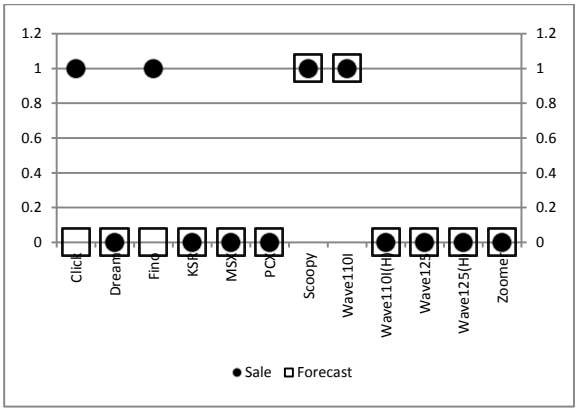
R	R Square	Adjusted R2	S.E.est
.488	.201	.175	.820

ตารางที่ 3: วิเคราะห์ความแปรปรวน

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Regression	63.081	12	820.	7.824	.000
Residual	250.597	373	.672		
Total	313.679	385			

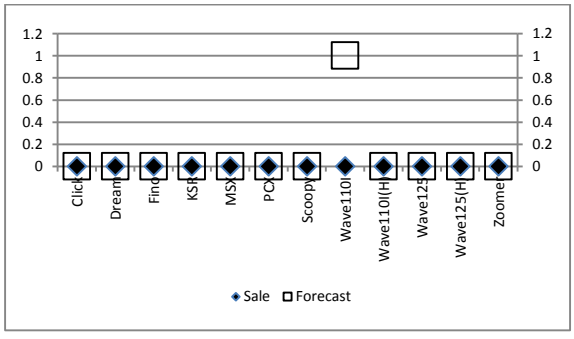
ทั้งนี้โมเดลนี้มีรูปแบบสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ ได้ดังนี้ Y = 1.641 + .159 (branches) -.777 (b1) - 0.950 (b2) - 0.804 (b3) - 1.008 (b4) - 0.973 (b5) - 1.015 (b6) - 0.319 (b7) - 0.778 (b9) - 1.275 (b10) - 1.169 (b11) - 0.964 (b12)

4. ผลการดำเนินงาน



ภาพที่ 2: ผลการความแม่นยำของการพยากรณ์ สาขาหัวทะเล

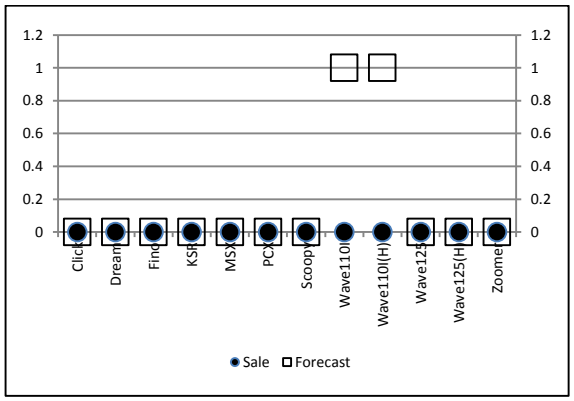
จากภาพที่ 2 การพยากรณ์มีความถูกต้องทั้งหมด 10 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 12 ยี่ห้อ ผลจากการประเมินค่าเฉลี่ยความผิดพลาดยกกำลังสอง MSE = 0.42 ค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ MAD = 0.42 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ MAPE = 29.17% ถ้าค่า MSE, MAD, MAPE มีค่าน้อยแสดงว่าการพยากรณ์มีความแม่นยำ[12]



ภาพที่ 3: ผลความแม่นยำของการพยากรณ์สาขาด่านเกวียน 1

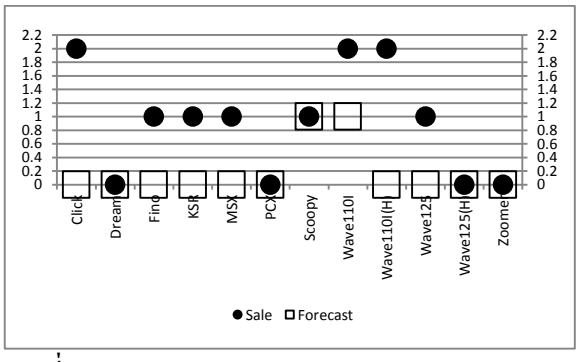
จากภาพที่ 3 ค่าพยากรณ์สินค้าคงคลังของบริษัท VTN Enterprise สาขา ด่านเกวียน 1 มีความถูกต้องในการพยากรณ์ทั้งหมด 11 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 12 ยี่ห้อ ผลจากการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยความผิดพลาดยกกำลังสอง MSE = 0.08 ค่าเฉลี่ยการ

เบี่ยงเบนสัมบูรณ์ MAD = 0.28 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ MAPE = 0%



ภาพที่ 4: ผลความแม่นยำของการพยากรณ์ สาขาด่านเกวียน 2

จากภาพที่ 4 ค่าพยากรณ์สินค้าคงคลังของบริษัท VTN Enterprise สาขา ด่านเกวียน 2 มีความถูกต้องในการพยากรณ์ทั้งหมด 10 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 12 ยี่ห้อ ผลจากการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยความผิดพลาดยกกำลังสอง MSE = 0.17 ค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ MAD = 0.17 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ MAPE = 0%



ภาพที่ 5: ผลความแม่นยำของการพยากรณ์ สาขา เขตอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 5 ค่าพยากรณ์สินค้าคงคลังของบริษัท VTN Enterprise สาขา เขตอุตสาหกรรม มีความถูกต้องในการพยากรณ์ทั้งหมด 5 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 12 ยี่ห้อ ผลจากการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยความผิดพลาดยกกำลังสอง MSE = 0.67 ค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ MAD = 0.75 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ MAPE = 54.17%

ตารางที่ 4: สรุปผลโดยรวมในการทำนาย

สาขา / ยี่ห้อ	ผลการทำนายที่ถูกต้อง				
	1	2	3	4	สรุปผลความถูกต้อง
Click	✗	✓	✓	✗	(2/4)*100 = 50%
Dream	✓	✓	✓	✓	(4/4)*100 = 100%
Fino	✗	✓	✓	✗	(2/4)*100 = 50%
Ksr	✓	✓	✓	✗	(3/4)*100 = 75%
Msx	✓	✓	✓	✗	(3/4)*100 = 75%
Pcx	✓	✓	✓	✓	(4/4)*100 = 100%
Scoopy	✓	✓	✓	✓	(4/4)*100 = 100%
Wave110	✓	✗	✗	✗	(1/4)*100 = 25%
Wave110(H)	✓	✓	✗	✗	(2/4)*100 = 50%
Wave125	✓	✓	✓	✗	(3/4)*100 = 75%
Wave125(H)	✓	✓	✓	✓	(4/4)*100 = 100%
Zoomer	✓	✓	✓	✓	(4/4)*100 = 100%

จากตารางที่ 4 สรุปผลความถูกต้องโดยรวมได้ว่ายี่ห้อ Dream ,Pcx ,Scoopy ,Wave125(H) ,Zoomer มีค่าความถูกต้องมากที่สุด การนำผลการพัฒนาโมเดลการทำนายไปพัฒนาเป็นเว็บแอพพลิเคชั่นตามกระบวนการความคิดที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าตาของโปรแกรม ดังนี้



ภาพที่ 6: หน้ารวมเมนูและแสดงผลการพยากรณ์

จากภาพที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบหน้าจอโปรแกรม หน้าบันทึกข้อมูลพนักงาน, บันทึกข้อมูลรถจักรยานยนต์, บันทึกข้อมูลการขาย , รายงานยอดขาย, พยากรณ์ยอดขาย และได้นำโปรแกรมพยากรณ์ไปทดลองใช้งานจริง

5. สรุปผล

ระบบการพยากรณ์นี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า และลดการเสียโอกาสทางการค้าของบริษัท VTN Enterprise จ.นครราชสีมา โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์การถดถอยแบบพหุคุณ โดยมีการพัฒนาระบบบนเว็บแอพพลิเคชั่น ผลจากการพยากรณ์พบว่ามีความถูกต้อง โดยมีค่า MSE ,MAD ,MAPE ในแต่ละสาขาค่อนข้างต่ำ บริษัท VTN Enterprise สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าได้อย่างต่อเนื่องถ้ามีการสั่งตามแบบพยากรณ์ที่กำหนดไว้ โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยมีการประเมิน 5 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลประเมินความพึงพอใจทั้ง 5 ด้าน

หัวข้อประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	**SD**	**Result**
1. ด้านความเหมาะสมของระบบ	4.64	0.38	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องของระบบ	4.48	0.28	มาก
3. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.72	0.16	มากที่สุด
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.66	0.33	มากที่สุด
5. ด้านตรงตามวัตถุประสงค์ของระบบ	4.80	0.20	มากที่สุด

5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาผลงานในอนาคต

การพยากรณ์เป็นการนำข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และมีตัวแปรต่างๆที่มีความสัมพันธ์ต่อกันเป็นส่วนร่วมในการพยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้น สิ่งสำคัญในการสร้างโมเดลของการพยากรณ์ก็คือการหาข้อมูลในอดีตให้ได้มากที่สุด เนื่องด้วยในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลย้อนหลังได้เพียง 43 สัปดาห์ย้อนหลัง ถ้าเราสามารถหาข้อมูลในอดีตได้มาก เช่น 5 ปี หรือ 10 ปีย้อนหลังนั้นจะส่งผลดีต่อการทำนาย ช่วยให้การทำนายมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] คำนาย อภิปรัชญาสกุล. โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน : กลยุทธ์สำหรับลดต้นทุนและเพิ่มกำไร. กรุงเทพฯ : ซี วาย ซิซเทิมพริ้นติ้ง; 2554

[2] วิจิตรสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์ ณ อยุธยา. การประยุกต์ใช้การทำเหมืองข้อมูลในระบบโลจิสติกส์ [ออนไลน์]2555 [อ้างเมื่อ 28 พฤษจิกายน 2557].จากhttp://www.freightmaxad.com/magazine/?p=2744

[3] กฤษณา เจนเจตวิทย์. การศึกษาปัญหาและกำหนดกลยุทธ์ในการควบคุมสินค้าคงคลังในบริษัทให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองความพึงพอใจ ของลูกค้า[วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ]. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย;2543.

[4] Pang-Ning Tan, Michael Steinbanch, and Vipin Kumar.Introduction to data mining.Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.Boston, MA, USA; 2006.

[5] Pete Chapman, Julian Clinton, et al., CRISP-DM 1.0:Step-by-step data mining guide. SPSS inc 78; 2000.

[6] Han J, Kamber M. Data Mining Concept and Technique.San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers (an imprint of Academic Press); 2000

[7] กตัญญูหิรัญญสมบูรณ์. การบริหารอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์ นัล พับลิเคชั่น จำกัด; 2548.

[8] หาทัยชนก นานานอก. ศึกษาการพยากรณ์ยอดขายสินค้าเพื่อการวางแผนผลิต [วิทยานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจัดการอุตสาหกรรม]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2553.

[9] แววดาว พูนสวน. การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเพื่อการวางแผนการผลิต[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม].กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ; 2550.

[10] วรินทร์ เกียรตินุกูล. การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้าโดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ]. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2551.

[11] ปรางทิพย์ กิตติวัฒน์. การออกแบบและพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบ เพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้า สำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการแบ่งของกลุ่มข้อมูลและวิธีการถดถอยแบบ เชิงเส้นพหุคูณ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ].กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ;2552.

[12] ทรงศิริ แต้สมบัติ.การพยากรณ์เชิงประมาณ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549.

การวัดประสิทธิภาพของตำแหน่งการวางป้ายโฆษณาบนแอพพลิเคชันบนมือถือ
The Evaluation of Effectiveness on Mobile Application Banner

บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์(Banyapon Poolsawas)
ภาควิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
Banyapon.poo@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ป้ายโฆษณาบนหน้าจอแอพพลิเคชันเป็นช่องทางการตลาดที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เกิดเป็นข้อสงสัยว่าการแสดงผลป้ายโฆษณาในตำแหน่งไหนที่จะไม่รบกวน และสร้างความรำคาญแก่ผู้ใช้งาน และเกิดยอดคลิกป้ายโฆษณาสูงที่สุด งานวิจัยนี้ทำการวัดประสิทธิภาพของยอดคลิกโฆษณา ร่วมกับวิเคราะห์ประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่มีต่อตำแหน่งป้ายโฆษณาในสภาวะแวดล้อมใช้งานจริง ผลการทดลองพบว่าตำแหน่งป้ายโฆษณาที่เกิดยอดคลิกที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และไม่สร้างความรำคาญต่อผู้ใช้งานนั้น คือ ป้ายโฆษณาที่ปรากฏบนตำแหน่งบนสุด เป็นตำแหน่งที่ได้ยอดการคลิกที่ตรงกลุ่มเป้าหมาย และไม่สร้างความรำคาญ เป็นประโยชน์ต่อนักการตลาด ในการประชาสัมพันธ์บริการผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือในตำแหน่งที่เหมาะสมอย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: การบริหารลูกค้าสัมพันธ์ สมาร์ทโฟน เครือข่ายโฆษณาบนมือถือ เว็บเซอร์วิส โฆษณาออนไลน์

Abstract

Presently, the banner advertisements on mobile applications become the significant marketing channel. It is questionable which positions of banner advertising will not interrupt and annoy mobile users, as well as which positions are able to enhance the click-through rate. This paper therefore will evaluate the effective position of click-through rate for banner advertising, and also analyze the users' experiences when they see the banner on the actual usage. The outcomes suggested that the most clicked position which did not interrupt the users was the top position banner advertising. This research is applicable for marketing analysts in case that they can design the proper and effective advertising positions related to their campaigns via Mobile Advertising Network accessing to target.

Keywords: Customer Relation Management, Smart Phone, Mobile Advertising Network, Web Services, Online Advertising.

1. บทนำ

บริการเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือเป็นบริการใหม่ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ตามแนวโน้มการเติบโตของยอดขายอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟน และแนวโน้มการใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเชื่อมต่อผ่านแอพพลิเคชันที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเขตกรุงเทพมหานครเฉลี่ยการใช้งานสูงถึง 6.6 ชั่วโมงต่อวัน [1] บริการเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือมีหน้าที่หลักคือการกำหนดรูปแบบในการแสดงผลของป้ายโฆษณาตามแอพพลิเคชันให้ปรากฏถึงกลุ่มของผู้ใช้ โดยอ้างอิงตามสถานที่ ช่วงเวลา สถิติการค้นหา ประเภทของเนื้อหาในแอพพลิเคชัน หรือข้อความประชาสัมพันธ์สนับสนุนการขายที่ตรงความคาดหวังของผู้ใช้งาน ทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีในการวิเคราะห์ และวัดผลการตลาด ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบการแสดงผล และตำแหน่งของป้ายโฆษณาที่ปรากฏบนหน้าจอแอพพลิเคชันผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ ได้มีข้อกำหนดของรูปแบบสื่อเป็นมาตรฐานสากลเป็นข้อบังคับสำหรับการลงโฆษณาไว้อย่างชัดเจนจากเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือรายใหญ่อย่าง Google Admob จำกัดรูปแบบของสื่อไว้ 2 ประเภทคือ สื่อประเภทกราฟิกรูปภาพ และตัวอักษร ข้อกำหนดดังกล่าวถูกบังคับใช้จนเป็นที่ยอมรับในบริการอื่นที่ใกล้เคียงกันอย่าง iAd หรือ Millennium Media ในการกำหนดรูปแบบการแสดงผลที่กำหนดเป็นสากลร่วมกัน[2] เป็นต้น

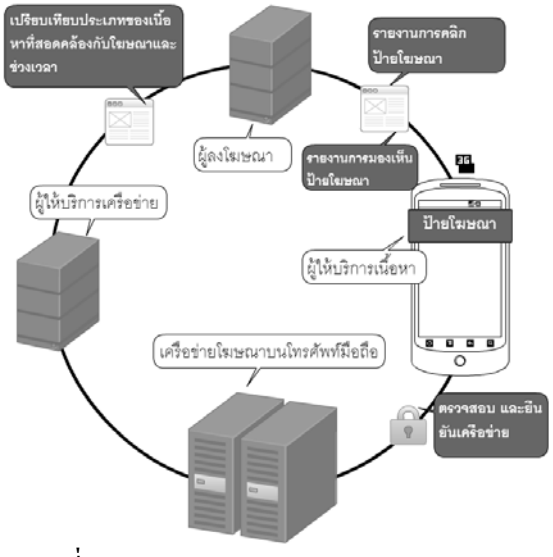
แม้ว่าป้ายโฆษณาจากเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือจะเป็นบริการยอดนิยมที่เพิ่มช่องทางในการสร้างรายได้ให้กับ

กลุ่มผู้พัฒนาแอพพลิเคชัน และ สนับสนุนการประชาสัมพันธ์ธุรกิจ สินค้าหรือบริการให้กับแอพพลิเคชัน หรือสินค้าที่น่าสนใจที่ต้องการจะทำการตลาดบนโทรศัพท์มือถือในเรื่องของการแสดงผลได้ตรงกลุ่มเป้าหมายตามความต้องการของผู้บริโภค ผ่านรายงานการแสดงผล (View, Impression) และรายงานอัตราส่วนที่บอกถึงค่าเฉลี่ยการคลิกป้ายโฆษณาต่อยอดการมองเห็น หรือ CTR (Click through Rate) ในแง่ของการวัดผลประสิทธิภาพของการโฆษณา แต่สำหรับกลุ่มของผู้ใช้งานแอพพลิเคชัน หรือผู้บริโภคจำนวนมากบางกลุ่มกลับมองว่าตำแหน่งของป้ายโฆษณาที่ปรากฏบนแอพพลิเคชันในบางตำแหน่ง เป็นสิ่งที่สร้างความรบกวน ต่อประสบการณ์การใช้งาน และบางครั้งเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น เพราะตำแหน่งป้ายโฆษณานั้นสามารถวางตำแหน่งใดก็ได้บนหน้าจอแอพพลิเคชันตามความเหมาะสม และสวยงามแต่ตำแหน่งที่นักพัฒนาแอพพลิเคชันที่ต้องการสร้างรายได้ หรือนักการตลาดที่ต้องการประชาสัมพันธ์นิยมเลือกวางนั้นมี 3 ตำแหน่งคือ ชิดขอบบน(Top) ชิดขอบล่าง(Bottom) และกลางหน้าจอ (Popup) ด้วยเหตุผลที่ไม่บดบังการแสดงผลเนื้อหา และรบกวนการใช้งานซึ่งขัดแย้งกับกับเหตุผลของผู้บริโภคข้างต้น

เพื่อการปรับปรุง และวัดประสิทธิภาพของการแสดงผลป้ายโฆษณาบนมือถือให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และไม่สร้างความรบกวนต่อผู้ใช้งานแอพพลิเคชัน และเป็นข้อมูลสนับสนุนให้กับนักพัฒนาแอพพลิเคชันที่ต้องการสร้างรายได้ผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการศึกษาตำแหน่ง ที่เหมาะสมของป้ายโฆษณาที่ปรากฏบนมือถือ ในสภาวะการใช้งานจริงในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้ตำแหน่งโฆษณามาตรฐาน คือ ตำแหน่งชิดขอบบน (Top) ตำแหน่งชิดขอบล่าง (Bottom) ตำแหน่งเต็มหน้าจอขณะประมวลผล (Popup) และ ตำแหน่งคั่นกลางระหว่างเนื้อหา (Contextual, Middle) เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อพิสูจน์ว่าผลลัพธ์ดังกล่าวเกิดประสิทธิภาพที่ดีและสอดคล้องกับมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้หรือไม่ และใช้ผลลัพธ์ส่วนนี้เป็นข้อสนับสนุนกิจกรรมทางการตลาด และการสร้างรายได้ผ่านแอพพิลเคชันของนักพัฒนา และนักการตลาดสำหรับการเลือกตำแหน่งป้ายโฆษณาบนแอพพลิเคชัน

2. สถาปัตยกรรมของเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ

ภาพรวมสถาปัตยกรรมของเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ (Mobile Advertising Network) นั้นมีแนวคิดโครงสร้างแบบประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลายส่วนที่ใกล้เคียงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านแผนภาพโครงสร้างอย่างง่ายในรูปภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนภาพสถาปัตยกรรมเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ

การทำงานของเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือนั้นจะเริ่มต้นจาก ผู้ลงโฆษณาตั้งงบประมาณไว้สำหรับความถี่ในการแสดงผล หรือ ยอดคลิกที่ต้องจ่ายให้กับแบบ Cost Per Click นักพัฒนาเจ้าของแอพพลิเคชันที่ติดป้ายโฆษณา โดยจะมีการตรวจสอบเครือข่ายว่าแอพพลิเคชันดังกล่าวอยู่ในเครือข่ายหรือไม่ เมื่อเกิดการคลิก หรือการมองเห็น จะมีการส่งรายงานไปยังระบบของผู้ลงโฆษณา สถิติการคลิก ไปยังผู้ให้บริการเครือข่ายเพื่อปรับปรุงการส่งโฆษณาให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้น สถาปัตยกรรมของระบบเครือข่ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือ นั้นจะประกอบไปด้วย

2.1 ผู้ลงโฆษณา (Advertisers)

เป็นส่วนสำคัญต่อการแสดงผลของป้ายโฆษณาที่ปรากฏบนหน้าจอแอพพลิเคชัน ผู้ลงโฆษณาสามารถออกแบบรูปแบบของป้ายโฆษณาโดยกำหนดสื่อให้เป็นกราฟิก หรือตัวอักษร และมีหน้าที่ควบคุมงบประมาณในการส่งป้ายโฆษณาไปแสดงผลบนหน้าจอแอพพลิเคชันที่อยู่ในเครือข่าย งบประมาณที่ตั้งไว้เพื่อจ่ายไปตามความถี่ในการคลิก (Cost Per Click)

2.2 ผู้ให้บริการเครือข่าย (Network Operator)

มีหน้าที่ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเผยแพร่โฆษณา เก็บรวบรวม หรือจัดการรายงาน และระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน อีกทั้งจัดการส่วนแบ่งรายได้ที่เกิดจากยอดคลิกป้ายโฆษณาในแต่ละครั้ง

2.3 ผู้ให้บริการเนื้อหา (Content providers)

ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาในแอพพลิเคชัน ส่วนใหญ่มักเป็นที่สนใจของผู้ใช้งาน ตามจุดประสงค์หลักของแต่ละคน ผู้ให้บริการเนื้อหาเหล่านี้มีหน้าที่แสดงผลป้ายโฆษณา หลังจากสมัครบริการผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ และรับรายได้จากยอดคลิกป้ายโฆษณาเหล่านั้น (Pay Per Click)

2.4 ผู้ให้บริการโฆษณา (Ad Provider)

มีหน้าที่เชื่อมโยง ข้อมูลป้ายโฆษณาที่ผู้พัฒนาต้องการประชาสัมพันธ์ให้ไปปรากฏตาม ผู้ให้บริการเนื้อหา โดยจะมีการรวบรวมโฆษณาทุกตัวไว้ในระบบ ก่อนจะทำการเปรียบเทียบประเภทของเนื้อหาที่สอดคล้องกับโฆษณา ช่วงเวลา ความคาดหวังของผู้ใช้งานจากยอดการค้นหา ไปจนถึงรูปแบบของพฤติกรรมจากรายงานที่เก็บรวบรวม[3,4] ว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ จึงทำการส่งป้ายโฆษณาไปแสดงผล หน้าที่หลักอีกส่วนคือการเก็บสถิติการคลิก สรุปค่าใช้จ่าย จัดการส่วนแบ่งร่วมกับผู้ให้บริการเครือข่าย

2.5 รูปแบบมาตรฐานของป้ายโฆษณา (Ad Banner)

เป็นรูปแบบ และขนาด มาตรฐานที่ถูกกำหนดโดยผู้ให้บริการโฆษณา (Ad Provider) และตำแหน่งที่กลุ่มนักพัฒนาและ นักการตลาดนิยมวาง ประกอบด้วยรูปแบบ และตำแหน่งต่อไปนี้

ตารางที่ 1: ตารางมาตรฐานขนาด และตำแหน่งที่นิยมถูกจัดวางของป้ายโฆษณาบนโทรศัพท์มือถือ

ชนิดของสื่อ	ข้อความตัวอักษร, กราฟิกรูปภาพ,ภาพเคลื่อนไหว (.JPG, .PNG, .GIF)
ขนาดของแฟ้มข้อมูล	ขนาดไม่ใหญ่เกิน 150 KB
ขนาดความกว้าง และสูง หน่วยเป็น พิกเซล (pixel) ของสื่อ	320 x 50 px ตัวเรียก Leaderboard
	480 x 32 px ตัวเรียก Landscape
	320 x 480 px ตัวเรียก interstitial (portrait) และ Popups Advertising
ตำแหน่งที่นิยมวางบนหน้าจอ	บนสุดของหน้าจอ (Top)
	ล่าสุดของหน้าจอ (Bottom)
	เต็มหน้าจอ หรือ ตรงกลางหน้าจอ (Popup)

จากตารางที่ 1 เป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่ผู้ลงโฆษณาต้องปฏิบัติตามเงื่อนไข หากรูปแบบ มีความแตกต่างจากที่กำหนดผู้ให้บริการโฆษณาจะไม่อนุญาติให้แสดงผลบนผ่านเครือข่าย ส่วนตำแหน่งป้ายโฆษณานั้นโดยปรกติจะสามารถวางตำแหน่งไหนก็ได้บนหน้าจอ แต่ส่วนมากกลุ่มนักพัฒนาแอพพลิเคชันและนักการตลาดนิยม วางตำแหน่งป้ายโฆษณาอยู่ 3 ตำแหน่งตามตารางข้างต้นเพราะไม่เสียพื้นที่ในการแสดงผล และเข้าใจว่าเป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดยอดการคลิกที่ป้ายโฆษณาสูง อีกทั้งไม่รบกวนการแสดงผลของเนื้อหาที่ปรากฏบนแอพพลิเคชันและการใช้งานของผู้ใช้บนแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการทำการทดสอบและบันทึกผลการใช้งานแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเอง 2 แอพพลิเคชัน ที่มีรูปแบบการแสดงผลป้ายโฆษณาแตกต่างกัน 4 รูปแบบผ่านกดโทรศัพท์มือถือที่มีการติดตั้งแอพพลิเคชันเบื้องต้นไว้เป็นที่เรียบร้อย

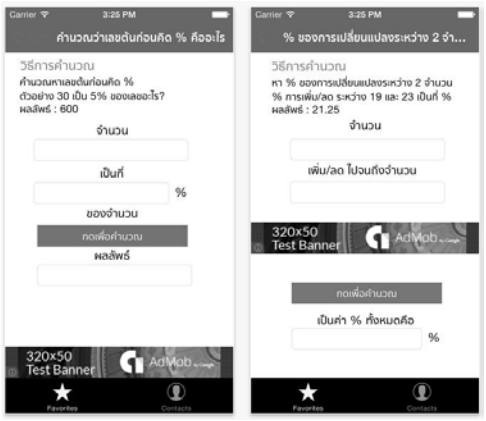
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ในการเก็บข้อมูลการทดลองแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 ตัวอย่าง คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของผู้ที่มีอายุระหว่าง 15 - 24 ปี จำนวน 57 คน กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มผู้ที่มีอายุระหว่าง 25 - 40 ปี จำนวน 24 คน และ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มของผู้ที่มีอายุ 55 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน ที่ใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3จี ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ช่วงที่ 1 สำหรับการเก็บข้อมูลทั้งหมด 15 วันในการทดสอบการใช้งานแอพพลิเคชันเพื่อเก็บสถิติ ช่วงเวลาที่ 2 เป็นการสลับตำแหน่งโฆษณาเมื่อครบ 7 วัน และช่วงเวลาที่ 3 เป็นการเก็บข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างข้างต้นเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้งานที่มีต่อตำแหน่งการวางโฆษณาทั้ง 2 ช่วง

3.2 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนที่รองรับบริการเครือข่าย 3จี บนในระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชัน 4.3 อุปกรณ์คือ Samsung Galaxy S3 และไอโฟน 5S ระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 8.1 แอพพลิเคชันที่ใช้ในการทดสอบตัวแรกคือ แอพพลิเคชันประเภทการใช้งานทางด้าน

ธุรกิจที่พัฒนาขึ้นมาชื่อว่า KamNuan เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้งานแอพพลิเคชันตัวนี้ได้ทดลองทั้งสองระบบปฏิบัติการ



ภาพที่ 2: ตำแหน่งโฆษณาที่ปรากฏแตกต่างกันในตำแหน่งชิดขอบล่าง (Bottom) และตำแหน่งคั่นกลางระหว่างเนื้อหา (Contextual, Middle)

จากภาพที่ 2 มีการวางตำแหน่งป้ายโฆษณา 2 รูปแบบในแอพพลิเคชันสำหรับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วยป้ายโฆษณาขนาด 320x50 px วางในตำแหน่งชิดขอบล่าง (Bottom) ใกล้กับตำแหน่งปุ่มกดเปลี่ยนหน้า (Tab Bar) และ ตำแหน่งคั่นกลางระหว่างเนื้อหา (Contextual, Middle) แอพพลิเคชันตัวที่สองเป็นแอพพลิเคชันประเภทบันเทิง หรือ เกม ที่ชื่อว่า Drink ‘n Drunk เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้สมการคำนวณปริมาณแอลกอฮอล์ในเส้นเลือดจากจำนวนแก้วของเครื่องดื่ม โดยใช้การวางตำแหน่งป้ายโฆษณาขนาดเดียวกัน ในตำแหน่งชิดขอบบน หรือใต้ตำแหน่งแถบเครื่องมือ (Top) และตำแหน่งเต็มหน้าจอขณะประมวลผล (Popup) ภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตำแหน่งโฆษณาที่ปรากฏแตกต่างกันในตำแหน่งชิดขอบบนหรืออยู่ใต้แถบเครื่องมือ (Top) และตำแหน่งเต็มหน้าจอ(Popup)

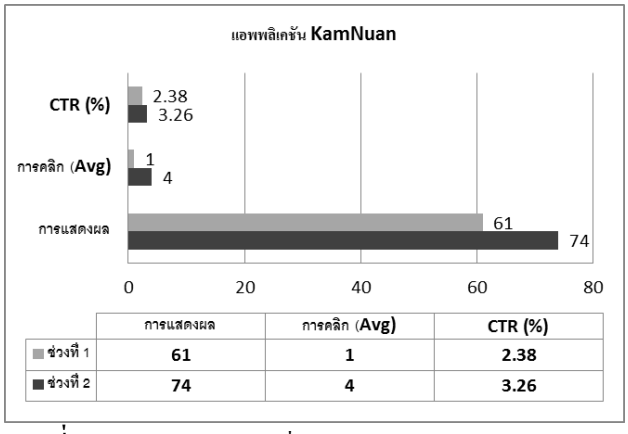
เครื่องมืออีกตัวคือบริการ Google Analytics for Mobile สำหรับใช้เก็บข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้งาน โดยนำคำสั่งที่ชื่อ Event Tracking ติดไว้กับ รูปภาพ ปุ่มกด แถบเครื่องมือทุกส่วน และทุกหน้าของแอพพลิเคชันเพื่อใช้รวบรวมจำนวนครั้งของการใช้งานแอพพลิเคชัน เช่น การเปิดใช้งาน การกดปุ่มเพื่อดำเนินการ หรือการเกิดข้อผิดพลาดในแอพพลิเคชัน เป็นต้น เพื่อเป็นการเก็บรายงาน สำหรับยืนยันว่าตัวแอพพลิเคชันที่เราพัฒนาขึ้นมานั้นกลุ่มตัวอย่างมีการใช้งานจริง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล และประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ กระบวนการแรกคือวิเคราะห์ในแง่ของประสิทธิภาพ คือการเก็บข้อมูลสถิติจำนวนครั้งของการแสดงผลป้ายโฆษณา และค่าเฉลี่ยจำนวนการคลิกที่ป้ายโฆษณาต่อจำนวนครั้งปรากฏ (CTR) ของช่วงเวลาที่ 1 ระยะเวลาวันที่ 1-6 และ ช่วงเวลาที่ 2 วันที่ 7-15 หลังมาเปรียบเทียบกัน กระบวนการต่อมาคือช่วงเวลาที่ 3 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลด้านประสบการณ์การใช้งานแอพพลิเคชันที่มีต่อตำแหน่งป้ายโฆษณา และวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอพพลิเคชันผ่านแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนของความพึงพอใจที่มีต่อตำแหน่งป้ายโฆษณาที่ปรากฏ หลังจากเก็บข้อมูลดังกล่าวเรียบร้อยแล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

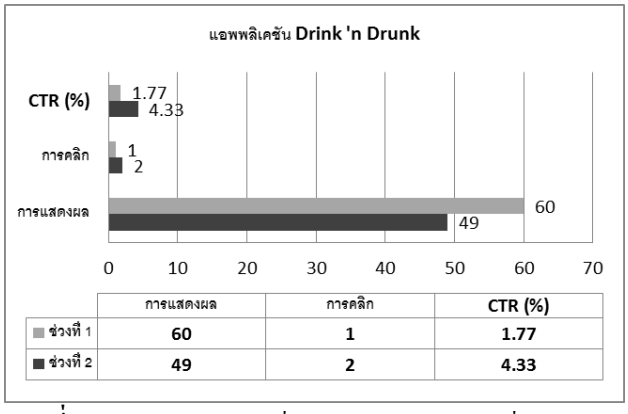
ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 อยู่ในเกณฑ์ ดี
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 อยู่ในเกณฑ์ น้อย

ผลการทดสอบแอพพลิเคชัน KamNuan ในช่วงที่ 1 ที่ประกอบไปด้วยตำแหน่งป้ายโฆษณาชิดขอบล่าง และ คั่นกลางเนื้อหา มาเปรียบเทียบกับ ช่วงที่ 2 ที่สลับตำแหน่งป้ายโฆษณาหลังระยะเวลา 7 วัน ให้เป็นตำแหน่งชิดขอบบน และเต็มหน้าจอ เก็บข้อมูลจำนวนครั้งในการแสดงผลป้ายโฆษณา(View) จำนวนการคลิก (Click) และค่าเฉลี่ย CTR โดยนำค่าทั้งสามมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 2 ช่วงได้ผลการทดลองเป็นไปเป็นดังภาพที่ 4



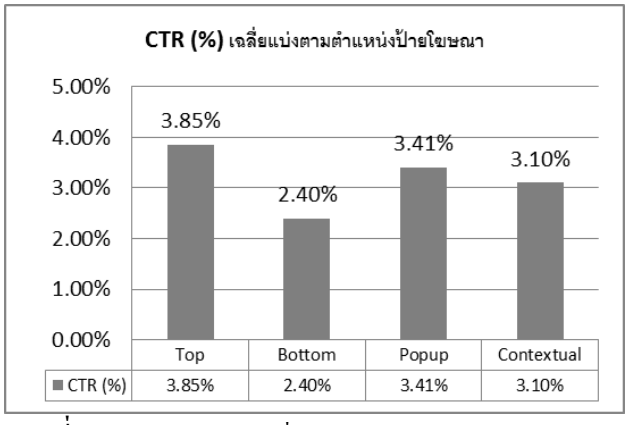
ภาพที่ 4: ตำแหน่งโฆษณาช่วงที่ 2 มีประสิทธิภาพในแง่ของ CTR และยอดคลิกมากกว่าตำแหน่งช่วงที่ 1

ตำแหน่งป้ายโฆษณาตำแหน่งชิดขอบบน (Top) และ เต็มหน้าจอ(Popup) ในช่วงที่ 2 ของการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างเป็นตำแหน่งที่เกิดประสิทธิภาพมากกว่า ตำแหน่งป้ายโฆษณาที่อยู่ชิดขอบล่าง (Bottom) และ คั่นกลางระหว่างเนื้อหา (Contextual, Middle) ทั้งยอดของการคลิก และ ค่าเฉลี่ย (CTR) ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิมถึงร้อยละ 36.97 ผลการทดสอบแอพพลิเคชัน Drink ‘n Drunk ในช่วงที่ 1 ป้ายโฆษณาในตำแหน่งชิดขอบบน และ แบบเต็มหน้าจอมาเปรียบเทียบกับช่วงที่ 2 ที่ถูกสลับตำแหน่ง ตำแหน่งป้ายโฆษณาที่อยู่ชิดขอบล่าง และ คั่นกลางระหว่างเนื้อหา โดยนำค่าสถิติเดียวกันกับแอพพลิเคชัน KamNuan มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย($\bar{x}$) แล้วเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 2 ช่วงเช่นเดียวกัน ได้ผลลัพธ์เป็นไปดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ตำแหน่งโฆษณาช่วงที่ 2 ค่า CTR และ ยอดคลิกต่ำลง

ยอดการคลิก และ ค่า CTR มีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง แม้ว่าการแสดงผลป้ายโฆษณาในช่วงที่2 จะแสดงผลได้น้อยลงกว่าช่วงที่ 1 ก็ตามซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าการแสดงผลป้ายโฆษณาที่มากกว่า หรือจำนวนการเปิดใช้งานของแอพพลิเคชันสูงกว่าก็ไม่มีผลต่อยอดคลิก และค่า CTR หากทำการแบ่งค่า CTR ของป้ายโฆษณาแต่ละตัวอ้างอิงกับจำนวนครั้งที่ปรากฏของโฆษณาจะพบว่าแต่ละตำแหน่งจะมีค่า CTR แตกต่างกัน โดยค่า CTR ที่สูงที่สุดคือ ตำแหน่งบนสุด และตำแหน่งเต็มหน้าจอ คือร้อยละ 3.85 และร้อยละ 3.41 ตามลำดับดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ค่า CTR หรือค่าเฉลี่ยการคลิกต่อยอดการแสดงผลแต่ละตำแหน่ง

เมื่อได้ผลการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับ ตำแหน่งบนป้ายโฆษณาที่มีประสิทธิภาพในแง่ของการคลิก และค่า CTR ที่เหมาะสมที่สุดคือตำแหน่งชิดขอบบน และ แบบเต็มหน้าจอ ขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์ว่า ตำแหน่งข้างต้นทั้ง 2 ตำแหน่งไหนเป็นตำแหน่งที่จะไม่สร้างความรำคาญมากที่สุด ผ่านผลการทดลองช่วงที่ 3 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้มาทดสอบ

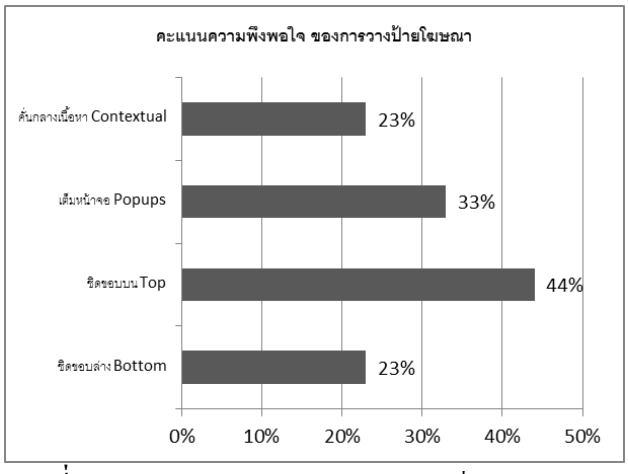
ตารางที่ 2: ตารางรูปแบบของโฆษณาบนตำแหน่งชิดขอบบน (Top)

ตำแหน่งป้ายโฆษณาชิดขอบบน (Top)	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับประสิทธิภาพ
รูปแบบป้ายโฆษณาที่ปรากฏ		
ตัวอักษร	3.73	ดี
รูปภาพ	4.20	ดี
ภาพเคลื่อนไหว	4.47	ดี

ตารางที่ 3: ตารางรูปแบบของโฆษณาบนตำแหน่งชิดขอบบน (Popup)

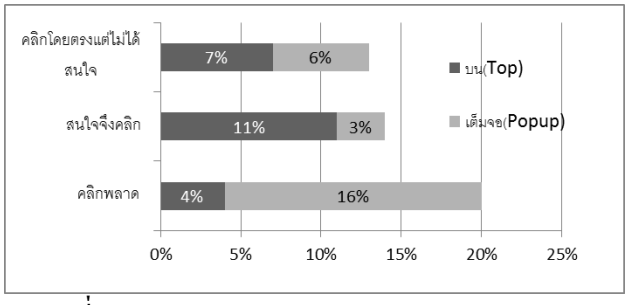
ตำแหน่งป้ายแบบเต็มหน้าจอ (Popup)	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับประสิทธิภาพ
รูปแบบป้ายโฆษณา		
ตัวอักษร	2.73	ปานกลาง
รูปภาพ	3.73	ดี
ภาพเคลื่อนไหว, วีดีโอ	4.40	ดี

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่ารูปแบบป้ายโฆษณาที่ปรากฏผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ ในตำแหน่งชิดขอบบน (Top) มีระดับความพึงพอใจสูงกว่าป้ายโฆษณารูปแบบเต็มหน้าจอ (Popup) ในส่วนค่าคะแนนความพึงพอในต่อตำแหน่งโฆษณาที่ปรากฏทั้งสองตำแหน่ง จากแบบทดสอบ ได้ผลลัพธ์ปรากฏดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: คะแนนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อตำแหน่งป้ายโฆษณาแต่ละตำแหน่ง

จากผลความพึงพอใจข้างต้นจากกลุ่มตัวอย่าง ตำแหน่งชิดขอบบน(Top) เป็นตำแหน่งที่ผู้ใช้งานให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดคือร้อยละ 44% โดยมีเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นตำแหน่งที่ไม่สร้างความรำคาญ และไม่รบกวนกิจกรรมของผู้ใช้ในการใช้งานแอพพลิเคชันมากที่สุด และหากมีกิจกรรมทางการตลาดหรือเนื้อหาโฆษณาที่น่าสนใจปรากฏขึ้นมาผู้ใช้ก็ยินดีที่จะคลิกป้ายโฆษณาด้วยความสนใจ ตรงกันข้ามตำแหน่งป้ายโฆษณารูปแบบเต็มหน้าจอ (Popup) แม้จะเป็นตำแหน่งที่มียอดคลิกที่สูง และค่า CTR อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงตำแหน่งชิดขอบบนก็ตาม ผลการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างกลับให้ความเห็นว่าตำแหน่ง เต็มหน้าจอ(Popup) เกิดจากการคลิกที่ผิดพลาด[5]ในจังหวะที่ใช้งานแอพพลิเคชันอยู่ ดังสถิติที่ปรากฏในภาพที่ 8



ภาพที่ 8: ป้ายโฆษณาในตำแหน่ง Popup มีสถิติพลาดสูงถึง 16 %

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการวัดประสิทธิภาพของตำแหน่งป้ายโฆษณา ผ่านเครือข่ายโฆษณาบนมือถือ พบว่า ตำแหน่งป้ายโฆษณาที่อยู่ชิดขอบบน หรือ เป็นตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยค่าเฉลี่ยการคลิกป้ายโฆษณา หรือค่า CTR (Click through Rate) ที่ร้อยละ 3.85 ถือว่าเป็นเกณฑ์ที่สูง ขณะที่การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานแอพพิลเคชันจากการตอบแบบประเมินพบว่า มีความพึงพอใจในตำแหน่งของโฆษณาที่ปรากฏบนตำแหน่งดังกล่าวโดยอ้างผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ตอบแบบประเมินเกี่ยวกับตำแหน่งการวางป้ายโฆษณาตำแหน่งนี้อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ผลการทดสอบที่ได้จากงานวิจัยนี้แม้จะยังขาดข้อมูลทางเทคนิคของผู้ให้บริการแต่ละเครือข่ายโฆษณาตัวอื่น และรูปแบบประเภทแอพพลิเคชันที่หลากหลายกว่าเครื่องมือเบื้องต้นที่พัฒนาให้กลุ่มตัวอย่างใช้งานเพื่อทดสอบ แต่ผลทดสอบที่ได้มาก็สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ที่จะปรับปรุงแนวคิดการปรับใช้ในการวางตำแหน่งโฆษณาที่เหมาะสม เพิ่มประสิทธิภาพ และไม่สร้างความรำคาญให้แก่ผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (มหาชน) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2557. *Thailand Internet User Profile 2014 Report.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.slideshare.net/wiseknow/2557-38352560. 26 กุมภาพันธ์ 2558.

[2] MMA Global.com [homepage]. *Mobile Advertising Guidelines*. Retrieved February 2015. Available from: http://www.mmaglobal.com/files/mobileadvertising.pdf

[3] V. Toubiana, A. Narayanan, D. Boneh, H. Nissenbaum and S. Barocas. *"Adnostic: Privacy Preserving Targeted Advertising."* In: NDSS. 2010.

[4] MC. Grace, W. Zhou, X. Jiang and A. Sadeghi. *"Unsafe exposure analysis of mobile inapp advertisements"*. In: Proceedings of the fifth ACM conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks. ACM. 2012, pp. 101–112.

[5] Steve Smith [homepage on Internet]. *Up To 40% Of Mobile Ad Clicks May Be Accidents Or Fraud?*. Retrieved February 2015. Available from: http://www.mediapost.com/publications/article/182029/up-to-40-of-mobile-ad-clicks-may-be-accidents-or.html.

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจกับการประยุกต์ขั้นตอนวิธีระบบมดสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม กรณีศึกษา เส้นทางในจังหวัดปัตตานี

A Decision Support System Applying with Ant System Algorithm for Finding Optimal Path Case Study : Roads in Pattani Province

ทวีป จันทร์เจริญ(Taweep Janjaroen)[1] อรจิรา สิทธิศักดิ์(Onjira Sitthisak)[2]
และอนิศรา เพ็ญสุข ติ๊บแก้ว(Anisara Pensuk Tibkaew)[3]
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
[1]taweep.janjaroen@hotmail.com, [2]onjira.sitthisak@gmail.com, [3]anisara.pensuk@qmail.com

บทคัดย่อ

ความไม่สงบที่เกิดขึ้นในจังหวัดปัตตานีมีระดับความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกวันทำให้ความปลอดภัยในการเดินทางของประชาชนทั้งในและนอกพื้นที่น้อยลง ดังนั้นการวางแผนการเดินทางเข้าออกในพื้นที่จังหวัดปัตตานีมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ปัจจุบันประชาชนขาดข้อมูลสถานที่และระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นและเส้นทางการเดินทางที่เป็นไปได้สำหรับการวางแผนการเดินทาง จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม กรณีศึกษาเส้นทางในจังหวัดปัตตานีขึ้นโดยใช้ Ant System Algorithm (ขั้นตอนวิธีระบบมด) มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาระบบสำหรับค้นหาเส้นทาง ซึ่งผลลัพธ์จากระบบจะทำการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากเงื่อนไขของผู้ใช้งาน เช่น เส้นทางที่สั้นที่สุด เส้นทางที่ปลอดภัยที่สุด และเส้นทางที่ผู้ใช้ไม่ต้องการเดินทางผ่าน จากนั้นระบบทำการเรียงลำดับเส้นทางทั้งหมดตามเงื่อนไขของผู้ใช้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางแผนการเดินทาง

คำสำคัญ: ขั้นตอนวิธีระบบมด การค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Abstract

The insurgency in Pattani province are increasing every day. People travel in and out of Pattani with less comfort and safety. So, travelling plan is important. Most people lack information of location and the violence occurred. As a result planning accurately is quite difficult before they get on the road. Therefore, this research aims to develop a decision support system for finding optimal path case study : roads in Pattani province. This research, we applied the ant system algorithm for finding optimal path. The results from this system will recommend the most appropriate path based on user conditions such as the shortest path, the safest path and the unwanted path. Then, the system sorts all these paths according to the conditions and shows to users for planning a trip within Pattani province.

Keywords: Ant System Algorithm, Finding Optimal Path, Decision Support System.

1. บทนำ

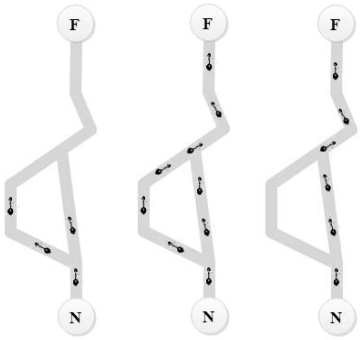
ปัญหาเหตุการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นในจังหวัดปัตตานีมีระดับความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกวัน ทำให้การดำรงชีวิต ความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่มีความปลอดภัยลดน้อยลง รวมไปถึงความปลอดภัยทางด้านการเดินทางของประชาชนทั้งในและนอกพื้นที่ เช่น มีปัญหาความเสี่ยงตามเส้นทางและสถานที่เนื่องจากมีประวัติการก่อความไม่สงบ ดังนั้นการวางแผนในการเดินทางเป็นส่วนสำคัญสำหรับประชาชนที่ต้องการเดินทางเข้าออกในพื้นที่จังหวัดปัตตานี จำเป็นจะต้องมีการวางแผนการเดินทางซึ่งตรงส่วนนี้ประชาชนขาดข้อมูลสถานที่และระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นและเส้นทางการเดินทางที่เป็นไปได้ สำหรับการตัดสินใจในการวางแผนการเดินทาง

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือสำหรับการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด หากแต่อาจไม่เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเสมอไป คณะผู้วิจัยได้ทดลองใช้เครื่องมือสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด คือ Ant System Algorithm (ขั้นตอนวิธีระบบมด) โดยนำมาประยุกต์กับการพัฒนา “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม กรณีศึกษาเส้นทางในจังหวัดปัตตานี” ซึ่งระบบจะพัฒนาในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและนำ Google Map มาใช้ร่วมในการแสดงผล

2.หลักการพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ Ant System Algorithm

2.1 พฤติกรรมการหาอาหารของมด

โดยธรรมชาติของมด มดจะพยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากรังมด (N) ไปยังแหล่งอาหารของมด (F) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แบบจำลองพฤติกรรมการหาอาหารของมด

โดยหลักการของมด มดจะอาศัยสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (Pheromone) [1], [2], [3], [4] ที่มดตัวก่อนหน้าได้ทิ้งร่องรอยไว้บนพื้น เมื่อมดตัวหลังเดินตามมาก็จะมีการทิ้งร่องรอยฟีโรโมนลงบนพื้นอีก ซึ่งจากเหตุผลนี้ฟีโรโมนจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญในการหาเส้นทางจากแหล่งอาหารกลับไปยังรังของมด และอธิบายพฤติกรรมของมดโดยใช้ข้อมูลปริมาณของฟีโรโมนในการค้นหาเส้นทางจากรังมดไปยังแหล่งอาหารของมด

2.2 ขั้นตอนวิธีระบบมด

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 กระบวนการกำหนดเส้นทางของมด

ในระบบมดการที่จะสร้างเส้นทางเดินหรือสร้างคำตอบได้นั้น เริ่มแรกมดจะทำการสุ่มเลือกโหนด (โหนดคือเมืองหรือจุดตำแหน่งที่สำคัญ) เริ่มต้นขึ้นมาก่อน ซึ่งการเลือกโหนดแต่ละครั้งจะใช้กฎความน่าจะเป็น (Probability) [1], [2], [4] ที่จะเลือกโหนดถัดไปที่เรียกว่า “กฎการสุ่ม” โดยใช้ความน่าจะเป็น (Random Proportional Rule) ซึ่งความเป็นไปได้ขณะที่มดอยู่โหนดนั้น โดยพิจารณาจากการหาค่าความเป็นไปได้ขณะที่มดตัวที่ k ณ โหนด i จะเลือกโหนดถัดไปคือ j ดังสมการที่ 1

$$P_{ij}^{k} = \frac{[\tau_{ij}]^{\alpha}[\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{\in N_i^k}[\tau_{ij}]^{\alpha}[\eta_{ij}]^{\beta}} \text{ถ้า } j \in N_i^k \qquad (1)$$

กำหนดให้

α คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณฟีโรโมน

β คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของการสุ่มอย่างมีเหตุผล

η คือ ค่าถ่วงน้ำหนักอย่างมีเหตุผล

N_i^k คือ จำนวนโหนดทั้งหมดของโหนด i สำหรับมดตัวที่ k

k คือ มดตัวที่

τ คือ ฟีโรโมน

i คือ ตำแหน่งโหนดที่มดยืน

j คือ ตำแหน่งโหนดถัดไปที่มดเลือก

เมื่อ $\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$ เป็นค่าของข้อมูลที่ใช้สุ่มเลือกโหนดอย่างมีเหตุผล α และ β เป็นค่าที่ใช้สำหรับถ่วงน้ำหนัก (Weight) ให้กับพารามิเตอร์ปริมาณฟีโรโมน (Pheromone : τ) [1], [2], [4] และค่าถ่วงน้ำหนักอย่างมีเหตุผล (Heuristic Information : η) และ N_i^k คือ จำนวนโหนดทั้งหมดที่อยู่รอบๆเมือง i และมดตัวที่ k สามารถที่จะเลือกเดินไปได้ ซึ่งโดยปกติ การเลือกเมืองถัดไปจะมีค่ามากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณฟีโรโมน (α) และค่าถ่วงน้ำหนักของการสุ่มอย่างมีเหตุผล (β) ถ้า α = 0 เมืองถัดไปมีความเป็นไปได้ที่มีโอกาสเลือกมากกว่าโหนดอื่นๆ แต่ถ้า α > 1 จะได้ผลเฉลยที่ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดและในขณะที่ β = 0 ซึ่งจะหมายความว่ามดจะใช้เพียงค่าฟีโรโมน (τ_{ij}) เท่านั้น มาใช้ในการเลือกโหนดถัดไป และเมื่อได้ค่าความน่าจะเป็นจากสมการที่ 1 จะนำค่าที่ได้ไปใช้ในการกำหนดเส้นทางไปยังเมืองถัดไป โดยมีกฎการเลือก คือ กฎการคัดสรรโดยใช้วงล้อเสี่ยงทาย (Roulette Wheel Selection Rule) ขั้นตอนการทำงานของวงล้อเสี่ยงทายที่ประยุกต์ใช้กับระบบมดนั้นเริ่มจากการใช้ กฎการสุ่มโดยใช้ความน่าจะเป็นหรือสมการที่ 1 เพื่อหาค่าความเป็นไปได้ของ

ทุกเส้นทางที่มด k จะเลือกเส้นทางจากเมือง i ไปยังเมือง j หลังจากนั้นก็นำค่าความเป็นไปได้ทั้งหมดของเส้นทางมาหาค่าขนาดความกว้างของวงล้อเสี่ยงทาย โดยจะกำหนดให้จำนวนของวงล้อเสี่ยงทายมีจำนวนเท่ากับจำนวนความเป็นไปได้ของเส้นทางที่มีโอกาสจะถูกมดเลือก

2.2.2 การเพิ่มร่องรอยของฟีโรโมน

เมื่อมดทุกตัวได้เดินทางครบทุกโหนดแล้วก็จะสามารถหาค่าระยะทางทั้งหมดของมดแต่ละตัวได้ ซึ่งในขั้นตอนวิธีระบบมด นั้นจะกำหนดให้มดแต่ละตัวมีการเพิ่มปริมาณฟีโรโมน [1], [2], [4] บนเส้นทางของมดทุกๆตัวหลังจากที่ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆ มา พร้อมกับมีการระเหยของฟีโรโมนในทุกๆเส้นทางด้วย ซึ่งสมการการระเหยของฟีโรโมน ดังสมการที่ 2

$$\tau_{ij} = (1-\rho)\tau_{ij} \,, \forall_{i,j} \in L \qquad (2)$$

กำหนดให้

ρ คือ อัตราการระเหยของฟีโรโมน

L คือ ค่าระยะทางทั้งหมดของมดแต่ละตัว

เมื่ออัตราการระเหยของฟีโรโมน (ρ) มีค่าระหว่าง 0 < ρ < 1 ดังสมการข้างต้น เพื่อให้เป็นการหลีกเลี่ยงการสะสมของฟีโรโมนบนเส้นทางที่มีมากเกินไป เมื่อมีการระเหยของฟีโรโมนแล้วก็ต้องมีการปรับปรุงปริมาณฟีโรโมน (Update Pheromone) [1], [2], [4] บนเส้นทางของมดแต่ละตัวที่ได้เดินมา ดังสมการที่ 3

$$\tau_{ij} = \tau_{ij} + \sum_{k=1}^{m} \Delta\tau_{ij}^{k} \,, \forall_{i,j} \in L \qquad (3)$$

เมื่อ คือ ปริมาณของฟีโรโมนที่มดตัวที่ k จะเพิ่มให้กับเส้นทางที่ได้เดินผ่านมาแล้ว โดยที่ปริมาณของฟีโรโมนที่มดตัวที่ k ที่จะเพิ่มให้กับเส้นทาง สามารถหาได้จากสมการที่ 4

$$\Delta\tau_{ij}^{k} = \begin{cases} \frac{1}{c^k} \,, if\ arc(i,j)\ belong\ to\ T^k \\ 0 \,, otherwise \end{cases} \qquad (4)$$

T^k คือ เป้าหมายโหนดปลายทางของมดตัวที่ k

เมื่อ C^k เป็นผลเฉลยหรือระยะทางทั้งหมดของมดตัวที่ k ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆ ซึ่งคำนวณได้จากระยะทางระหว่างโหนดไปจนถึงแหล่งอาหารหรือเป้าหมายซึ่งก็คือ T^k หากโหนดใดที่มดไม่ผ่านให้มีค่าเป็น 0 ตามสมการที่ 4

2.3 การประยุกต์ใช้ Ant System Algorithm

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด กรณีศึกษาเส้นทางในจังหวัดปัตตานีได้มีปัจจัยต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องสำหรับการนำเสนอเส้นทางให้กับผู้ใช้ เช่น สถานที่สำคัญที่ผู้ใช้ไม่ต้องการผ่านและระดับความปลอดภัย เป็นต้น ซึ่งระดับความปลอดภัยพิจารณาจากประวัติการเกิดเหตุการณ์ความไม่สงบในจังหวัดปัตตานีของแต่ละเส้นทาง ซึ่งจะมีการประยุกต์ ขั้นตอนวิธีระบบมด ดังต่อไปนี้

เส้นทางผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ 4 สมการของขั้นตอนวิธีระบบมด ทั้งหมดทุกๆเส้นทางจะทำการกรองผลเฉลยเพื่อจัดเรียงผลเฉลยตามลำดับของเงื่อนไขผู้ใช้ คือ ระยะทาง ระดับความปลอดภัย และเงื่อนไขที่ผู้ใช้ไม่ต้องการผ่านเส้นทางต่างๆ เช่น เส้นทางถนนสายรอง ซึ่งการได้มาของข้อมูลที่ใช้พิจารณาสามารถทำได้โดยการกรองผลเฉลยจาก 2 ปัจจัย คือ ค่าความปลอดภัย และ เส้นทางที่ผู้ใช้ไม่ต้องการผ่าน สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ค่าความปลอดภัย

เมื่อได้ผลเฉลยของระยะทางทั้งหมดของทุกๆเส้นทางจะทำการคำนวณระดับความปลอดภัย [5] โดยการตรวจสอบค่า C^k ของแต่ละเส้นทาง ระหว่างโหนดจากต้นทางไปยังปลายทางนั้นๆ โดยระดับความปลอดภัยสามารถคำนวณได้จากความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทาง ซึ่งทำการตรวจสอบจากการเดินผ่านแต่ละโหนด(τ_{ij}) และนำระดับความปลอดภัยทั้งหมดมาสรุปของแต่ละเส้นทางเพื่อได้มาซึ่งผลเฉลยของระดับความปลอดภัยของแต่ละเส้นทาง

2.3.2 เส้นทางที่ไม่ต้องการผ่าน

เมื่อได้ C^k เป็นผลเฉลยหรือระยะทางทั้งหมดของมดตัวที่ k ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆ จะทำการลบเส้นทางผลเฉลย C^k ที่มีจุดสำคัญที่ไม่ต้องการผ่าน ออกไปจากผลเฉลยทั้งหมด

เมื่อสามารถหาค่าระดับความปลอดภัยและลบเส้นทางที่ไม่ต้องการผ่านได้แล้วระบบจะทำการจัดเรียงลำดับผลลัพธ์ตามเงื่อนไขของผู้ใช้ เพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทาง

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด กรณีศึกษา

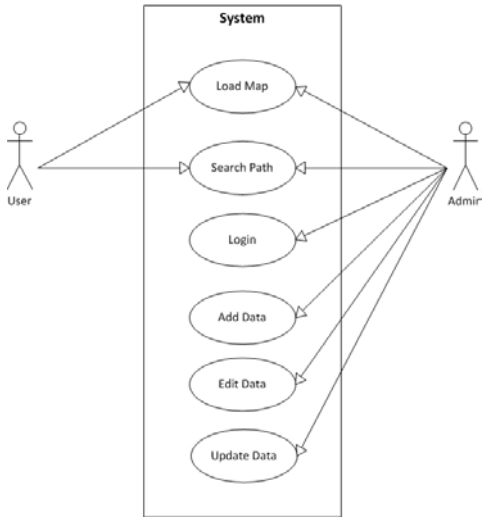
เส้นทางในจังหวัดปัตตานี แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูล ได้แก่ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับของลำดับขั้นตอนวิธีในการทำงาน โดยหลักการวิธีขั้นตอนระบบมดและวิธีการค้นหาเส้นทางที่สั้นสุดแบบอื่นๆ รวมทั้งค้นหาข้อมูลเหตุการณ์ความไม่สงบหรือความรุนแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทางเช่น การวางเพลิง การวางระเบิด การยิง เป็นต้นโดยมีแหล่งข้อมูลมาจากฐานข้อมูลข่าวจังหวัดชายแดนภาคใต้ ข้อมูลมีการอธิบายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งระบุสถานที่ วันที่ เวลาและสถานที่เกิดเหตุ [6] และศึกษาข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ อันได้แก่ การใช้งาน Google Map API และ การประยุกต์ใช้งานฐานข้อมูล

3.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ระบบ

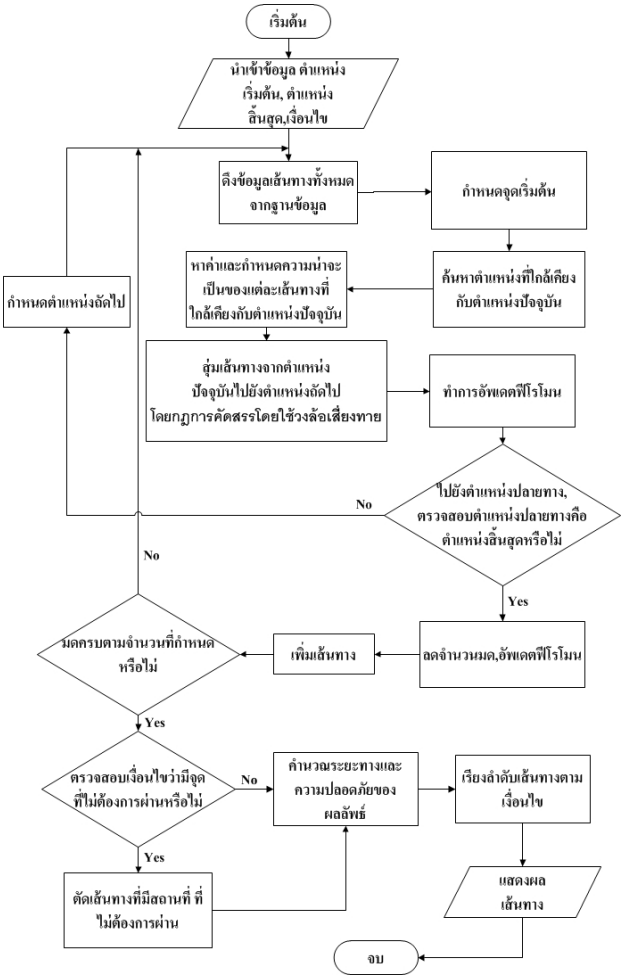
รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับความต้องการ เพื่อจุดประสงค์ในการหาข้อสรุปที่ชัดเจนในด้านความต้องการ (Requirements) ระหว่างผู้พัฒนากับผู้ใช้งาน และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ ได้แก่ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ข้อมูลที่เข้ามาภายในระบบ สามารถแสดงออกมาได้โดยใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language : UML) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพยูเอ็มแอลของระบบ

3.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบการทำงานของระบบสำหรับค้นหาเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมดสามารถอธิบายผังการทำงานได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนภาพการออกแบบระบบ

3.4 การพัฒนาระบบ

พัฒนาด้วยภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL โดยมีสถาปัตยกรรมระบบ ดังภาพที่ 4

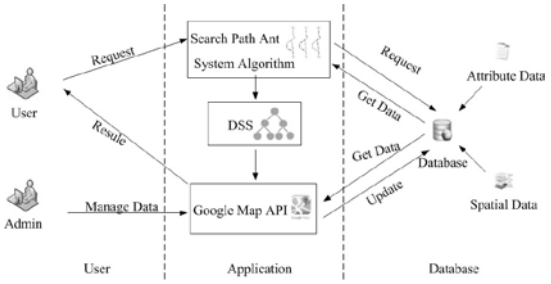
Database เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Attribute Data เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น ชื่อถนน ชื่อสถานที่ต่างๆ และ Spatial Data เป็นข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เช่น ตำแหน่ง สถานที่พิกัด เป็นต้น

User ทำการส่ง Request ผ่าน Application ซึ่งประกอบด้วย จุดเริ่มต้น, จุดปลายทางและเงื่อนไข ซึ่งเงื่อนไขประกอบด้วย

3 ข้อมูล คือ สถานที่สำคัญที่ผู้ใช้ไม่ต้องการผ่าน ระยะทาง และ ความปลอดภัย

จากนั้น ระบบทำการเรียกใช้ฟังก์ชันค้นหาเส้นทาง โดยใช้ Ant System Algorithm สำหรับค้นหาเส้นทาง ซึ่งใช้ข้อมูลพิกัดประกอบไปด้วยละติจูดและลองติจูด จากฐานข้อมูล เมื่อได้ผลลัพธ์เส้นทางทั้งหมดจะทำการจัดลำดับเส้นทางตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องการ (ระยะทางหรือความปลอดภัย) เพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้(DSS) ในการเลือกเส้นทางสำหรับการเดินทางและทำการแสดงผลลัพธ์ทั้งหมดให้กับ User โดยใช้ Google Map API ในการแสดงแผนภาพเส้นทาง

Admin มีหน้าที่จัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือเส้นทางต่างๆในจังหวัดปัตตานีและเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในจังหวัดปัตตานี โดยผ่าน Application ซึ่งใช้ Google Map API ในการจัดการข้อมูล



ภาพที่ 4: แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบ

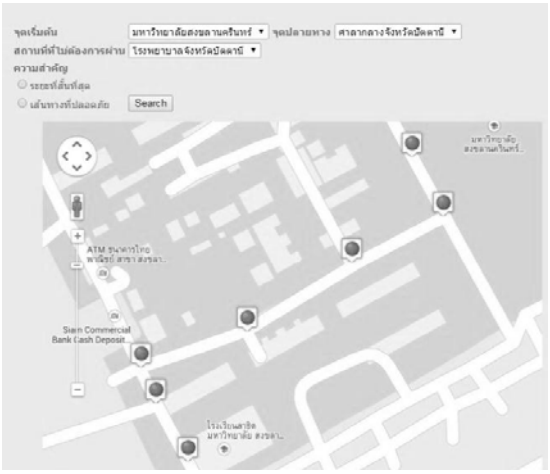
4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด กรณีศึกษาเส้นทางในจังหวัดปัตตานี โดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมด ซึ่งระบบแบ่งขอบเขตความสามารถในการนำไปใช้งานได้ตามกลุ่มผู้ใช้ดังนี้

4.1 กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป (User)

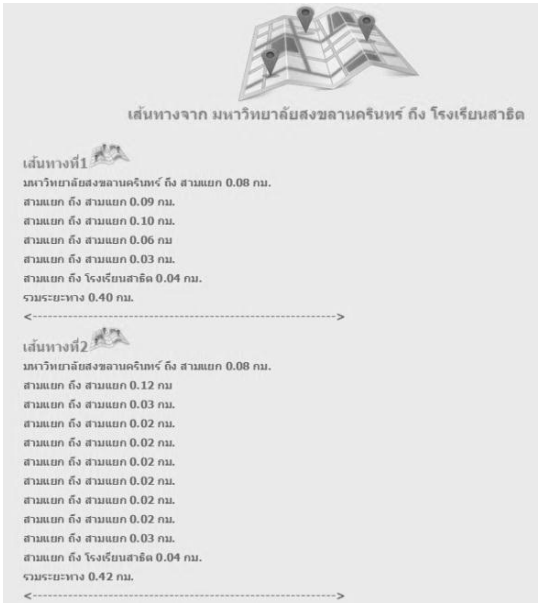
ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้งานประเภทนี้สามารถดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1.1 User สามารถค้าหาเส้นทางโดยเลือกจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางและ กำหนดระบุเงื่อนไขประกอบด้วย สถานที่สำคัญที่ผู้ใช้ไม่ต้องการผ่าน และ รูปแบบที่เหมาะสมที่ต้องการค้นหาจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ระยะทาง และ ความปลอดภัย ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอรับข้อมูลสำหรับค้นหาเส้นทาง

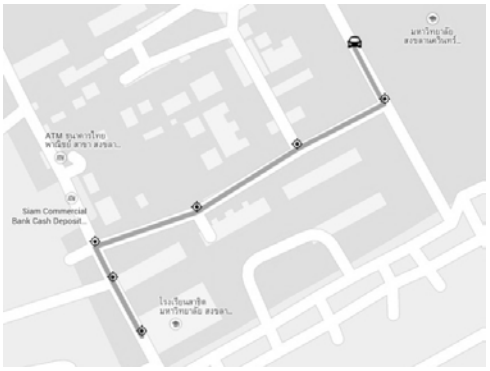
ระบบจะแสดงรายละเอียดเส้นทางทั้งหมดโดยระบบจะทำการสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้ใช้งานโดนการเรียงลำดับเส้นทางตามเงื่อนไขของผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: หน้าจอการแสดงรายละเอียดเส้นทางทั้งหมด

ระบบจะทำการแสดงรายละเอียดของแต่ละเส้นทางเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลของแต่ละเส้นทางได้ชัดเจน เมื่อผู้ใช้ทราบรายละเอียดของแต่ละเส้นทาง ผู้ใช้สามารถกดปุ่มเพื่อดู

แผนที่ของแต่ละเส้นทางได้ เช่น เส้นทางที่ 1 ระบบทำการแสดงเส้นทางลงบน Google Map ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ตัวอย่างแสดงผลลัพธ์ของการค้นหาเส้นทาง

5. ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

5.1 ปัญหาอุปสรรค

5.1.1 การกำหนดข้อมูลสถานที่เส้นทางจำเป็นต้องระบุชื่อเส้นทางถนนต่างๆ อย่างละเอียดซึ่งข้อมูลส่วนนี้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้การแสดงข้อมูลไม่มีความละเอียดเพียงพอในการแสดงชื่อถนนแต่ละแยก

5.1.2 การกำหนดข้อมูลพิกัดและระยะทางของถนนแต่ละเส้นทาง ต้องพยายามกำหนดจุดให้เป็นเส้นทางเพื่อความง่ายในการแสดงผลเส้นทางในกรณีที่ถนนมีทางแยกจำนวนมากจำเป็นต้องใช้ความละเอียดค่อนข้างสูงในการกำหนดพิกัดเพื่อลดความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดในการคำนวณระยะทาง

5.1.3 ใช้เวลาในการตรวจสอบความถูกต้องค่อนข้างมากโดยขึ้นอยู่กับจำนวนโหนดหรือตำแหน่งแยกเส้นทาง เนื่องจากเมื่อระบบทำการค้นหาเส้นทางแล้วจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ ซึ่งขั้นตอนวิธีระบบมดจะต้องให้มดทุกตัวเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางจึงจะคำนวณตรวจสอบความถูกต้องได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมดครั้งต่อไป ควรเพิ่มปัจจัยการค้นหาเส้นทาง ได้แก่ สถานที่ที่ไม่ต้องการผ่านเส้นทางที่เกิดเหตุการณ์ความไม่สงบ รวมทั้งสภาพการจราจร สภาพพื้นผิวถนน และความกว้างของถนน เป็นตัวแปรในการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเข้าไปในสมการขั้นตอนวิธีระบบมดในสมการที่ 1 ซึ่งขั้นตอนวิธีระบบมดสามารถเพิ่มลดปัจจัยต่างๆ ในการค้นหาเส้นทางได้ ซึ่งจะทำให้ระบบมีการทำงานที่เร็วกว่าเดิม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับข้อมูลเส้นทางแผนที่จากศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 และหน่วยวิจัยการจัดการความรู้และเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย

เอกสารอ้างอิง

[1] E. Bonabeau, M. Dorigo and G. Theraulax, SwarmIntelligence From Natural to Artificial Intelligence, Oxford University Press: New York, 1999.

[2] M.Dorigo and T.Stutzle, “Ant Colony Optimization,”A Bradford Book, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2004.

[3] ฐิตินนท์ ศรีสุวรรณดี และ ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, "การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการอาณานิคมมด กรณีศึกษา บริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด" วารสารวิจัย มข., เล่มที่ 17, เลขที่ 5, หน้าที่ 706-714, 2012.

[4] กิตติเดช วงศ์ศักดิ์ และ เกียรติศักดิ์ โยชะนัง, “ระบบค้นหาเส้นทางหลักที่สั้นที่สุดและเส้นทางรองโดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมด” The National Conference on Computing and Information Technology, มหาสารคาม, ไทย, มิถุนายน 3-5, 2553.

[5] ทวีป จันทร์เจริญ และอรจิรา สิทธิศักดิ์, “การประยุกต์ใช้การประยุกต์ขั้นตอนวิธีระบบมดกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม กรณีศึกษา เส้นทางในจังหวัดปัตตานี ใน : International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 31 กรกฎาคม 2557, โรงแรมภูแมนขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น, 2557, หน้าที่ 61-66.

[6] มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, “ฐานข้อมูลข่าวจังหวัดชายแดนภาคใต้” ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2557, จาก http://wbns.oas. psu.ac.Th/.

การพัฒนาฐานความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ด้วยวิธีการเชิงความหมาย
Using Semantic Approach for Developing Learning Object Knowledge Base

โกณจนาท จันทวงศ์(Konjanat Jantawong)[1] และนพมาศ ปักเข็ม(Noppamas Pukkhem)[2]
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
[1]k.konjanat@hotmail.com, [2]noppamas@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ด้วยวิธีการเชิงความหมาย เพื่อแก้ปัญหาการนำวัตถุการเรียนรู้กลับมาใช้ใหม่และการวางแผนการสอนในรายวิชาที่มีการใช้เนื้อหาร่วมกัน ภายใต้ขอบเขตในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ตามแนวทางของ ACM Computer Science Curricula โดยได้นำเสนอสถาปัตยกรรมระบบ วิธีการแปลงคำอธิบายให้อยู่ในรูปเชิงความหมาย การสร้างฐานความรู้ด้วยออนโทโลยี และกระบวนการทดสอบฐานความรู้จากผลการดำเนินงานสอบถามด้วยภาษา SPARQL Query พบว่าฐานความรู้ให้ผลลัพธ์ได้ถูกต้องตรงตามความหมายที่ออกแบบไว้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบ Learning Management System เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการจัดการเรียนการสอนต่อไป

คำสำคัญ: วัตถุการเรียนรู้ ออนโทโลยี เมตาดาต้า
เว็บเชิงความหมาย

Abstract

This work is focused on developing Learning Object knowledge base by using a semantic approach. In computer science domain with ACM Computer Science Curricular, this proposed work was aimed at facilitating reusability, interoperability of Learning Object and also provide support for teaching planning in different courses. The system architecture consists of semantic mapping process, the knowledge base creation process and the knowledge base evaluation process. The inferenced results, using SPARQL query language, of this study shows the consistent with our learning object knowledge base. Therefore this knowledge base displays efficiency and could be applied for developing Learning Management System in further educational research.

Keywords: Learning Object, Ontology, Metadata, Semantic-Web.

1. บทนำ

การเรียนการสอนในปัจจุบันนิยมใช้สื่อในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว การถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ต่างๆ มักถูกจัดการด้วยระบบที่เรียกว่า อีเลิร์นนิง (e-Learning) ซึ่งสามารถเรียนได้จากที่ไหนและเวลาใดก็ได้ตลอดเวลา อีเลิร์นนิงจะถูกบริหารจัดการโดยซอฟต์แวร์ (Learning Management System : LMS) ที่ใช้บริหารจัดการการเรียนการสอนในการจัดการเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยสื่อที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ร่วมกับ LMS คือ วัตถุการเรียนรู้ (Learning Object : LO) เป็นสื่อซึ่งเป็นหน่วยการสอนขนาดเล็กที่อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่จะมีความเป็นอิสระภายในตัวเองทำให้เกิดบทเรียนใหม่ซึ่งเป็นการสนับสนุนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable)

ในปัจจุบันมีการสร้างวัตถุการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนร่วมกับระบบ LMS เป็นจำนวนมาก ปัญหาที่พบคือการใช้งานวัตถุการเรียนรู้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ การสร้างวัตถุการเรียนรู้ที่ไม่ได้คำนึงถึงคุณสมบัติของการนำกลับมาใช้ใหม่ การจัดเก็บอย่างไม่เป็นระบบ รวมไปถึงยังขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ทำให้มีการสร้างวัตถุการเรียนรู้มีความซ้ำซ้อนหรือมีขนาดที่ไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้มีปัญหาในการสืบค้นให้ตรงกับความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียน รวมไปถึงการนำเสนอ วัตถุการเรียนรู้อื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน

เพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้นงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ด้วยวิธีการเชิงความหมายและสร้างเมทาเดตาที่มีความจำเพาะเจาะจงสำหรับขยายส่วนการอธิบายจากมาตรฐานของ LOM และทดสอบความถูกต้องของฐานความรู้ด้วยภาษา SPARQL

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัตถุการเรียนรู้และการสร้างการอธิบาย

2.1.1 วัตถุการเรียนรู้ (Learning Object) เป็นหน่วยการสอนที่มีขนาดเล็กอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น วีดิโอ ข้อความ รูปภาพ เป็นต้น โดยวัตถุการเรียนจะมีความเป็นอิสระสามารถผสมผสานเพื่อให้เกิดบทเรียนใหม่ภายใต้วัตถุประสงค์เดิม [1]

2.1.2 เมตาดาต้า (Metadata) คือข้อมูลที่มีโครงสร้างใช้สำหรับอธิบายลักษณะหรือคุณสมบัติของทรัพยากรต่างๆ เช่น ชื่อ ผู้เขียน หรือ คำสำคัญ เป็นต้น ซึ่งทำให้ง่ายต่อการจัดการและเข้าถึง และช่วยในเรื่องของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการจัดระเบียบทรัพยากรสำหรับการแบ่งปันและระบุตัวทรัพยากรพร้อมทั้งสนับสนุนการจัดเก็บและดูแลรักษา ในเดือนมีนาคมปี 1995 มีการนำเสนอมาตรฐานของเมตาดาต้าชื่อว่า ดับลินคอร์ (Dublin Core : DC) [2] เป็นมาตรฐานที่ประกอบด้วย 15 องค์ประกอบ ที่มีมีประโยชน์สำหรับการใช้งานทั่วไปซึ่งไม่ได้มีคุณลักษณะที่ใช้อธิบายมุมมองทางด้านการเรียนการสอน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเมตาดาต้าสำหรับใช้อธิบายทรัพยากรทางด้านการเรียนสอนอย่างเช่น มาตรฐานของวัตถุการเรียนรู้ (Learning Object Metadata : LOM) [3] คือรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ภาษา XML ในการอธิบายวัตถุการเรียนรู้ ซึ่ง LOM แบ่งออกเป็น 9 หมวด ดังนี้ 1. คำอธิบายทั่วไป (General) 2. วงจรชีวิต (Lifecycle) 3. ข้อมูลของเมตาดาต้า (Meta-metadata) 4. รูปแบบทางด้านเทคนิค (Technical) 5. คำอธิบายเชิงการศึกษา (Educational) 6. สิทธิ์การใช้งาน (Rights) 7. ความสัมพันธ์ (Relation) 8. คำอธิบายประกอบ (Annotation) และ 9. การแยกประเภท (Classification)

2.2 เว็บเชิงความหมายและออนโทโลยี

เว็บเชิงความหมายเป็นส่วนขยายของเว็บในปัจจุบัน ซึ่งเว็บเชิงความหมายเป็นการจัดการข้อมูลโดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในระดับของเมตาดาต้า [4], [11] ผลที่ได้จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายของข้อมูลโดยเทคโนโลยีที่สำคัญในการพัฒนาแนวความคิดเว็บเชิงความหมายให้เป็นจริง อย่างเช่น ภาษา XML และภาษา RDF ภาษาสำหรับเว็บเชิงความหมาย OWL ที่พัฒนาโดยองค์กร W3C

ออนโทโลยีเป็นการบรรยายถึงแนวคิดหรือความรู้ที่อธิบายขอบเขตของเรื่องที่สนใจในรูปแบบคำศัพท์โดยการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ [5] ในรูปแบบของคลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relation) และคุณสมบัติของคลาส (Properties)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

I-Ching Hsu [6] ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาวัตถุการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ LOFinder สำหรับการค้นหาวัตถุการเรียนรู้ผ่านตัว Agent ของระบบโดยจะอนุมานจากกฎที่เขียนขึ้นเพื่อค้นหาวัตถุการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องออกมาแสดงให้ผู้ใช้ทราบ งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ LOM-based, Ontology-based และ Rule-based

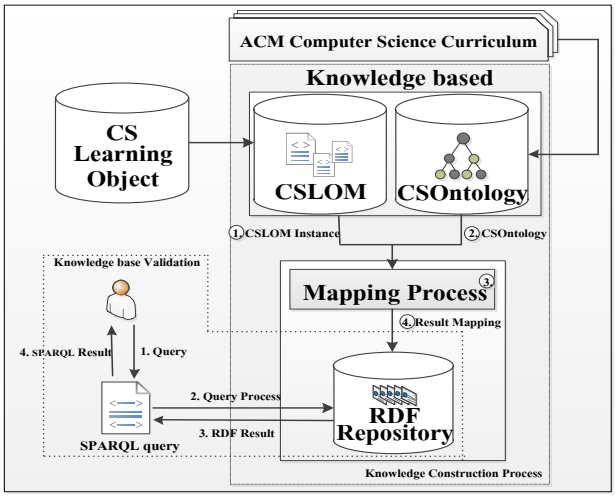
Liu [7] ได้นำเสนอระบบที่สามารถล่วงรู้บริบทหรือได้ล่วงหน้าโดยการนำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อหาความเหมาะสมต่อสถานการณ์ตามสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนบริบททางสภาพแวดล้อมแบบไดนามิกและจะสรุปสถานการณ์ ณ ขณะนั้นโดยอาศัยภาษา SWRL ในการกำหนดกฎของการอนุมานเพื่อหาข้อสรุป

André และคณะ [8] นำเสนอการจัดการองค์ความรู้ที่ได้จากเครื่องมือต่าง ๆ เช่น วิกิพีเดีย เว็บหรือบอร์ด ต่างๆ ที่สนับสนุนการทำงานร่วมกัน แต่ยังไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการให้ผลลัพธ์ตามลักษณะเฉพาะที่องค์กรต้องการ โดยการนำเสนอออนโทโลยี (Ontology for Organizational Learning Objects : OOLO) เพื่อจัดการวัตถุการเรียนรู้บนมาตรฐาน LOM

3. สถาปัตยกรรมของระบบการพัฒนาฐานความรู้

3.1 สถาปัตยกรรมของฐานความรู้

การพัฒนาฐานความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ด้วยวิธีการเชิงความหมายมีสถาปัตยกรรมที่เรียกว่า Computer Science Learning Object-Knowledge based ประกอบด้วยออนโทโลยี (CSOntology) ที่ออกแบบตาม ACM Computer Science Curricula 2013 [7] มีเมตาดาต้า (CSLOM) สำหรับอธิบายวัตถุการเรียนรู้ของวิทยาการคอมพิวเตอร์ (CSLearning Object) และเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับโครงสร้างด้วยกระบวนการเชื่อมโยง (Mapping Process) ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบไฟล์ RDF สุดท้ายจะทดสอบความถูกต้องของฐานความรู้ด้วยภาษา SPARQL ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 1

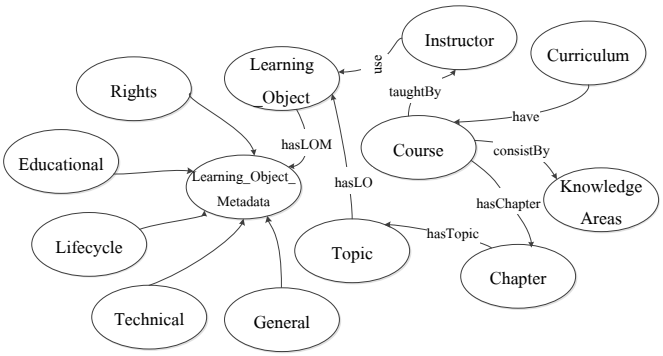


ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมของฐานความรู้ CSLO-Knowledge based

จากภาพที่ 1 ฐานความรู้มีการทำงานหลักด้วยกัน 2 ส่วนคือ กระบวนการสร้างฐานความรู้และกระบวนการทดสอบฐานความรู้โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 กระบวนการสร้างฐานความรู้ (Knowledge base Construction Process) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1.1.1 การสร้าง CSOntology มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ออนโทโลยีเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ให้กับข้อมูลของวัตถุการเรียนรู้สำหรับค้นหารายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมได้ดังภาพที่ 2 โดยใช้กรณีศึกษาของ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ซึ่งกำหนดขอบเขตโดยการตั้งคำถาม (Competency Question) มีการตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของออนโทโลยีด้วยภาษา SPARQL



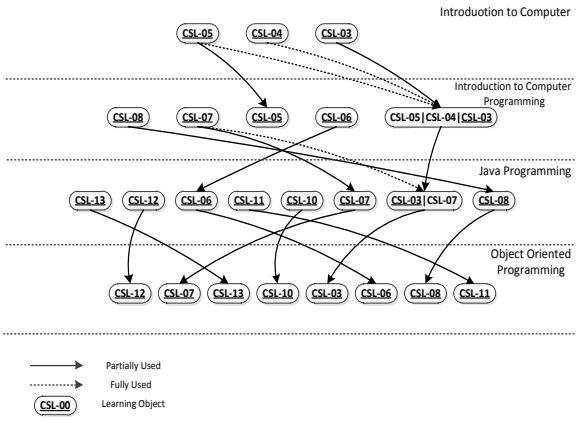
ภาพที่ 2: ออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ CSontology

จากภาพที่ 2 ในแต่ละคลาสจะมีความสัมพันธ์กับคลาสอื่นๆ อย่างเช่น คลาสรายวิชาเรียน (Course) จะมีความสัมพันธ์ (taughtBy) กับคลาสอาจารย์ผู้สอน (Instructor) ซึ่งหมายถึงรายวิชาในหลักสูตรจะถูกสอนโดยอาจารย์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดความสัมพันธ์ของ Domain และ Range จะแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงคลาสและความสัมพันธ์ภายใน CSontology

Domain	ObjectProperty	Range
Course	taughtBy	Instructor
	consistBy	Knowledge Areas
	hasChapter	Chapter
Curriculum	have	Course
Chapter	hasTopic	Topic
Topic	hasLO	Learning_Object
Instructor	use	Learning_Object
Learning_Object	hasLOM	Learning_Object _Metadata

ขั้นต่อมาคือการวิเคราะห์การเชื่อมโยงความสัมพันธ์บทเรียนต่างๆ ภายในรายวิชาที่อ้างอิงตามหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Programming Languages : PL) ของ ACM โดยศึกษาและเปรียบรายวิชาตามโครงสร้างหลักสูตรจากรายวิชาที่สัมพันธ์กัน จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตามการใช้งานวัตถุการเรียนรู้ ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการเชื่อมโยงวัตถุการเรียนรู้ระหว่างรายวิชาต่างๆ



ภาพที่ 3: แสดงการเชื่อมโยงของวัตถุการเรียนในแต่ละรายวิชา

3.1.1.2 ขั้นตอนการนำเมตาดาต้ามาประยุกต์ใช้งาน ซึ่ง CSLOM นั้นจะอาศัยมาตรฐานของ LOM สำหรับอธิบายวัตถุการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 หมวดคือ 1. คำอธิบายทั่วไป 2. วงจรชีวิต 3. รูปแบบด้านเทคนิค 4. คำอธิบายในเชิงการศึกษา และ 5. สิทธิ์ในการใช้ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังมีการเพิ่มเมตาดาต้าที่จำเป็นในการอธิบายข้อมูลที่มีความเจาะจงเฉพาะสาขาเข้าไปด้วย เพื่อช่วยในการค้นหา จำแนกหรือจัดกลุ่มและที่สำคัญจะช่วยอธิบายวัตถุการเรียนรู้ภายในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้อย่างครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เช่น ประเภทของกลุ่มรายวิชา (groupType) ซึ่งเป็น Extend Metadata เป็นคุณสมบัติที่เพิ่มเข้ามาสำหรับอธิบายกลุ่มในรายวิชาของวัตถุการเรียนรู้โดยสามารถจำแนกได้ว่าวัตถุการเรียนรู้นั้นอยู่ในกลุ่มไหนตามหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOMv1p0">
 <general>
  <title>history of computing</title>
   <language>en</language>
   <description>
    <string language="en">เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น</string>
   </description>
   <keyword>
    <string language="en">history</string>
   </keyword>
   <keyword>
    <string language="en">computer</string>
   </keyword>
  </general>
</lom>
```

ภาพที่ 4: ตัวอย่างเอกสาร XML ของวัตถุการเรียนรู้

3.1.1.3 ขั้นตอน Mapping Process เป็นกระบวนการเชื่อมโยง ค่าตัวอย่างข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบของ LOM XML เข้ากับโครงสร้าง CSOntology โดยมี 3 ขั้นตอนหลักในการดำเนินการเชื่อมโยงได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ของกระบวนการ Mapping Process เป็นเปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูลของทั้ง CSLOM และ CSOntology ที่อยู่ในรูปแบบ XMLSchema และ OWL

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบโครงสร้างระหว่าง XSD กับ OWL

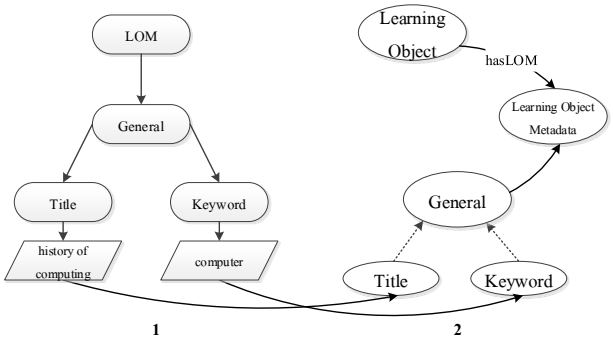
XSD	OWL		
	Type	Domain	Range
element@name, complexType (root)	owl:class, owl:Object Property	Class name	Child name
simpleType| element@type	owl:class, owl:Datatype Property	Attribute name	Datatype
element@name, complexType	owl:class, owl:Object Property	Class name	Child name
element@ref	owl:class, owl:Datatype Property	Attribute name	Datatype

จากตารางที่ 2 สามารถยกตัวอย่างได้ว่า ถ้ามี XSD มีรูปแบบเท่ากับ element@ref นั้นหมายถึง อิลิเมนต์ที่มีการอ้างอิงค่าไปยังค่าที่ถูกกำหนดไว้ในอิลิเมนต์อื่น อย่างเช่น <xs:element name="value" type="levelType"/> ความหมายก็คือมีการอ้างอิงค่า levelType ในอิลิเมนต์ที่ชื่อว่า Value โดยค่าของ levelType นั้นจะถูกกำหนดอยู่ในอิลิเมนต์อื่นที่มี levelType เหมือนกัน ให้ทำการเปรียบเทียบกับ OWL Type ที่เป็นคลาส หรือ ค่าของคุณสมบัติในคลาสนั้น (DatatypeProperty) โดยมีโดเมน (Domain) เป็นชื่อแอตทริบิวต์และมีเรนจ์ (Range) เป็นประเภทข้อมูลตามตารางที่ 2

```
<DatatypeProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/ontologies/LOM#exLevel">
      <rdfs:domain
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/ontologies/LOM#Educational"/>
      <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
```

ภาพที่ 5: แสดงค่าของคุณสมบัติภายใน CSOntology

ขั้นตอนที่ 2 ของกระบวนการ Mapping Process เป็นการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ XML Data ให้เป็นค่าตัวอย่างข้อมูลตามโครงสร้างของ OWL โดยการแปลงต้องมีการเปรียบเทียบโครงสร้างทั้ง XSD และ OWL ก่อน [10] เพราะไม่สามารถพิจารณาเอกสาร XML กับ OWL ได้โดยตรง



ภาพที่ 6: การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปโครงสร้าง OWL

จากภาพที่ 6 ส่วนที่ 1 คือเอกสาร XML จะอยู่ในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้ ส่วนที่ 2 เป็นโครงสร้างของ OWL อยู่ในรูปแบบของกราฟโดยทั้ง 1 และ 2 จะถูกเปรียบเทียบ เพื่อให้ทราบว่าส่วนใดควรเป็น Class ObjectProperty หรือ DatatypeProperty แล้วจึงจะสามารถแปลงข้อมูลจากส่วนที่ 1 ไปเป็นค่าข้อมูลในส่วนที่ 2 ได้

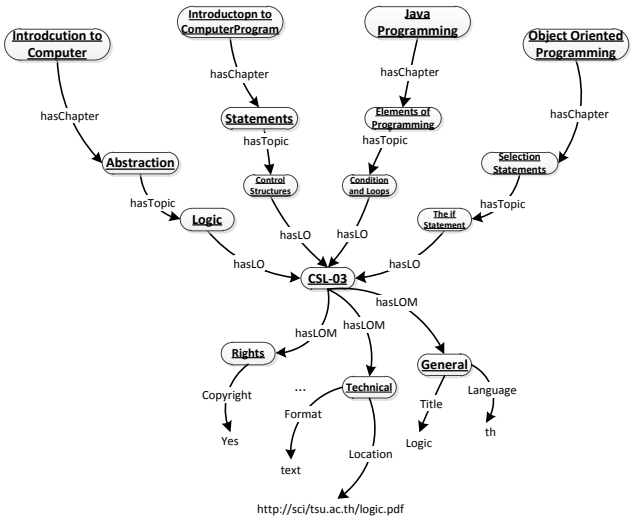
ขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการ Mapping Process เป็น ขั้นตอนของการสร้าง RDF ไฟล์ Construct RDF File โดยการโปรแกรมและจัดเก็บ RDF ไฟล์ใน RDFRepository

3.1.2 ขั้นตอนทดสอบฐานความรู้ (Knowledge base Validating) เป็นการทดสอบความถูกต้องของฐานความรู้ CSLO-Knowledge based ที่มีการอนุมานผลลัพธ์ โดยใช้ภาษาสอบถาม SPARQL Query ซึ่งจะแสดงวัตถุการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกันในแต่ละรายวิชาตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นวัตถุการเรียนรู้ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในรายวิชาต่างๆ

4. ผลการดำเนินงาน

การค้นหาวัตถุการเรียนรู้ด้วยการอนุมานความสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้พัฒนาฐานความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ โดยมีการทดสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของออนโทโลยีที่ได้สร้างขึ้นซึ่งใช้เทคนิคการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายโดยคำสั่ง SPARQL Query เป็นภาษาสำหรับการสืบค้นข้อมูลในภาษา RDF สำหรับการทดสอบครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างรายวิชาของหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 4 รายวิชาด้วยกันคือ 1. วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น 2. วิชาการโปรแกรมเบื้องต้น 3. การโปรแกรมภาษาจาวา และ 4.วิชาการโปรแกรมเชิงวัตถุ โดยใช้คำถาม (Competency Question) ที่ตั้งไว้ในการทดสอบเพื่อพิจารณาว่าผลลัพธ์นั้นสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ตัวอย่างเช่น วัตถุการเรียนรู้ที่ชื่อว่า CSL-03 จะนำไปใช้ได้ในรายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเรื่องของ Logic และถูกใช้ซ้ำในวิชาต่างๆ เช่นวิชาการโปรแกรมเบื้องต้นเรื่อง Control Structure และ วิชาการโปรแกรมเชิงวัตถุเรื่อง The IF Statement เป็นต้นดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7: แสดงตัวอย่างวัตถุการเรียนรู้และรายวิชา

จากภาพที่ 7 ผลลัพธ์ที่ได้ปรากฏว่าวัตถุการเรียนรู้ CSL-03 นั้นจะถูกนำกลับไปใช้ในหัวข้อเรื่องต่างๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละรายวิชาซึ่งมีความสอดคล้องตามความสัมพันธ์ที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยใช้คำถามในการทดสอบฐานความรู้จำนวน 20 คำถาม เพื่ออนุมานคำตอบและทดสอบแนวคิดของฐานความรู้ที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งผลจากทดสอบสามารถค้นหาวัตถุการเรียนสำหรับนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน โดยบางส่วนตัวอย่างคำถาม SPARQL Query และผลลัพธ์แสดงดังต่อไปนี้

1. วัตถุการเรียนรู้ CSL-05 นั้นถูกนำไปใช้ใหม่ในรายวิชาใด

```
SPARQLQuery :SELECT  ?chName ?ID ?cName ?topicName
              WHERE {?subject LO:LOID ?ID .
              FILTER (?ID ="CSL-05" ).
             ?tName LO:hasLO ?subject .
             ?TopName LO:hasTopic ?tName.
             ?tName LO:topicName ?topicName.
             ?chater LO:hasChapter ?TopName.
             ?TopName LO:chapterName ?chName .
             ?chater LO:courseName ?cName .}
```

```
run:
14.วัตถุการเรียนรู้ชื่อ CSL-05 ถูกนำไปใช้ในบทเรียนใดบ้าง
-----------------------
Course Name : Java Programming
--> LO CSL-05 is reused in This Topic Arrays
--> Chapter Relevant is Elements of Programming
---------------
Course Name : Object Oriented Programming
--> LO CSL-05 is reused in This Topic Array Basics
--> Chapter Relevant is Arrays and Collections
---------------
Course Name : Introduction to Computer Programing
--> LO CSL-05 is reused in This Topic Looping for OOP
--> Chapter Relevant is Objects and Graphics
---------------
```

2. ในรายวิชา JAVA Programming หัวข้อเรื่อง DataType สามารถใช้วัตถุการเรียนรู้ร่วมกับหัวข้อใดได้บ้าง

```
SPARQLQuery :SELECT ?cName ?LOID ?TopName ?reNCourse
?reNTop
            WHERE {?subject rdf:type LO:Course .
            ?subject  LO:courseName ?cName.
            FILTER (?cName = "Java Programming" ).
            ?subject LO:hasChapter ?chater.
            ?chater LO:chapterName ?chName.
            ?chater LO:hasTopic ?tName.
            ?tName LO:topicName ?TopName.
            FILTER (?TopName = "Data Types").
            ?tName LO:hasLO ?LO.
            ?LO LO:LOID ?LOID.
            ?reLO LO:hasLO ?LO .
            ?reTOP LO:hasTopic ?reLO .
            ?reLO LO:topicName ?reNTop.
            ?reChap LO:hasChapter ?reTOP .
            ?reChap LO:courseName ? reNCourse.}
```

```
run:
13.ในรายวิชา JAVA Programming หัวข้อเรื่อง DataType
สามารถใช้วัตถุการเรียนรู้ร่วมกับหัวข้อใดได้บ้าง
------------------------
Course Name : Java Programming Topic : Data Types
--> Course Relevant : Introduction to Computer Programing
--> Topic Relevant : Variables Reuse LO : CSL-04
---------------
Course Name : Java Programming Topic : Data Types
--> Course Relevant : Object Oriented Programming
--> Topic Relevant : Variables Reuse LO : CSL-04
---------------
Course Name : Java Programming Topic : Data Types
--> Course Relevant : Java Programming
--> Topic Relevant : Data Types Reuse LO : CSL-04
---------------
```

5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างฐานความรู้ภายใต้ขอบเขตรายวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาออนโทโลยีเพื่อแก้ปัญหาการค้นหาวัตถุการเรียนรู้ที่ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุการเรียนรู้ ผลลัพธ์ที่ได้จากฐานความรู้อาจารย์ผู้สอนสามารถดูความสัมพันธ์ของวัตถุการเรียนรู้สำหรับนำประยุกต์ใช้ในแต่ละบทเรียนได้อย่างเหมาะสมจึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายสำหรับผลิตวัตถุการเรียนรู้ใหม่ หรือช่วยลดความซ้ำซ้อนที่อาจจะเกิดขึ้น นอกจากการพัฒนาฐานความรู้แล้ว งานวิจัยนี้ยังมีการเพิ่มเมตาดาต้าที่จำเป็นในการช่วยอธิบายวัตถุการเรียนรู้ให้มีครบถ้วนมากขึ้นและสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการพัฒนาฐานความรู้ในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นได้อย่างหลากหลายต่อไปในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยที่ได้รายงานในบทความนี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยวิจัยการจัดการความรู้และเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ

เอกสารอ้างอิง

[1] D.A. Wiley, “Connecting learning objects to instructional design theory:A definition, a metaphor, and a taxonomy,” *The Instructional Use of Learning Objects*, 2000.

[2] *National Information Standards Organization*,“Understanding Metadata”, 2001.

[3] *Learning Technology Standards Committee of the IEEE*, “Draft Standard for Learning Object Metadata”, 2002.

[4] I.C. Hsu, “Extensible access control markup language integrated with Semantic Web technologies,” Information Sciences, Volume 238 p.33-51, 2013.

[5] G. Antoniou and F. Harmelen, “A Semantic Web Primer” The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2008.

[6] I.C.Hsu, “Intelligent Discovery for Learning Objects Using Semantic,” Educational Technology & Society, p.298–312, 2012.

[7] C.-H. Liu et al., “Ontology-Based Context Representation and Reasoning Using OWL and SWRL,” *8th Annual Communication Networks and Services Research Conference (CNSR)*, p.215-220, 2010.

[8] A.L.A. Menolli et al., “Ontology for Organizational Learning Objects based on LOM Standard” *Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En*, p.1-10, 2012.

[9] Computer Science Curricula 2013 ,“Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science”, 2013.

[10] Y.K. Lee et al., “S-Trans: Semantic transformation of XML healthcare data into OWL ontology” *Knowledge-Based Systems*, p.349–356, 2012.

[11] ปาทิตตา สุขสมบูรณ์ การ์เซียและคณะ, “*การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีและSemantic Web สำหรับระบบสืบค้นสารสนนเทศการท่องเที่ยว*,” *มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 2553.

แนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลออราเคิล กรณีศึกษาระบบสารสนเทศลูกค้าธนาคาร

Guideline for the Application of Database Performance Tuning Method: A Case Study of Banking Customer Information System

ตุลานันท์ เจียงประดิษฐ์(Tulanun Jiangpradit)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล(Nakornthip Prommol)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]tulanun.j@student.chula.ac.th, [2]nakornthip.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้ข้อมูลที่ได้จัดก็บไว้เพื่อการออกรายงานตามความต้องการขององค์กรนั้น อาจประกอบด้วยหลายขั้นตอนที่ต้องเข้าถึงฐานข้อมูลในปริมาณมาก การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรฐานข้อมูลและปริมาณงานที่ได้จากระบบเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึง ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับองค์กรที่ต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อจัดการกับประเด็นดังกล่าว

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อเสนอแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลออราเคิลในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการทำงานและการใช้งานซีพียู โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์ โดยวิธีการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ไดเร็ก และการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล โดยวิธีการปรับปรุงแผนการประมวลผล ซึ่งใช้ระบบสารสนเทศลูกค้าธนาคารเป็นกรณีศึกษา

ผลการทดลองพบว่าการนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์ โดยวิธีการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ไดเร็ก สามารถลดระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลและการใช้งานซีพียูได้ 94% และ 69% ตามลำดับ ส่วนการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล โดยวิธีการปรับปรุงแผนการประมวลผล พบว่าสามารถช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลและการใช้งานซีพียูได้เพียงเล็กน้อยในหน่วยของมิลลิวินาที

คำสำคัญ: การปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูล ฐานข้อมูลออราเคิล เอสคิวแอลโหลดเดอร์ เอสคิวแอลสเตทเมนท์ แผนการประมวลผล

Abstract

Utilizing the stored data to produce reports for organization needs may have intensively access to the data base in many steps of processing. Database resource utilization and system throughput should be considered as one of major factors. Thus, it is an organization challenge to find an optimize way to cope with this issue.

The paper presents a database performance tuning guidelines for Oracle database in terms of elapsed time and CPU time for task operation. The experiment was divided into two parts. The first part involved a tuning on an operation for data import by SQL Loader to Oracle database by adjusting parameter direct. The second was a tuning on the processing of SQL statement using re-execution plan. Banking customer information system was used in these processes.

The result showed that The SQL Loader tuning improved elapsed time and CPU time by 94% and 69% respectively and The SQL statement tuning slightly improved a little elapsed time in milliseconds unit.

Keywords: Database Performance Tuning, Oracle Database, SQL Loader, SQL Statement, Execution Plan.

1. บทนำ

ในองค์กรขนาดใหญ่ฐานข้อมูลเปรียบเสมือนหัวใจในการขับเคลื่อนงานทางด้านสารสนเทศสำหรับใช้ในการบริหารจัดการองค์กรให้เกิดความคล่องตัว สะดวกและเร็วรวด โดยทั่วไปเมื่อเปิดให้บริการฐานข้อมูลสักระยะ ผู้ดูแลฐานข้อมูลจะประสบปัญหาเรื่องประสิทธิภาพการทำงานของฐานข้อมูล เช่น ฐานข้อมูลใช้เวลาในการประมวลผลและทรัพยากรของระบบเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อการให้บริการสารสนเทศ เช่น การนำสารสนเทศไปแสดงผลบนเว็บไซต์หรือการนำสารสนเทศไปจัดทำเป็นรายงาน เป็นต้น

ตัวอย่างของปัญหาดังกล่าวพบได้กับระบบสารสนเทศลูกค้าของธนาคารแห่งหนึ่ง ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลทางด้านธุรกิจหลัก ประกอบด้วยข้อมูลเงินกู้ เงินฝาก ข้อมูลลูกค้าและข้อมูลจากระบบงานอื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประมวลผลสร้างเป็นสารสนเทศสำหรับให้บริการลูกค้า ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์ออราเคิลในการจัดการฐานข้อมูล

ปัจจุบันระบบสารสนเทศของหน่วยงานแห่งนี้กำลังประสบปัญหาเรื่องของระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศ ส่งผลกระทบให้การนำสารสนเทศไปแสดงผลบนเว็บไซต์และจัดทำรายงานให้แก่ส่วนงานต่างๆ เกิดความล่าช้า

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว นำไปสู่แนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศลูกค้า โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การปรับปรุงสมรรถนะการนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์ และการปรับปรุงสมรรถนะการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล โดยเน้นในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานและการใช้งานซีพียูเป็นสำคัญ และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินผลของการปรับปรุงสมรรถนะคำสั่งเอสคิวแอล จึงนำตัวชี้วัดในเรื่องของการใช้งานฮาร์ดิสก์ คือ การอ่านข้อมูลเชิงกายภาพ และการอ่านข้อมูลเชิงตรรกะของเซสชันประกอบการประเมินผลด้วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพและการปรับแต่ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบฐานข้อมูลได้แก่ [1] การวิเคราะห์ข้อคำถามและทรานเซคชัน การวิเคราะห์ความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของข้อคำถามและ ทรานเซคชัน การวิเคราะห์เงื่อนไขบังคับในเรื่องเวลาของข้อคำถามและทรานแซคชัน การวิเคราะห์ความถี่ของการอัพเดตข้อมูลการวิเคราะห์เงื่อนไขบังคับของเอกลักษณ์บนแอตทริบิว

เมื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการออกแบบฐานข้อมูลแล้ว จึงนำไปสู่ขั้นตอนของการออกแบบและเปิดให้บริการฐานข้อมูลต่อไป จากนั้นผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลจะต้องทำการตรวจสอบและปรับปรุงฐานข้อมูลให้มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ โดยกิจกรรมนี้เรียกว่าการปรับแต่งฐานข้อมูล (Database Tuning) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้โปรแกรมประยุกต์ (Application) ทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น และปรับปรุงสมรรถนะการใช้งานฐานข้อมูลซึ่งจะส่งผลต่อระยะเวลาในการตอบสนอง (Response Time) ของฐานข้อมูล รวมไปถึงช่วยในการปรับปรุงภาพรวมของปริมาณงานต่อหน่วยเวลา (Throughput) ของทรานแซคชันหรือคำสั่งเอสคิวแอลนั้น

2.2 วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลออราเคิล [2]

โดยทั่วไปปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของฐานข้อมูลมีสาเหตุมาจาก [4] ปัญหาคอขวดของซีพียู การกำหนดหน่วยความจำที่ไม่เพียงพอ และการใช้งานทรัพยากรที่มากเกินไปของคำสั่งเอสคิวแอล ตัวอย่างเช่น ซีพียูหน่วยความจำ หรือ อินพุต/เอาท์พุต (I/O) เป็นต้น [3] ซึ่งวิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูล เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติของการใช้งานฐานข้อมูลโดยใช้ Automatic Workload Repository เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Automatic Database Diagnostic Monitor เพื่อระบุถึงสาเหตุของปัญหา และนำไปสู่การเลือกใช้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมต่อไป โดยในที่นี้จะกล่าวถึงแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะของคำสั่งเอสคิวแอล ประกอบด้วย 5 แนวทางคือ [4,11] 1) การวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยค่าของสถิติที่เก็บนั้นจะอยู่ในรูปแบบของ Cost-Base Optimizer ซึ่งนำมาใช้ในฐานข้อมูลออราเคิลตั้งแต่เวอร์ชัน 7 ขึ้นไป [7] 2) เอสคิวแอลโพรไฟล์ (SQL Profiles) เป็นการปรับปรุงแผนการประมวลผลคำสั่งเอสคิวแอล โดยมีข้อดี คือ ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของคำสั่งเอสคิวแอลได้ โดยไม่ต้องทำการแก้ไขคำสั่งเอสคิวแอล [8,9] 3) การวิเคราะห์เส้นทางการเข้าถึง 4) การวิเคราะห์โครงสร้างของคำสั่งเอสคิวแอล และ 5) การวิเคราะห์แผนทางเลือก

2.3 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของฐานข้อมูลออราเคิล

เราสามารถจำแนกตัวชี้วัดประสิทธิภาพข้อมูลฐานข้อมูลได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของฐานข้อมูล ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จาก ดีบีไทม์ (DB Time) [10] โดยเริ่มนับจากระยะเวลาที่คำสั่งเอสคิวแอล เข้ามาติดต่อกับฐานข้อมูลจนได้ผลลัพท์กับคืนไปยังผู้ใช้งาน ส่วนที่สองการใช้งานทรัพยากรในระบบของฐานข้อมูล [3] ซึ่งประกอบด้วย การใช้งานซีพียู โดยสามารถตรวจสอบได้จาก

ซีพียูที่ใช้ไป (CPU Utilization) หรือ การรอการใช้งานซีพียู (CPU Wait) การใช้งานหน่วยความจำ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการใช้งานดีบีบัฟเฟอร์แคช (DB Buffer Cache) การใช้งานฮาร์ดดิส และการใช้งานของอินพุต/เอาท์พุต เป็นต้น

2.4 SQL Loader

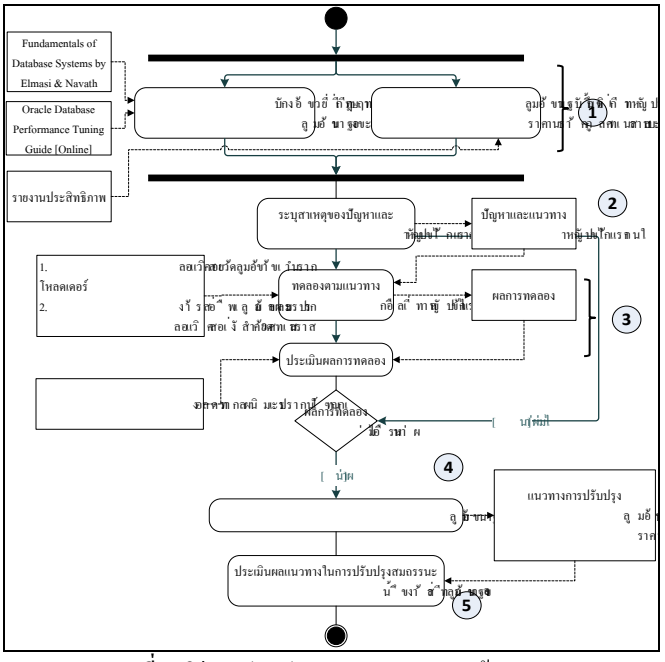
เอสคิวโหลดเดอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลประเภทแฟ้มข้อความ (Text File) จากภายนอกเข้าสู่ฐานข้อมูลออราเคิล ผ่านคำสั่งเอสคิวแอลแอลดีอาร์ (sqlldr command) โดยรูปแบบในการนำเข้าข้อมูลมี 2 เส้นทางด้วยกันคือ[5] เส้นทางทั่วไป (Conventional Path Load) เป็นการนำเข้าข้อมูลที่ใช้งานทรัพยากรและบัฟเฟอร์ร่วมกับกระบวนการอื่นที่ทำงานอยู่บนระบบ และเส้นทางตรง (Direct Path Load) เป็นการนำเข้าข้อมูลผ่านทางออราเคิลเอพีไอ (API) [6] โดยการสร้างคอลัมน์อาร์เรย์ เพื่อใช้ในการจัดรูปแบบของข้อมูลที่จะนำเข้าใหม่ และทำการสร้างดัชนีเพื่อส่งข้อมูลไปยังตารางที่ต้องการโดยตรง ซึ่งการทำงานจะเป็นแบบมัลทิเพิลบล็อคต่ออินพุต/เอาท์พุต (Multiple Block per I/O)

2.5 การใช้ PL/SQL เบื้องต้น

ภาษา PL/SQL หรือ Procedural Language/Structure Query Language เป็นภาษาเฉพาะของฐานข้อมูลออราเคิล ซึ่งเป็นส่วนต่อขยายมาจากภาษา SQL เพื่อให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถพัฒนาโปรแกรมจากคำสั่ง SQL ได้ตรงตามความต้องการมากขึ้น โดยโครงสร้างของภาษา PL/SQL จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักได้แก่ Declaration Block, Program Block และ Exception Handling Block

3. วิธีการปรับปรุงสมรรถนะฐานข้อมูล

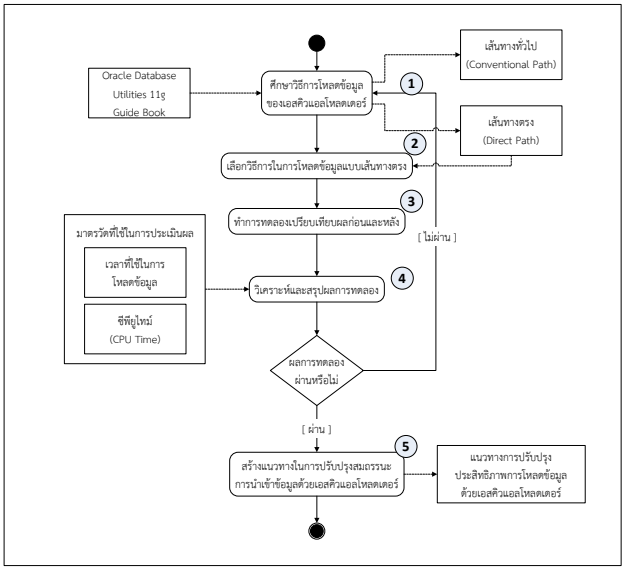
จากปัญหาในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานและการใช้งานซีพียูของฐานข้อมูล และการศึกษาองค์ความรู้ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา นำมาสู่วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูล โดยใช้ระบบสารสนเทศลูกค้าธนาคารเป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีแบ่งทำงานของระบบสารสนเทศลูกค้าออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การนำเข้าข้อมูลจากระบบธุรกิจหลักเข้าสู่ฐานข้อมูลออราเคิล 2) การประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศ 3) การแสดงผลข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน และรายงาน (Report) โดยมีวิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูล

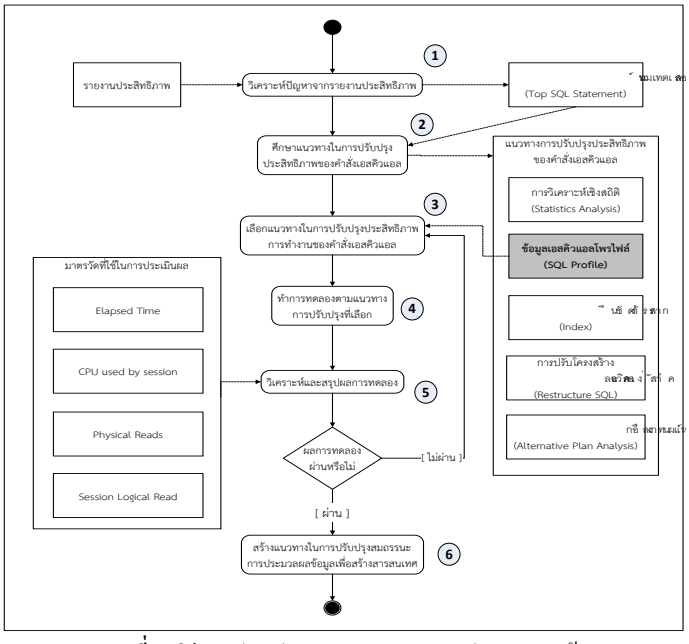
ซึ่งบทความนี้ได้ระบุปัญหาและแนวทางในการแก้ไขออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง เป็นการนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์ ส่วนที่สอง เป็นการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล โดยมีรายละเอียดของการทดลองแต่ละส่วนดังนี้

การทดลองส่วนที่หนึ่ง มีวิธีการปรับปรุงสมรรถนะของการนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังภาพที่ 2 โดยการทดลองนี้ใช้ตัวชี้วัด 2 รายการคือ เวลาทั้งหมด (Elapsed Time) ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล และเวลาในการใช้งานซีพียู (CPU Time)



ภาพที่ 2: วิธีการปรับปรุงสมรรถนะการนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์

การทดลองส่วนที่สอง มีวิธีการปรับปรุงสมรรถนะของการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3 โดยการทดลองนี้ใช้ตัวชี้วัด 4 รายการคือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการประมวลผล การใช้งานซีพียูต่อเซสชัน การอ่านข้อมูลเชิงกายภาพ และการอ่านข้อมูลเชิงตรรกะของเซสชัน



ภาพที่ 3: วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล

4. การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองนี้จัดทำขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการปรับปรุงสมรรถนะฐานข้อมูลออราเคิล ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบสารสนเทศลูกค้าธนาคาร โดยเน้นในเรื่องของระยะเวลาในการทำงานเป็นสำคัญ ซึ่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์และการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล

1) การปรับปรุงสมรรถนะการนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวโหลดเดอร์ เป็นการนำแฟ้มข้อความเข้าสู่ฐานข้อมูลออราเคิล โดยจะแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ซึ่งสามารถศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง รายละเอียดของแต่ละการทดลอง และผลการทดลองได้ดังตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 พบว่าการทดลอง 2 สามารถช่วยลดระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลได้ 78% แต่จะทำให้การใช้งานซีพียูเพิ่มขึ้น 10 % เนื่องจากการทดลองที่ 2 เป็นการเพิ่มขนาดของบัฟเฟอร์ (buffer) ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล และจากการทดลองที่ 3 พบว่าการนำเข้าข้อมูลแบบตรงสามารถลดระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลและการใช้งานซีพียูได้ 94%, 69% ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าการนำเข้าข้อมูลแบบตรงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนำไปปรับใช้กับระบบสารสนเทศลูกค้าธนาคาร

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลอง

ชื่อข้อมูล	จำนวนระเบียน	ขนาดของข้อมูล (กิกะไบต์)	ชื่อตาราง	จำนวนคุณลักษณะประจำ	ขนาดตาราง (ไบต์)
เงินกู้รายเดือน	18,461,200	8.6	ข้อมูลเงินกู้รายรายเดือน	152	1,992
เงินลูกค้ารายเดือน	18,616,387	6.1	ข้อลูกค้างานรายเดือน	178	2,923
เงินฝากรายเดือน	24,212,757	19	ข้อมูลเงินฝากรายเดือน	391	4,370

ตารางที่ 2: รายละเอียดของการทดลองที่ 1-3

หัวข้อ	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
รายละเอียดของการทดลอง	การนำเข้าข้อมูลแบบธรรมดาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของฐานข้อมูลออราเคิล	การนำเข้าข้อมูลแบบธรรมดา ที่มีการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์	การนำเข้าข้อมูลแบบตรง
วัตถุประสงค์ของการทดลอง :	เพื่อหาระยะเวลา และการใช้งานซีพียู สำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้น	เพื่อหาระยะเวลา และการใช้งานซีพียู สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบกับการทดลองที่ 1	เพื่อหาระยะเวลา และการใช้งานซีพียู สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบกับการทดลองที่ 1
ขั้นตอนการทดลอง:	ทำการทดลองนำเข้าข้อมูลโดยไม่มีการปรับค่าพารามิเตอร์	คำนวณหาค่าของ bindsize และ readsize ที่เหมาะสมในการนำเข้าข้อมูล หาได้ขนาดของตารางที่เก็บข้อมูลมากที่สุดคูณกับจำนวนระเบียนมากที่สุด* (อ้างอิงตารางที่ 1)	กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการนำเข้าข้อมูลเป็นแบบไดเร็ก
ผลที่คาดว่าจะได้รับ :	ระยะเวลาที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล และการใช้งานซีพียู	ระยะเวลาที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ต้องมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับผลการทดลองที่ 1	ระยะเวลาที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ต้องมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับผลการทดลองที่ 1
ค่าของพารามิเตอร์:	DIRECT=FALSE,BINDSIZE=256,000 bytes READSIZE=1,048,576 bytes [12]	BINDSIZE,READSIZE = 52,904,874,045 bytes ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของระบบ	DIRECT=TRUE
ตัวชี้วัดประสิทธิผล:	ระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลและการใช้งานซีพียู		

* ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน 80% ของหน่วยความจำของฐานข้อมูลออราเคิลเพื่อป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดการนำเข้าข้อมูล

ตารางที่ 3 : ผลการทดลองที่ 1-3 และการเปรียบเทียบ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง	การทดลองที่ 1		การทดลองที่ 2		การทดลองที่ 3		เปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 และ 2		เปรียบเทียบผลการทดลองที่ 1 และ 3	
	เวลานำเข้าข้อมูล (นาที)	เวลาใช้งานซีพียู (นาที)	เวลานำเข้าข้อมูล (นาที)	เวลาใช้งานซีพียู (นาที)	เวลานำเข้าข้อมูล (นาที)	เวลาใช้งานซีพียู (นาที)	เวลานำเข้าข้อมูล (+/-) %	เวลาใช้งานซีพียู (+/-) %	เวลานำเข้าข้อมูล (+/-) %	เวลาใช้งานซีพียู (+/-) %
เงินกู้รายเดือน	66	20	31	29	10	7	-53.03	45.00	-84.85	-65.00
เงินฝากรายเดือน	920	79	165	81	39	24	-82.07	2.53	-95.76	-69.62
ลูกค้ารายเดือน	66	23	29	25	8	6	-56.06	8.70	-87.88	-73.91
รวม	**1052**	**122**	**225**	**135**	**57**	**37**	-78.61	10.66	-94.58	-69.67

2) การปรับปรุงสมรรถนะการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล เป็นการประมวลผลด้วยภาษาพีแอล/เอสคิวแอล (PL/SQL) หรือ Procedure ซึ่งในที่นี้ใช้ Procedure โครงการหนี้ถึงกำหนดชำระเป็นข้อมูลในการทดลอง ซึ่งลักษณะการทำงานโดยเริ่มต้นจากการเลือก (Select) ข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผล จากนั้นทำการประมวลผลให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลต่อไป โดยสามารถศึกษาข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลอง รายละเอียดของการทดลอง และผลการทดลองดังตารางที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4: ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

Procedure หนี้ถึงกำหนดชำระ			
หมายเลขเอสคิวแอล	ลักษณะคำสั่ง	จำนวนระเบียน	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (มิลลิวินาที)
SQL 56	Update, Select	403,506	4,320
SQL 8	Insert, Select	21,165,876	4,400
SQL 27	Insert, Select	1,327,998	21,280
SQL 7	Insert, Select	8,206,396	12,020
SQL 19	Insert, Select	5,745,613	10,510
รวมระยะเวลาในการประมวลผลทั้ง 5 คำสั่ง			**52,530**

ตารางที่ 5: รายละเอียดการทดลองปรับปรุงสมรรถนะการประมวลผลข้อมูล

หัวข้อ	การทดลองที่ 1
วัตถุประสงค์ของการทดลอง :	เพื่อลดระยะเวลาใช้ในการประมวลผลข้อมูล
รายละเอียดของการทดลอง	การปรับปรุงแผนการประมวลคำสั่งเอสคิวแอลใหม่ (Re – Execution Plan)
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง :	Quest SQL Optimizer for Oracle
ขั้นตอนการทดลอง:	1. แยก Procedure ออกมาเป็นคำสั่งเอสคิวแอลย่อยๆ เพื่อหาคำสั่งที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานข้อฐานข้อมูล 5 ลำดับ (อ้างอิงตารางที่ 5) 2. นำคำสั่งเอสคิวแอลทั้ง 5 ลำดับมาคำนวณหาค่า Cost ตั้งต้นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ 3. สร้างแผนการประมวลผลคำสั่งของเอสคิวแอลทั้ง 5 ลำดับใหม่ 4. เลือกแผนการประมวลผลใหม่ที่มีค่า Cost น้อยที่สุดมาใช้เปรียบเทียบ
ผลที่คาดว่าจะได้รับ :	ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลลดลง
ตัวชี้วัดประสิทธิผล:	1. เวลาที่ใช้ในการประมวลผลคำสั่งเอสคิวแอล 2. การใช้งานซีพียูต่อเซสชัน 3. การอ่านข้อมูลเชิงกายภาพ หมายถึงการเข้าถึงข้อมูลบนฮาร์ดิกส์ของระบบ 4. การอ่านข้อมูลเชิงตรรกะ หมายถึงการเรียกใช้งานดัชนีในฐานข้อมูล

ตารางที่ 6: ผลการทดลองปรับปรุงสมรรถนะด้วยวิธีการสร้างแผนการประมวลผลคำสั่งเอสคิวแอล

หมายเลขเอสคิวแอล	ชื่อเหตุการณ์	ต้นทุนแผนการประมวลผล	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (มิลลิวินาที)	การใช้งานซีพียูต่อเซสชัน (มิลลิวินาที)	การอ่านข้อมูลเชิงกายภาพ	การอ่านข้อมูลเชิงตรรกะของเซสชัน
SQL 56	Original	4,068,630	4,320	21	83,483	1,635,705
	Plan 1	4,035,820	41	31	78,633	2,123,090
SQL 8	Original	402,911	44,000	550	2,958,056	18,705,800
	Plan 1	13,974	12,000	782	2,446,981	20,878,176
SQL 27	Original	402,832	21,280	97	1,472,338	1,686,537
	Plan 1	13,973	4,250	80	1,472,802	1,578,636
SQL 7	Original	402,632	12,020	209	1,518,356	6,982,675
	Plan 1	13,973	5,370	297	1,472,844	6,994,235
SQL 19	Original	295,365	10,510	518	791,558	1,236,443
	Plan 1	17,751	1,400	357	536,243	1,157,404

จากผลการทดลองพบว่าการปรับปรุงสมรรถนะของคำสั่งเอสคิวแอล โดยวิธีการสร้างแผนการประมวลผลคำสั่งใหม่สามารถช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลได้เพียงเล็กน้อยในหน่วยของมิลลิวินาทีดังตารางที่ 6 ซึ่งค่าของระยะเวลาที่ลดลงนั้น ไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของฐานข้อมูลเพิ่มมากขึ้น และเมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล พบว่าอาจเกิดจากการออกแบบฐานข้อมูลในระดับอินสแตนซ์หรือระดับเซิฟเวอร์

5. บทสรุปและงานที่คาดว่าจะดำเนินการต่อในอนาคต

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการปรับปรุงสมรรถนะของฐานข้อมูลออราเคิล โดยมุ่งเน้นในส่วนของปรับปรุงสมรรถนะการทำงานของระบบใน 2 ส่วน คือ การนำเข้าข้อมูลด้วยเอสคิวแอลโหลดเดอร์ และการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอลสเตทเมนท์ โดยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะของการนำเข้าข้อมูลด้วยวิธีปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ไดเร็ก และแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะการประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอลสเตทเมนท์ โดยวิธีการปรับปรุงแผนการประมวลผลคำสั่งเอสคิวแอล หรือที่เรียกว่า การทำเอสคิวแอลโพรไฟล์

จากการทดลองพบว่าการนำเข้าข้อมูล โดยวิธีปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ไดเร็ก ช่วยลดเวลาในการนำเข้าข้อมูล ส่งผลให้ขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลสามารถทำงานได้เร็วขึ้น 94% และช่วยลดการใช้งานซีพียูของระบบได้ 69% นอกจากนี้การทดลองปรับปรุงสมรรถนะการประมวลผลข้อมูลสารสนเทศด้วยคำสั่งเอสคิวแอล โดยวิธีการปรับปรุงแผนการประมวลผลคำสั่งใหม่นั้น สามารถช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลได้เพียงเล็กน้อยในหน่วยของมิลลิวินาที ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุมาจากการออกแบบฐานข้อมูลทางกายภาพ ในเรื่องของการแบ่งพาร์ติชันบนระบบสารสนเทศลูกค้า ซึ่งไม่มีการกระจายการเขียน/อ่านข้อมูล ส่งผลทำให้เกิดคอขวดในการเรียกใช้งานข้อมูลของระบบ ดังนั้นการปรับปรุงสมรรถนะของการประมวลผลข้อมูลด้วยคำสั่งเอสคิวแอล ควรทำการกระจายการเขียน/อ่านข้อมูล โดยให้แยกตารางที่ใช้ในการประมวลผลคำสั่งเอสคิวแอลชุดนี้ออกเป็นเทเบิลสเปซใหม่ และวิธีสุดท้ายคือการเปลี่ยนอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บข้อมูลชุดใหม่ที่มีความเร็วของดิกส์เพิ่มขึ้น เช่น Solid State Drive (SSD) ซึ่งวิธีการนี้เป็นการลงทุนทางด้านฮาร์ดแวร์ที่ต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนด้วย

6. อ้างอิง

[1] Ramez Elmasri., and Shamkant B. Navathe. “Fundamentals of Database System. 6th ed.” Pearson Education: Addison-Wesley Publishers, 2011.

[2] “*Oracle® Database 2 Day + Performance Tuning Guide 11g Release 1 (11.1)*”. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28275.pdf 2008. [2014, Oct 22]

[3] Fu Duan, Yongjie Han, Qiuyong Zhao, and Keming Xie. “Towards self-tuning of dynamic resources for workloads.” ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), ICST, Brussels, Belgium, Belgium, , Article 43 , 4 pages. 2008.

[4] “*Oracle® Database Concept 11g Release 2 (11.2)*”. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/cd/E28271_01/server.1111/e25789.pdf 2011. [2014,Aug 22]

[5] “*Oracle® Database Utilities 11g Release 1 (11.1)*”. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28319.pdf 2007. [2014,Sep 11]

[6] “*Oracle® Call Interface Programmer’s Guide 11g Release 2 (11.2)*”. [Online] Available: http://docs.oracle.com/cd/E18283_01/appdev.112/e10646.pdf 2010. [2014,Aug 30]

[7] “*twp-general-cbo-migration-10gr2-040-129948*” [Online] Available: http://www.oracle.com/technetwork/middleware/bi-foundation/twp-general-cbo-migration-10gr2-040-129948.pdf [2014,Oct 15]

[8] “*SQL Profiles: Technical Overview*”. [Online]. Available: http://www.oracle.com/technetwork/database/manageability/sql-profiles-technical-overview-128535.pdf 2010. [2014,Oct 15]

[9] Sam R. Alapati, Darl Kuhn, and Bill Padfield. “Oracle Database 11g Performance Tuning Recipes: A Problem-Solution Approach.” New York. Apress Publishers, 2011

[10] Dias,Karl Ramacher,Mark Shaft,Uri Venkataramani, Venkateshwaran AWood, Graham, “Automatic Performance Diagnosis and Tuning in Oracle” *Conference on Innovative Data Systems Research*

[11] Belknap, P.; Dageville, B.; Dias, K.; Yagoub, K., “Self-Tuning for SQL Performance in Oracle Database 11g” *Data Engineering, 2009. ICDE '09. IEEE 25th International* Conference on , vol., no., pp.1694,1700, March 29 2009-April 2 2009

[12] “*SQL *Loader Command-Line Refernce*”. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28319/ldr_params.htm#g1014550 [2014,July 23]

[13] “*SQL *Loader Control File Refernce*”. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28319/ldr_control_file.htm#i1006645 [2014,July 23]

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค(TGT)ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

A Development of Technical Cooperation Learning Team Games Tournament Activities (TGT) in the Course of the Information Systems Analysis and Design for Third Year Students of Computer and Information Technology Nakorn Pathom Rajaphat University

จรินทร อุ่มไกร(Charinthorn Aumgri)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
aor030@hotmail.com.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิยาลัยราชภัฏนครปฐมตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค ในภาคเรียนที่ 2/2556 ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 151 คน เครื่องมือที่ใช้เกมที่เป็นแบบฝึกหัดทบทวนท้ายบทที่ได้พัฒนาขึ้น แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผลการวิจัยพบว่า 1)ประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ มีค่าเท่ากับ 84.33/81.20 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค นั้นอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4.48 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิคในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาวิจัยในชั้นเรียนได้จริงอีกทั้งยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค ทีจีที แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเกมการเรียนการสอน

Abstract

This research was an experimental research. The purposes of this study were 1) to determine the efficiency of the development of technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) on the basis 70/70 2)to study the students' achievement after learning with the developed technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) 3) to study satisfaction of the developed technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) and The sample, selected by Purposive *sampling, were 151 students who studied for a third year student of computer and information technology in Nakorn Pathom Rajaphat University. The research tools consisted of technical cooperation learning team games tournament activities (TGT), pretest posttest and satisfaction .*

The results showed that 1) the efficiency of technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) was 81.20/84.33 2) the evaluation of the

satisfaction is a good level and the standard deviation is 4.48, and the average 0.57,2) 3) the academic achievement of students learned from the developed technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) was higher than the pretest with the statistical significant of .05. Then we can use this technical cooperation learning team games tournament activities (TGT) on computer to the target group.

Keywords: Collaborative Learning, Teams Games Toumaments, Concepts of Teaching the Game.

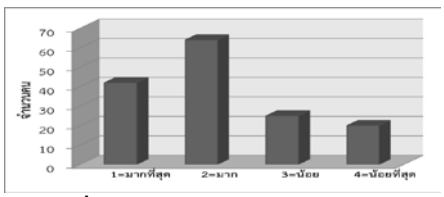
1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยในชั้นเรียนนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ปีการศึกษา 2557ปีที่ทำงานวิจัยเสร็จสิ้น 2557 เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ แต่พบว่าในการเรียนการสอนของรายวิชานั้นประสบปัญหาหลายประการพอสรุปได้ดังนี้

1) ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายเพราะเนื้อหาในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยากและมีมากจึงทำให้ไม่น่าสนใจ และการกระตือรือร้นในการเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิคที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนกับนักศึกษา จำนวน 151 คน จากนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศจึงได้สรุปผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แบบสำรวจความสนใจของผู้เรียนTGT

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค(TGT)ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

1.2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค (TGT)

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค (TGT)

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิคมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 70/70

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิคในรายวิชามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้มีนักวิชาการให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้ [1] ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้ [2]ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือว่าหมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยทั่วไปมีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน สมาชิกกลุ่มมีความสามารถในการเรียนต่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะรับผิดชอบในสิ่งที่ได้รับการสอน และช่วยเพื่อนสมาชิกให้เกิดการเรียนรู้ด้วย มี โดยมีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน คือ เป้าหมายของกลุ่ม [3]กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือสนับสนุนซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตน และส่วนรวม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนเพื่อมุ่งประโยชน์กับผู้เรียนให้มากที่สุด โดยผู้เรียนจะมาสามารถปรึกษา ช่วยเหลือ แสดงความคิดเห็นเป็นแบบทีมได้

ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีข้อเสนอแนะจากผู้ร่วมทีมที่น่าสนใจและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้

2.2 เทคนิค ทีจีที กลุ่มร่วมมือแข่งขัน (Teams – Games – Toumaments : TGT)เทคนิคกลุ่มร่วมมือแข่งขัน เป็นกิจกรรมที่สมาชิกในกลุ่มเรียนรู้เนื้อหาสาระจากผู้สอนด้วยกัน แล้วแต่ละคนแยกย้ายไปแข่งขันทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุดได้รับรางวัล[4] ลักษณะการจัดกิจกรรม สมาชิกกลุ่มจะช่วยกันเตรียมตัวเข้าแข่งขัน โดยผลัดกันถามตอบให้เกิดความแม่นยำในความรู้ที่ผู้สอนจะ ทีมที่ได้คะแนนรวมสูงสุดถือว่าเป็นทีมชนะเลิศ

2.3 **แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเกมการเรียนการสอน**

ความหมายของเกมการสอน

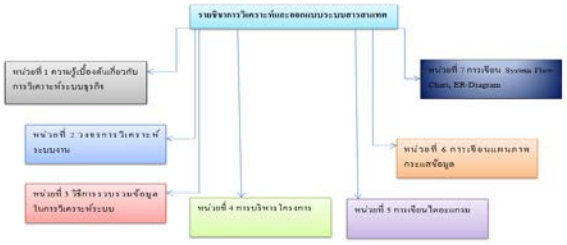
เกมประกอบการสอน หมายถึง การนำเอาจุดประสงค์ใด ๆ ของการเรียนรู้ตามหลักสูตรมาประกอบขึ้นเป็นการเล่น ผู้เล่นจะเล่นเกมไปตามกติกาที่กำหนด ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ในเนื้อหามามีส่วนร่วมในการเล่นด้วย เกมมีปลายประเภท อาจจำแนกเป็นเกมที่มีวัสดุประกอบ กับเกมที่ไม่มีวัสดุประกอบ เกมที่มีวัสดุประกอบที่นิยมนำมาเป็นเกมประกอบการสอน ได้แก่ เกมไพ่ เกมบิงโก เกมอักษรไขว้ เกมงูตกบันได เกมกระดานต่าง ๆ [5] จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม3มิติ ในรายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดลาดปลาเค้า จังหวัดนครปฐม[6] นั้นผลการวิจัยพบว่า 1)ความพึงพอใจของการใช้บทเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.32 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 มิติ มีค่าเท่ากับ 85.66/65.21 3)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 มิติ มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 มิติ สามารถนำไปประยุกต์ในรายวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่2ได้ระดับดีซึ่งสอดคล้องกับ [7]การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่แสดงออกกึ่งเล่นกึ่งเรียน จะก่อให้เกิดประโยชน์กับการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนเป็นไปด้วยความสนุกสนานไม่เคร่งเครียด เกมจึงมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับ [8]กล่าวถึงวิธีสอนโดยใช้เกมว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้เกมเป็นเครื่องมือประกอบ การเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความสนุกสนานน่าเรียน น่าสนใจ และเป็นการส่งเสริมให้เกิดความรู้ พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น โดยมีการกำหนดเนื้อหาของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1.1 กรอบแนวคิดด้านเนื้อหา

ศึกษาคำอธิบายรายวิชา และจุดประสงค์รายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ ของนักศึกษาชั้นปีที่3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีขอบเขตรายละเอียดเนื้อหาในรายวิชาดังนี้ ดังนี้



ภาพที่ 2: เนื้อหาในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ

3.1.2 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค (TGT)ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 โดยใช้เทคนิค ที จี ที (TGT) คำว่า TGT มาจาก Team Games Tournament มีขั้นตอนดังนี้

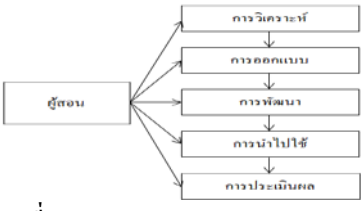


ภาพที่ 3: เทคนิค TGT ที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.3 กรอบแนวคิดด้านการวัดและประเมิน

ผู้วิจัยนำแนวคิดการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งใช้เทคนิคการออกแบบการเรียนการสอนที่ดัดแปลงมา

จากการออกแบบระบบการสอนโดยใช้แบบจำลอง ADDIE Model [9] ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้



ภาพที่ 4: ภาพแบบจำลอง ADDIE Model

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ภาคเรียนที่ 2/2556 ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 151 คน

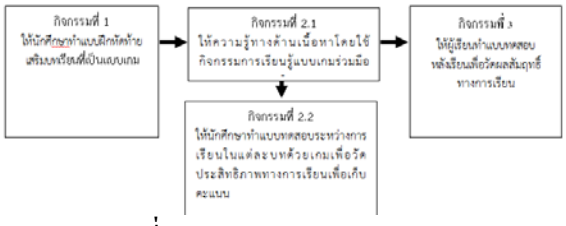
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT

3.3.1.1 ขั้นการวิเคราะห์ การกำหนดเนื้อหา ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของรายวิชาร่วมกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค(TGT)

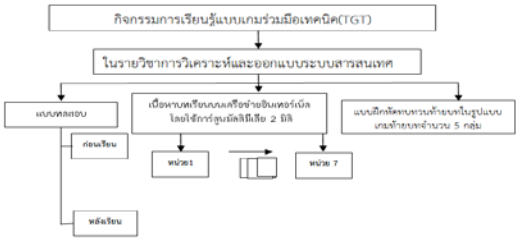
3.3.1.2 ขั้นการออกแบบ(Design)

1) การออกแบบกิจกรรมเกมในแต่ละบทเรียน โดยในขั้นตอนแรกให้นักศึกษาทำทำกิจกรรมเป็นเกมประกอบเป็นแบบฝึกหัดท้ายบทเสริม เป็นแบบกลุ่ม โดยใน 1หน่วยการเรียนนั้นจะให้แบ่งเป็น 5 กลุ่ม แล้วมาทำกิจกรรมการเรียนแบบเกมที่แตกต่างรูปแบบกันออกไป แต่เนื้อหาให้ใช้ในบทกับเพื่อนๆ เพื่อเก็บคะแนน และต้องการเอาชนะเป็นแบบทีมที่ร่วมมือกัน ซึ่งมีกระบวนตามตามภาพ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: การออกแบบกิจกรรมในแต่ละบทเรียน

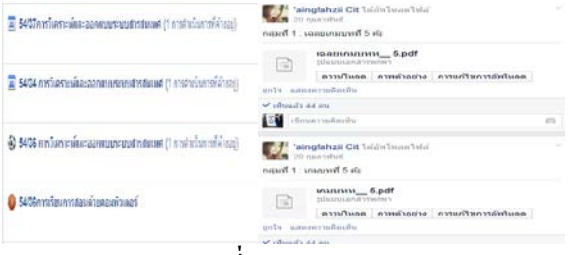
2) การออกแบบการจัดระบบการเรียนการสอนกิจกรรมแบบ(TGT)ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การออกแบบระบบการเรียนการสอน

3.3.1.3 ขั้นการพัฒนา (Development) สร้างบทเรียนกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT

1) การสร้างกลุ่มการเรียนในรายวิชา โดยการใช้ Facebook ในการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาหมู่เรียน 54/34, 54/35, 54/36, 54/37 ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: การสร้างกลุ่มการเรียนในรายวิชา

2) ตัวอย่างของเกมอักษรไขว้ที่นำมาใช้เป็นกิจกรรมเสริมแบบฝึกหัดท้ายบทแบบที่1 ดังภาพที่ 7



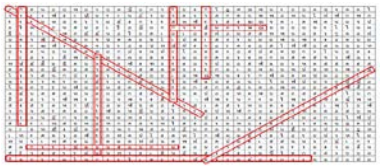
ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบทแบบที่1

3) ตัวอย่างของเกมเติมคำในช่องว่างที่นำมาใช้เป็นกิจกรรมเสริมแบบฝึกหัดท้ายบทแบบที่2 ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบทแบบที่ 2

4) ตัวอย่างของเกมอักษรไขว้ที่นำมาใช้เป็นกิจกรรมเสริมแบบฝึกหัดท้ายบทแบบที่3 ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบทแบบที่ 3

6) ตัวอย่างของเกมทายปัญหาที่นำมาใช้เป็นกิจกรรมเสริมแบบฝึกหัดท้ายบทแบบที่4 ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบทแบบที่ 4

7) ตัวอย่างของเกมบันไดงูที่นำมาใช้เป็นกิจกรรมเสริมแบบฝึกหัดท้ายบทแบบที่5 ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11: ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบทแบบที่ 5

3.4.1.4 ขั้นการทดลองใช้ (Implementation) นำบทเรียนกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT เป็นแบบฝึกหัดแบบเกมทบทวนท้ายบทเรียน ในภาคเรียนที่ 2/2556 จำนวน 151 คน

3.4.1.5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามแบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว สอบก่อน-สอบหลัง (One Group Pretest-Posttest Design)

3.3.2 แบบประเมินความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 มิติ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11: ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของTGT

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3



ภาพที่ 13: ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบเกมท้ายบท

4.2 ผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ

ตารางที่ 1: ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน(n)	ค่าเฉลี่ย	$t_{คำนวณ}$	$t_{ตาราง}$
ก่อนเรียน	151	28.17	15.55	1.699
หลังเรียน	151	63.90		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , df = 29

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าค่า เคำนวณ มีค่ามากกว่าเตาราง นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 28.17 และคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบประเมินผลรวม มีค่าเท่ากับ 63.90 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4.3 ผลสำรวจความพึงพอใจของการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2: ผลความพึงพอใจของTGT

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
การจัดการเรียนการสอนแบบใช้เกมเพื่อทบทวนแบบฝึกหัดท้ายบทเหมาะสมหรือไม่	4.48	0.61	ดี
ความพร้อมในชั้นเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบใช้เกมในการเรียนการสอนเหมาะสมหรือไม่	4.24	0.34	ดี
(ก่อนใช้เกมในการเรียนการสอน) มีความรู้ความเข้าใจที่ได้จากเกมในการจัดการเรียนการสอน	4.05	0.53	ดี
หลังใช้เกมในการเรียนการสอน) มีความรู้ความเข้าใจที่ได้จากเกมในการจัดการเรียนการสอน	4.52	0.67	ดีมาก
ระยะเวลาในการใช้เกมในการจัดการเรียนการสอนเหาะสมหรือไม่	4.66	0.52	ดีมาก
สถานที่ภายในชั้นเรียนมีความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนหรือไม่	4.37	0.65	ดี
ท่านพอใจกับการนำเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อเสริมการเรียนหรือไม่	4.72	0.68	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.48	0.57	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.48 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 อยู่ในระดับดี

4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT

จากการทำแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5: ผลการหาประสิทธิภาพของการกิจกรรม(TGT)

ทดสอบ	ร้อยละ
คะแนนระหว่างเรียน (E1)	84.33
คะแนนสอบหลังเรียน (E2)	81.20

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 84.33/81.20 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGTสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 นั้นอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4.48 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาวิจัยในชั้นเรียนได้จริงอีกทั้งยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมร่วมมือเทคนิค (TGT) ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3นั้น จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น จึงควรทำการพัฒนาการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบTGT ในรายวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

5.2.2 ควรเพิ่มลักษณะของแบบฝึกกิจกรรมการเรียนให้น่าสนใจมากขึ้น

5.2.3 ควรเพิ่มลักษณะของแบบฝึกกิจกรรมการเรียนให้น่าสนใจมากขึ้น ผ่านระบบเครือข่าย เพื่อผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนเนื้อหาบทเรียน โดยไม่จำกัดวัน เวลา และสถานที่

5.2.4 ควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดเกมที่เป็นแบฝึกหัดท้ายบททบทวนให้มากกว่านี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อาภรณ์ ใจเที่ยง, “ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือแบบมีส่วนร่วม” , 2550 : 121.

[2] Slavin, “การจัดการเรียนรู้” 1987, 7:13

[3] ไสว ฟักขาว, “การเรียนรู้แบบร่วมมือ” 2544 : 192.

[4] วัฒนาพร ระงับทุกข์, “กลุ่มร่วมมือแข่งขัน” 2545 : 177 – 195

[5] พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์, วารสาร สสวท. ปีที่ 18 ฉ.69 มค. - มีค. 2533

[6] จรินทร อุ่มไกร. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 มิติ รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่2 กรณีศึกษาโรงเรียนวัดลาดปลาเค้า จ.นครปฐม. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 (NCCIT 2011). 8 – 9 พฤษภาคม 2557: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[7] สุวิทย์ มูลคำ. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

[8] กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดชและคณะ. วิธีสอนโดยใช้เกม . 2552 : 161

[9] ธงชัย วิไลวิทย์ .*“ADDIE Model”*. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2553จ า ก http://student.nu.ac.th/comed/webboard/answer.asp?questID=6

การให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติสำหรับรายงานการประชุม
Automatic Semantic Annotation for the Official Minute

บูคอรี ซาเหาะ(Bukhoree Sahoh)[1] และสิรยา สิทธิสาร(Siraya Sitthisarn)[2]
หน่วยวิจัยการจัดการความรู้และเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
[1]bukhorees@gmail.com, [2]ssitthisarn@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันรายงานการประชุมมักจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบ Text File ที่ไม่มีโครงสร้างและยากต่อการจัดการข้อมูลโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เพราะระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเข้าใจความหมายเนื้อหาในเอกสารได้ เทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายเป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นในการให้ความหมายแก่ข้อมูลทำให้สามารถแก้ปัญหาข้างต้นได้ ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติแก่รายงานการประชุมแล้วแทนที่ด้วย Meta-data ในรูปแบบภาษา RDF โดยการให้คำอธิบายเชิงความหมายที่นำเสนอจะอาศัยเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายร่วมกับเทคโนโลยีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ ซึ่งในการทำนิพจน์ระบุนามจะใช้วิธีการ Pattern Recognition และ Ontology Entity Mapping จากการประเมินประสิทธิผลพบว่าผลลัพธ์จากการให้คำอธิบายเชิงความหมายมีค่า Precision อยู่ที่ 94.92%

คำสำคัญ: ออนโทโลยี RDF เทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย
การให้คำอธิบายเชิงความหมาย

Abstract

Nowadays official minutes are represented in unstructured text files which are difficult for automatic knowledge management. This is because computer systems cannot understand the contents of official minutes. Semantic web technology aims to give well-defined meaning to information which enables to address the problems. This paper proposes an automatic semantic annotation approach based on semantic web and natural language processing technologies. Moreover, we apply the Pattern Recognition and Ontology Entity Mapping techniques in Named Entity Recognition component. The approach will add meta-data to official minute contents and transform these into RDF format. Finally, the result of effectiveness evaluation shows that our approach reaches the Precision at 94.92%

Keywords: Ontology, RDF, Semantic Web Technology, Semantic Annotation.

1. บทนำ

รายงานการประชุมเป็นเอกสารราชการสำหรับบันทึกความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมประชุม และข้อสรุปของที่ประชุมไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ

ปัจจุบันรายงานการประชุมมักจะถูกจัดเก็บในรูปแบบ Text File ที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Document) ส่งผลให้ระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเข้าใจความหมายของเนื้อหาภายในเอกสาร และไม่สามารถประมวลผลโดยอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพเทียบเคียงมนุษย์ได้ ตัวอย่างเช่น การรวบรวมและกลั่นกรองเนื้อหาจากรายงานการประชุมยังคงต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ในการจัดการ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการดำเนินการ

เทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web Technology) [1] เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นในการให้ความหมายกับข้อมูล ผ่านการอธิบายข้อมูลด้วย Meta-data ซึ่งคำอธิบายพร้อมข้อมูลดังกล่าวจะแสดงในรูปแบบที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายและประมวลผลได้โดยอัตโนมัติ หากนำเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายมาประยุกต์ใช้กับการจัดการรายงานการประชุมจะทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายของเนื้อหา และสามารถจัดการคัดกรองข้อมูลตามวาระหรือหัวข้อการประชุมแทนมนุษย์ได้

การดำเนินการแปลงรายงานการประชุมให้อยู่ในรูปแบบเอกสารเชิงความหมายจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการให้

คำอธิบายเชิงความหมาย (Semantic Annotation) [2] อย่างไรก็ตามกระบวนการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยมนุษย์ (Manual Semantic Annotation) มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง เนื่องจากต้องอาศัยผู้มีความรู้ด้านโครงสร้างออนโทโลยี (Ontology) และรูปแบบภาษา RDF (RDF Statement) ในการดำเนินการ ซึ่งหาบุคคลดังกล่าวได้ยากในองค์กร นอกจากนี้กระบวนการให้คำอธิบายดังกล่าวต้องใช้เวลานาน จากปัญหาข้างต้นจึงมีความต้องการระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลง

บทความนี้นำเสนอวิธีการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยอัตโนมัติสำหรับรายงานการประชุม และแทนรายงานดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบภาษา RDF วิธีการนี้อาศัยเทคโนโลยีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) ร่วมกับเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย โดยออนโทโลยีรายงานการประชุมได้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อนำเอนทิตี้ต่าง ๆ ไปใช้สำหรับการอธิบายข้อมูลในรายงานการประชุม นอกจากนี้ยังประยุกต์วิธีการเทียบนิพจน์กับออนโทโลยีเอนทิตี้ (Ontology Entity Mapping) ร่วมกับวิธีการรู้จำโดยอาศัยรูปแบบที่กำหนด (Pattern Recognition) ที่เป็นวิธีการหลักในการดำเนินการนิพจน์ระบุนามซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการให้คำอธิบายเชิงความหมาย เพราะถ้าระบุประเภทนิพจน์ผิดพลาดจะส่งผลให้การให้คำอธิบายผิดพลาดเช่นกัน จากการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอนี้ให้ประสิทธิผลในการระบุนามและระบุความสัมพันธ์ระหว่างนิพจน์ในระดับดีมากสำหรับกรณีศึกษารายงานการประชุมของสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 RDF

RDF (Resource Description Framework) [3] เป็นภาษาที่อาศัยไวยากรณ์ของภาษา XML เพื่อแสดงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ ในเอกสาร RDF จะใช้ Meta-data ที่สัมพันธ์กับคำศัพท์ที่มีการนิยามไว้ในออนโทโลยี การแทนข้อมูลในรูปแบบ RDF จะอาศัย Statement ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ Subject (ใช้แทนข้อมูลต่าง ๆ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ และแนวคิดอื่น ๆ ที่ต้องการอธิบาย) Predicate (ใช้แทนแทนความสัมพันธ์ระหว่าง Subject และ Object) และ Object (ใช้แทนคุณลักษณะของ Subject) RDF Statement สามารถแสดงในรูปแบบกราฟที่มีองค์ประกอบหลักคือ โหนด (Nodes) และเส้น (Edge) โดยโหนดมี 2 ชนิด คือ Resource และ Literal ในที่นี้ Literal จะแทนค่าคงที่เช่น ตัวอักษร และตัวเลข ส่วน Resource จะแทนด้วย URI โดย Resource จะสามารถเป็นได้ทั้ง Subject และ Object ของ Statement ส่วนเส้นจะเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างโหนดหรือ Predicate นั่นเอง

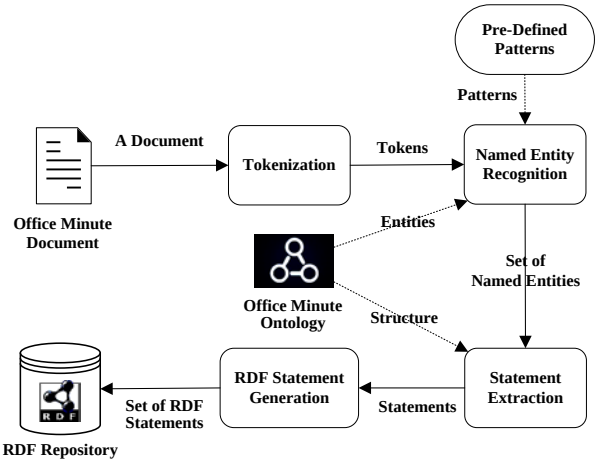
2.2 ระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติ

การให้คำอธิบายเชิงความหมาย เป็นกระบวนการสำหรับเพิ่มส่วนคำอธิบาย หรือ Meta-data ให้กับข้อมูล โดย Meta-data นี้จะสอดคล้องกับคำศัพท์ที่มีการนิยามไว้ในออนโทโลยีวัตถุประสงค์การให้คำอธิบายเชิงความหมายเพื่อแปลงข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง เช่น ข้อมูลในรูปแบบ Text File ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงความหมาย ปัจจุบันมีงานวิจัยหลากหลายที่มุ่งศึกษาวิธีการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยอัตโนมัติได้แก่

Djioua และ Desclés [4] นำเสนอระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติร่วมกับออนโทโลยีสำหรับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในโดเมนการสื่อสารขององค์กร ข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สกัดได้จากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มคำศัพท์ในออนโทโลยีโดยใช้วิธีการอนุมานจากบริบท (Contextual Exploration) เพื่อระบุประเภทให้กับข้อมูล จากนั้นข้อมูลจะถูกแทนด้วย Meta-data ในรูปแบบภาษา XML นอกจากนี้ Smine และคณะ [5] ได้นำเสนอระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติร่วมกับออนโทโลยี สำหรับวัตถุการเรียนรู้ (Learning Object) โดยใช้วิธีการเดียวกันกับ Djioua และ Desclés และผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงด้วย Meta-data ในรูปแบบภาษา XML เช่นเดียวกัน

Jellouli และ Mohajir [6] ได้นำเสนอระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติสำหรับข้อมูลการท่องเที่ยวบนเว็บที่เป็นภาษาอังกฤษ Jellouli และ Mohajir ใช้วิธีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ ได้แก่ การตัดคำ การรู้จำนิพจน์ระบุนาม โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกแทนคำอธิบายด้วย Meta-data ในรูปแบบภาษา RDF ส่วน Albukhitan และ Tarek [7] นำเสนอระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดย

วิธีอัตโนมัติสำหรับข้อมูลบนเว็บภาษาอาหรับในโดเมน อาหาร โภชนาการ และสุขภาพ ซึ่งวิธีการนำเสนอมีความคล้ายคลึงกับ Jellouli และ Mohajir แต่มีความแตกต่างในส่วนของการตัดคำและวิธีการรู้จำประเภทนิพจน์เนื่องจากภาษาอาหรับมีรูปแบบภาษาที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษ ส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากระบบจะแสดงอยู่ในรูปแบบภาษา RDF



ภาพที่ 1: สถาปัตยกรรมการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สถาปัตยกรรมระบบการให้คำอธิบายเชิงความหมาย

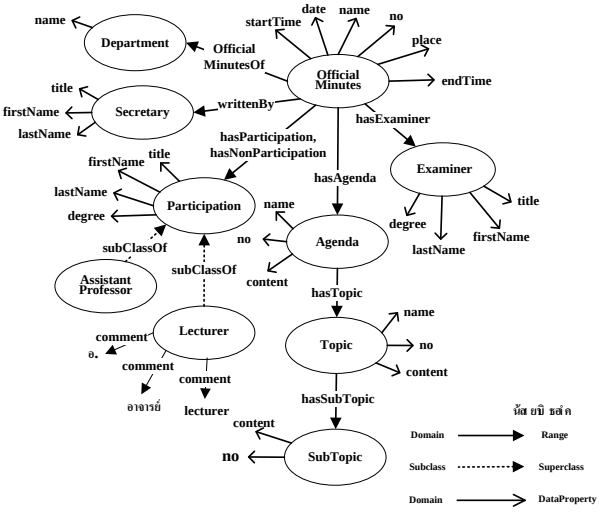
สถาปัตยกรรมการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติสำหรับรายงานการประชุมได้แสดงในภาพที่ 1 ซึ่งสถาปัตยกรรมนี้จะสอดคล้องกับสถาปัตยกรรมพื้นฐานเช่นเดียวกับงานวิจัย [4], [5], [6], [7] โดยสถาปัตยกรรมมีองค์ประกอบต่าง ๆ ในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

เริ่มต้น ระบบจะอ่านข้อมูลจากไฟล์รายงานการประชุมที่มีนามสกุล DOC หรือ DOCX เข้าสู่ระบบ และจะส่งข้อมูลไปยัง (1) องค์ประกอบการตัดคำ (Tokenization) เพื่อตัดข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของกลุ่มนิพจน์ (Tokens) แล้วส่งไปประมวลต่อที่ (2) องค์ประกอบการทำนิพจน์ระบุนาม (Named Entity Recognition) การทำงานในส่วนนี้จะระบุนามหรือกำหนดประเภทให้แต่ละนิพจน์ และจัดเก็บนิพจน์ที่ได้รับการระบุนาม (Named Entities) ลงในตาราง จากนั้น (3) องค์ประกอบการสกัดโครงสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล (Statement Extraction) จะสกัดความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มนิพจน์โดยเทียบความสัมพันธ์ดังกล่าวกับโครงสร้างความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในออนโทโลยี และส่งกลุ่มนิพจน์ระบุนามและความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มนิพจน์ (Statements) ไปยัง (4) องค์ประกอบการสร้างเอกสาร RDF (RDF Statement Generation) เพื่อสร้างและจัดเก็บเอกสาร RDF ดังกล่าวเป็นฐานความรู้เชิงความหมาย

3.2 การพัฒนาออนโทโลยีรายงานการประชุม

ออนโทโลยีรายงานการประชุมได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอนทีตี้ต่าง ๆ ไปใช้ในการให้คำอธิบายข้อมูลเชิงความหมายแก่รายงานการประชุม เริ่มต้นคณะผู้วิจัยได้รวบรวมองค์ความรู้ด้านรายงานการประชุมจาก (1) ระเบียบวาระการประชุม [8] และ (2) รายงานการประชุมสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จากนั้นจะดำเนินการวางขอบเขตของออนโทโลยีโดยใช้วิธีการตั้งคำถาม Competency Question [9]

ในการพัฒนาออนโทโลยีจะอาศัยแนวทางของ Noy และ McGuiness [9] ซึ่งเป็นการนำองค์ความรู้ที่รวบรวมได้มาแจกแจงคำศัพท์เพื่อใช้ออกแบบ จากนั้นจะกำหนดคลาส (Classes) คุณสมบัติ (Properties) เงื่อนไข (Constrains) ตลอดจนการกำหนด อินสแตนซ์ (Instances) เมื่อออกแบบครบถ้วนแล้วจะทำการพัฒนาออนโทโลยีโดยใช้เครื่องมือชื่อ Protégé [10] โครงสร้างของออนโทโลยีที่ออกแบบไว้แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ออนโทโลยีรายงานการประชุม

จากภาพที่ 2 ออนโทโลยีรายงานการประชุมประกอบด้วย 8 คลาสหลัก ที่มีความสัมพันธ์หลักได้แก่ “OfficialMinutes” ซึ่งใช้แทนรายงานการประชุม มีความสัมพันธ์กับคลาส “Agenda” ที่ใช้อธิบายวาระการประชุมผ่าน Object Property

“hasAgenda” คลาส “Topic” เป็นคลาสที่ใช้อธิบายหัวข้อการประชุม จะเกี่ยวข้องกับคลาส “Agenda” ผ่าน Object Property “hasTopic” นอกจากนี้คลาส “OfficialMinutes” สัมพันธ์กับคลาส “Participation” ผ่าน Object Property “hasParticipation” ที่แทนความสัมพันธ์ของการมีผู้เข้าร่วมประชุม และ “hasNonParticipation” ที่แทนความสัมพันธ์ของการไม่เข้าร่วมประชุม

ในการตรวจสอบว่าออนโทโลยีที่ออกแบบมีความเหมาะสมและครอบคลุมตามขอบเขตที่ได้วางไว้หรือไม่ คณะผู้วิจัยใช้วิธีการสร้าง SPARQL Query เพื่อตอบคำถาม Competency Question ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนแรกของการออกแบบ ซึ่งการตรวจสอบในเบื้องต้นพบว่า ออนโทโลยีสามารถตอบคำถาม Competency Question ได้ครบถ้วน จึงสรุปได้ว่าออนโทโลยีรายงานการประชุมเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการให้คำอธิบายรายงานการประชุม

3.3 การให้คำอธิบายเชิงความหมาย

3.3.1 องค์ประกอบการตัดคำ (Tokenization)

การตัดคำเป็นการกำหนดช่วงของชุดสายอักขระที่เรียงต่อกัน เพื่อหาขอบเขตของหน่วยคำที่ปรากฏในรายงานการประชุม โดยหน่วยคำเหล่านี้จะเรียกว่า กลุ่มนิพจน์ เนื่องจากภาษาไทยมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างไปจากภาษาอังกฤษ จึงต้องใช้วิธีการและเครื่องมือเฉพาะ ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือชื่อ LongLexTo [11] ที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ซึ่งเครื่องมือนี้ใช้วิธีการตัดคำตามพจนานุกรมแบบยาวที่สุด นอกจากนี้ LongLexTo ยังอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มคำศัพท์ตามขอบเขตที่สนใจได้ ยกตัวอย่างผลลัพธ์การตัดคำโดยใช้ LongLexTo เมื่อมีชุดสายอักขระเข้ามาในระบบคือ “การประชุมครั้งที่ 07/2556 มีผู้เข้าร่วมประชุม อาจารย์ดร.สิรยา สิทธิสาร” องค์ประกอบนี้จะตัดคำได้เป็น “|การประชุม|ครั้งที่| |07|/|2556| |มีผู้เข้าร่วมประชุม| |อาจารย์|ดร.|สิรยา| |สิทธิสาร|” จากนั้นจะส่งกลุ่มนิพจน์ไปยังองค์ประกอบการทำนิพจน์ระบุนาม

3.3.2 องค์ประกอบการทำนิพจน์ระบุนาม

การทำนิพจน์ระบุนามเป็นการระบุประเภทของนิพจน์ เช่น “สิรยา” จะถูกระบุประเภทของนิพจน์เป็นชื่อบุคคล เป็นต้น โดยบทความนี้ได้ประยุกต์การทำนิพจน์ระบุนามผ่าน 2 วิธีการ คือ 1) วิธีการรู้จำโดยอาศัยรูปแบบที่กำหนด (Pattern Recognition) และ 2) วิธีการเทียบนิพจน์กับออนโทโลยีเอนทิตี้ (Ontology Entity Mapping)

1) วิธีการรู้จำโดยอาศัยรูปแบบที่กำหนด

วิธีการรู้จำโดยอาศัยรูปแบบที่กำหนดเป็นวิธีการเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์รู้จำการแยกแยะนิพจน์โดยเน้นวิธีการกำหนดรูปแบบและตำแหน่งของนิพจน์ที่ปรากฏในรายงาน โดยจะยกตัวอย่างการกำหนดรูปแบบการรู้จำบุคคลดังนี้

รูปแบบการรู้จำบุคคล =: [(‘ตำแหน่งทางวิชาการ’) (‘คุณวุฒิการศึกษา’) (‘ชื่อบุคคล’)( )(‘นามสกุลบุคคล’)] ;

ตำแหน่งทางวิชาการ =: [(‘อาจารย์’)|(‘ผู้ช่วยศาสตราจารย์’)| (‘รองศาสตราจารย์’)|(‘ศาสตราจารย์’)] ;

สืบเนื่องจากกลุ่มนิพจน์ที่ได้จากการตัดคำคือ “|อาจารย์|ดร.|สิรยา| |สิทธิสาร|” จะพบว่ากลุ่มนิพจน์ดังตัวอย่างสามารถระบุนามผ่านรูปแบบการรู้จำบุคคลได้ว่า นิพจน์ “อาจารย์” ตรงกับตำแหน่งทางวิชาการ นิพจน์ “ดร.” ตรงกับตำแหน่งคุณวุฒิการศึกษา นิพจน์ “สิรยา” ตรงกับตำแหน่งชื่อบุคคล และนิพจน์ “สิทธิสาร” ตรงกับตำแหน่งนามสกุลบุคคล อย่างไรก็ตามนิพจน์บางอย่าง เช่น “มีผู้เข้าร่วมประชุม” ไม่มีรูปแบบการรู้จำที่ชัดเจนเหมือนอย่างชื่อบุคคล ส่งผลให้ระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถระบุประเภทแก่กลุ่มนิพจน์ดังกล่าวได้ จึงต้องใช้วิธีการเทียบนิพจน์กับออนโทโลยีเอนทิตี้

2) วิธีการเทียบนิพจน์กับออนโทโลยีเอนทิตี้

วิธีการเทียบนิพจน์กับออนโทโลยีเอนทิตี้ เป็นการนำกลุ่มนิพจน์มาเทียบกับออนโทโลยีเอนทีตี้ต่าง ๆ เช่น การเทียบกับคลาส คุณสมบัติ และ อินสแตนซ์ เป็นต้น จากตัวอย่างข้างต้นจะสามารถเทียบนิพจน์ “มีผู้เข้าร่วมประชุม” ว่าเป็น Object Property ที่มีชื่อ “hasParticipation” ดังนั้นจึงสามารถระบุได้ว่านิพจน์ “มีผู้เข้าร่วมประชุม” เป็นประเภทความสัมพันธ์ระหว่างคลาส OfficialMinutes และ Participation

ในการเทียบจะอาศัยเครื่องมือที่สนับสนุนการทำดรรชนี (Index) และการสืบค้นที่ชื่อ Lucene [12] โดยเริ่มต้น Label และ Comment ของออนโทโลยีเอนทีตี้ ตลอดจนอินสแตนซ์ของคลาสต่าง ๆ จะถูกนำมาทำดรรชนี จากนั้นนิพจน์จะถูก

กำหนดให้เป็น Keyword สำหรับการค้นหาเปรียบเทียบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบจะปรากฏ คลาส คุณสมบัติ หรือ อินสแตนซ์ ที่สอดคล้องกับนิพจน์ ดังนั้นระบบคอมพิวเตอร์จึงรู้จำได้ว่านิพจน์ดังกล่าวเป็นนามประเภทใด

3.3.3 องค์ประกอบการสกัดโครงสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล

การสกัดโครงสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล เป็นองค์ประกอบที่รับกลุ่มนิพจน์ระบุนามจากองค์ประกอบก่อนหน้าเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างนิพจน์ตามโครงสร้างของออนโทโลยี โดยโครงสร้างความสัมพันธ์ของออนโทโลยีประกอบด้วย Domain Object/Data Property และ Range จากตัวอย่างออนโทโลยีในภาพที่ 2 จะมีโครงสร้างความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: โครงสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล

Domain	Object/Data Property	Range
OfficialMinutes	hasParticipation	Participation
OfficialMinutes	no	Literal
OfficialMinutes	date	Literal
Participation	firstName	Literal
Participation	lastName	Literal

จากองค์ประกอบการระบุนามนิพจน์อาจจะได้ข้อมูล “สิรยา” เป็นชื่อบุคคลที่เข้าร่วมประชุม และ “07/2556” เป็นข้อมูลครั้งที่ของการประชุม ดังนั้นจึงสามารถสกัดความสัมพันธ์ของนิพจน์ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: กลุ่มนิพจน์ระบุนามที่สอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูล

Domain	Object/Data Property	Range
Participation	firstName	“สิรยา”
Participation	lastName	“สิทธิสาร”
OfficialMinutes	no	“07/2556”
OfficialMinutes	date	“31 กรกฎาคม 2556”
OfficialMinutes “07/2556”	hasParticipation “มีผู้เข้าร่วมประชุม”	Participation “สิรยา สิทธิสาร”

กลุ่มนิพจน์ที่สอดคล้องกับโครงสร้างความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 2 จะเป็น Statements ที่จะส่งไปยังองค์ประกอบการสร้างเอกสาร RDF

3.3.4 องค์ประกอบการสร้างเอกสาร RDF

องค์ประกอบการสร้างเอกสาร RDF เป็นการนำกลุ่มนิพจน์ที่สอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูลจากองค์ประกอบก่อนหน้ามาสร้างให้อยู่ในรูปแบบภาษา RDF โดยเครื่องมือ Jena API [13]

การสร้างเอกสาร RDF จะเริ่มจากการโหลดออนโทโลยีรายงานการประชุมที่แสดงในรูปแบบภาษา OWL เก็บใน Ontology Model ของ Jena จากนั้นจะใช้ออนโทโลยีเอนทีตี้เพื่ออธิบายนิพจน์แบ่งตามประเภทและความสัมพันธ์ที่ปรากฏในตารางที่ 1 และ 2 โดยผลจากการอธิบายจะถูกแทนที่ด้วยรูปแบบ RDF Statements ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:om="http://localhost/om#">
  <om:OfficialMinutes rdf:about="http://localhost/om#07_2556.doc">
   <om:no>07/2556</om:no>
   <om:date>31 กรกฎาคม 2556</om:date>
   <om:hasParticipation>
     < om:Lecturer rdf:about="http://localhost/om#Siraya">
      <om:degree>ดร.</om:degree>
      <om:lastName>สิทธิสาร</om:lastName>
      <om:firstName>สิรยา</om:firstName>
     </om:Lecturer>
   </om:hasParticipation>
  </om:OfficialMinutes>
</rdf:RDF>
```

ภาพที่ 3: ตัวอย่างเอกสาร RDF รายงานการประชุม

4. การประเมินประสิทธิผล

การประเมินประสิทธิผลของการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการระบุนามนิพจน์และสกัดความสัมพันธ์ระหว่างนิพจน์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องของการให้คำอธิบาย ในการประเมินจะใช้เกณฑ์ คือ ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความถูกต้อง (Recall) โดย Precision = $\frac{TP}{TP+FP}$ และ Recall = $\frac{TP}{TP+FN}$ ในที่นี้ TP คือจำนวนนิพจน์ที่ถูกระบุนามถูกต้อง FP คือจำนวนนิพจน์ที่ถูกระบุนามไม่ถูกต้อง และ FN คือจำนวนนิพจน์ที่ไม่ถูกระบุนาม

ในการทดลองคณะผู้วิจัยใช้เอกสารที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐาน [8] ทั้งหมด 87 ฉบับ ประกอบด้วยนิพจน์จำนวน 1991 นิพจน์ ผลลัพธ์จากองค์ประกอบการทำนิพจน์ระบุนามจะถูกจัดเก็บลงในตารางที่แยกตามคลาสในออนโทโลยี และผลการสกัดความสัมพันธ์ระหว่างนิพจน์ระบุนามจะจัดเก็บในตารางเพื่อความสะดวกในการประเมิน จากนั้นนำนิพจน์ต่าง ๆ ที่จัดเก็บในตารางมาหาค่าเฉลี่ย Precision และ Recall

ตารางที่ 3: ผลการสกัดนิพจน์ระบุนามประเภท Data Property

Classes	Sets of Named entities	Precision	Recall
OfficialMinutes	no	100.00%	93.75%
	name	100.00%	93.75%
	date	100.00%	93.75%
Agenda	no, name, content	98.36%	95.23%
Topic	no, name, content	95.96%	85.38%
Participation	position	100.00%	99.12%
	degree	100.00%	98.27%
	firstName, lastName	100.00%	99.18%
Examiner	position	86.66%	86.66%
	degree	71.42%	71.42%
	firstName, lastName	86.66%	86.66%
Secretary	title, firstName, lastName	100.00%	93.75%

ตารางที่ 4: ผลการสกัดความสัมพันธ์ของนิพจน์ผ่าน Object Property

Classes (Domain/Range)	Sets of Relation	Precision	Recall
OfficialMinutes/Agenda	hasAgenda	98.36%	95.23%
OfficialMinutes/ Participation	hasParticipation	100.00%	100.00%
	hasNonParticipation	100.00%	95.54%
Agenda/Topic	hasTopic	95.68%	85.38%
OfficialMinutes/Examiner	hasExaminer	86.66%	86.66%
OfficialMinutes/Secretary	writtenBy	100.00%	93.75%

ผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่าการระบุนามนิพจน์ประเภท Data Property มีประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก เนื่องจากนิพจน์เหล่านี้จะตรงกับรูปแบบการรู้จำและสอดคล้องกับออนโทโลยีเอนทิตี้ที่คณะผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ยกเว้นนิพจน์ “degree” ของคลาส “Examiner” ในตารางที่ 3 ที่พบว่ามีค่า Precision และ Recall ที่ต่ำกว่าเนื่องจากวิธีการทำนิพจน์ระบุนามในบทความนี้ยังไม่รองรับปัญหาการสะกดคำผิด

ส่วนในตารางที่ 4 พบว่าการทำนิพจน์ระบุนามประเภท Object Property มีประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมากเช่นกัน เนื่องจากความถูกต้องของผลการสกัดความสัมพันธ์ของนิพจน์จะสอดคล้องกับผลลัพธ์จากตารางที่ 3

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการให้คำอธิบายเชิงความหมายโดยวิธีอัตโนมัติสำหรับรายงานการประชุมที่ใช้วิธีการ Pattern Recognition และ Ontology Entity Mapping โดยผลการประเมินในเบื้องต้นพบว่ากระบวนการทำนิพจน์ระบุนามมีค่า Precision และ Recall ในเกณฑ์สูงมาก ส่งผลให้กระบวนการให้คำอธิบายเชิงความหมายมีความถูกต้องสูงด้วยเช่นกัน

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้รองรับการให้คำอธิบายเชิงความหมายในระดับโครงสร้างของเอกสารเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถให้คำอธิบายเชิงความหมายในระดับเนื้อหาของเอกสาร ดังนั้นในอนาคตคณะผู้วิจัยจะพัฒนาออนโทโลยีและวิธีการเพื่อรองรับการให้คำอธิบายเชิงความหมายในระดับเนื้อหาของเอกสาร นอกจากนี้ในอนาคตคณะผู้วิจัยจะทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการที่นำเสนอในบทความนี้กับวิธีการให้คำอธิบายอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Hendler, T.Berners-Lee and E. Miller, “Integrating Applications on the Semantic Web” *Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan*, Vol 122, No. 10, pp. 676-680, 2002.

[2] V. Urena, P. Cimianob, J. Iriac, S. Handschuhd, M. Vargas-Veraa, E. Mottaa and F. Ciravegnac, "Semantic annotation for knowledge management: Requirements and a survey of the state of the art" *Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, Vol. 4, No. 1, pp. 14–28, 2006.

[3] F. Manola, E. Miller and B. McBride “RDF 1.1 Primer. W3C recommendation”, Retrieved November 20, 2013, from http://www.w3.org/TR/rdf11-primer/

[4] B. Djioua and J.P. Desclés “Indexing Documents by Discourse and Semantic Contents from Automatic Annotations of Texts” *On FLAIRS Conference*, pp. 356-361. 2007.

[5] B. Smine, R. Faiz and J. Descles “Extracting relevant learning objects using a semantic annotation method” *IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS. On Education and e-Learning Innovations (ICEELI) International Conference*, pp. 1-6. 2012.

[6] I. Jellouli I and M.E. Mohajir “toward automatic semantic annotation of data rich web page” . *IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS. On Research Challenges in Information Science Third International Conference.* pp. 139-142. 2009.

[7] S. Albukhitan and H. Tarek “Automatic Ontology-based Annotation of Food, Nutrition and Health Arabic Web Content” *On The 4th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2013)*, pp. 461-469. 2013.

[8] สำนักนายกรัฐมนตรี, “ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยงานสารบรรณ พ.ศ. 2526,” กรุงเทพ : สำนักงาน ก.พ. หน้า 6-8.

[9] N. F. Noy, McGuinnes, and L. Deborah “Ontology development 101: A guide to creating your first ontology”

Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880 , pp. 1-25. 2001.

[10] Stanford University. “Protégé”, Retrieved November 20, 2013, from http://protege.stanford.edu/

[11] C. Haruechaiyasak. “Longlexto: Tokenizing Thai texts using longest matching approach” 2006.

[12] The Apache Software Foundation. “Lucene”, Retrieved November 20, 2013, from http://lucene.apache.org/

[13] P. Mccarthy “Introduction to Jena: Use RDF Models in Your Java Applications with the Jena Semantic Web Framework”, Retrieved November 20, 2013, from http://www.ibm.com/developerworks/xml/library/j-jena/

การศึกษาพฤติกรรมการใช้ฟังก์ชันสืบค้นองค์ความรู้ในระบบจัดการความรู้ขนาดใหญ่ บนเวิลด์ไวด์เว็บ : กรณีศึกษา พันทิปดอทคอม

A Study of Usage Behavior of Knowledge Retrieval Function of a Large Scale Knowledge Management System on WWW: A Case Study of pantip.com

นิตยา คำแบน(Nittaya Kamban)[1] และวรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา(Worasit Choochaiwattana)[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการความรู้ [2]สาขาวิชาวิศวกรรมเว็บ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[1]nittaya1901@gmail.com, [2]worasit.cha@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติของผู้ใช้ และศึกษาพฤติกรรมการใช้ฟังก์ชันการสืบค้นองค์ความรู้ในระบบจัดการความรู้ขนาดใหญ่ กรณีศึกษาเว็บไซต์พันทิป รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติและพฤติกรรมการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบสืบค้นองค์ความรู้ที่ให้ข้อมูลสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ใช้งานเว็บไซต์พันทิป มีขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 352 ราย โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักของการวิจัย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้ต้องการให้ระบบมีความสามารถในการแสดงผลการสืบค้น คือ 1) เรียงตามลำดับตามความเกี่ยวข้องและตามช่วงเวลา 2) ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนผลลัพธ์ที่แสดงได้ 3) การจำกัดคำที่ไม่ต้องการในกระทู้

คำสำคัญ: ค้นคืนองค์ความรู้ ระบบการจัดการความรู้

Abstract

This paper aims at studying attitude and usage behavior of knowledge retrieval function of a large scale knowledge management system, case study of Pantip website, and also aims at studying relationships between attitude and usage behavior of knowledge retrieval. The goal for this research project is to obtain preliminary results, which can be used as a guideline for designing knowledge retrieval system. The population for this research study was a group of users of Pantip.com. Random selection was applied. The sample size is 352 people. Questionnaire was used as a research tool. In addition, descriptive statistics such as mean, standard deviation, and frequencies, as well as hypothesis testing such as Chi-Square Test, T-Test, and One-Way ANOVA, were applied. The result of this research project showed that when users use a knowledge retrieval function of knowledge management system, they would like the function to display retrieval results ordered by relevance and chronology. In addition, they would like to have a control on specifying number of search results per page. Excluding some keywords in the result list is another preference feature that they would like to have. These results could be applied when designing a knowledge retrieval function of knowledge retrieval system in the future.

Keywords: Knowledge Retrieval, Knowledge Management System.

1. บทนำ

ข้อมูลสารสนเทศในปัจจุบันมีเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการรับข้อมูลสารสนเทศ ช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศที่มีหลากหลายมากขึ้นกว่าในอดีต โดยเฉพาะเว็บไซต์ ที่เป็นแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ อันเนื่องมาจากความรู้ไม่สามารถที่จะถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่ง ไปสู่อีกบุคคลหนึ่งเสมอไป จึงต้องมีแหล่งเก็บรวบรวมความรู้ ให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้

อย่างรวดเร็ว นั่นก็คือ ระบบสารสนเทศ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการกระจายความรู้ โดยเว็บไซต์ก็เป็นแหล่งเก็บรวบรวมความรู้ประเภทหนึ่ง สำหรับประเทศไทยเว็บไซต์พันทิป เป็นเว็บไซต์ของไทยที่ประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาสังคมออนไลน์ให้เกิดประโยชน์ ทั้งทางสังคมการเรียนรู้และทางธุรกิจ โดยเฉพาะเป็นสื่อกลางของคนไทยที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลองค์ความรู้ในด้านต่างๆ อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถเข้าใช้งานพันทิปได้ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือแท็บเล็ต ด้วยความง่ายในการใช้งาน ความต้องการข้อมูลในด้านต่างๆของผู้บริโภคล้วนได้รับการตอบสนองจากเว็บไซต์พันทิปอย่างรวดเร็วจนเป็นที่พอใจของผู้ใช้งาน ทำให้เกิดพฤติกรรมในการพึ่งพาเว็บไซต์พันทิปในการหาข้อมูลสินค้าและบริการ ประเด็นสำคัญ หรือความรู้ต่างๆ ที่เป็นที่สนใจของสังคม ด้วยบทบาทที่สำคัญของเว็บไซต์พันทิปดังที่กล่าวมา เว็บไซต์พันทิปจึงเป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้ในด้านต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ผู้ใช้สามารถสืบค้นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

ระบบการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval System) [1] คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดรูปแบบการนำเสนอ การจัดเก็บ และการเข้าถึงตัวเอกสาร หรือข้อมูลในเอกสาร ระบบการค้นคืนสารสนเทศ เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้ที่ต้องการข้อมูลและกลุ่มข้อมูล ทั้งนี้ จุดมุ่งหมายของระบบคือ คัดเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการใช้และกรองเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ต้องการออกไป

องค์ประกอบและวิธีการทำงานของโปรแกรมค้นหา [3] โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) สไปเดอร์ (Spider) ทำหน้าที่เดินทางไปยังเว็บไซต์ต่างๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและส่งข้อมูลที่ได้กลับมายังตัวจัดทำดรรชนีและฐานข้อมูล 2) ตัวทำดรรชนีและฐานข้อมูล (Indexer and database) ทำหน้าที่เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับจากตัวสำรวจ โดยในส่วนนี้จะมีซอฟต์แวร์ (Software) ที่ช่วยในการจัดทำดรรชนีเพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลได้สะดวกขึ้น 3) โปรแกรมสืบค้นข้อมูล (Search engine software) ทำหน้าที่เปรียบเทียบความเกี่ยวข้องระหว่างคำที่ผู้ใช้ป้อนลงไป กับคำที่มีการจัดทำดรรชนีแก่เอกสาร ว่ามีความตรงกันมากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงจัดลำดับความเกี่ยวข้องของเอกสารหรือข้อมูลที่ตรงกับคำค้นที่ผู้ใช้ทำการสืบค้น

2.2 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และ ศิพาณี นุชิตประสิทธิชัย [1] ศึกษาเรื่อง ระบบการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-Gram มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อพัฒนาระบบการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-Gram เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ค่าความแม่นยำ Precision และค่าความถูกต้อง Recall ในการค้นคืน โดยผลได้จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับดี และระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ธนาวดี วรรษสกุล [2] ได้นำเสนอการจัดการความรู้ผ่านการสื่อสารบนเว็บ จากผลการวิจัยพบว่า บล็อกเกอร์ไทยมีวิธีการจัดการความรู้อยู่ในระดับมาก ในเรื่องการเข้าถึงและการเผยแพร่ความรู้ที่โดดเด่นกว่าเรื่องอื่นๆ ในกระบวนการจัดการความรู้ทั้งหมด นอกจากนี้ผลการวิจัยยังระบุอีกด้วยว่ามีบล็อกเกอร์เพียงจำนวนน้อยที่มีปฏิสัมพันธ์อย่างสนิทสนมกับผู้อ่านบล็อกหรือบล็อกเกอร์คนอื่นๆ เป็นผลให้อัตราการเติบโตขององค์ความรู้ภายในชุมชนบล็อกเกอร์ไทยอยู่ในระดับปานกลาง

จิราวรรณ ปี่ทอง [4] ได้นำเสนอการวิจัยเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตต่อการสืบค้นฐานข้อมูลสารสนเทศด้านกล้วยไม้บนเครือข่าย sessiam.com ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ-วางรูปแบบ ด้านการเข้าไปค้นหาความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร และด้านประโยชน์-การนำไปใช้

สุระพล ริยะนา [5] ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้การค้นคืนสารสนเทศบนฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการประยุกต์ใช้การค้นคืนสารสนเทศบนฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยใช้หลักการ การค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) โดยเลือกใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของบริษัท Microsoft คือ Microsoft SQL Server Version 2008 R2 และจัดเตรียมระบบแยกคำหลักโดยใช้ระบบ ICU ของบริษัท IBM มีการพัฒนา Algorithm โดยใช้ภาษา C# ของ Microsoft พร้อมทั้งได้นำไปประยุกต์ใช้งานจริงบนระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ผลการศึกษาค้นคว้าใน

ครั้งนี้ พบว่าผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงานในระดับสูง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) จากการสำรวจความคิดเห็นด้วยแบบสอบถาม ขั้นตอนการดำเนินงานของการจัดทำงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในวิธีการสำรวจความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามจะต้องเป็นผู้ที่สืบค้นข้อมูลจากพันทิป จำนวน 400 ราย จากจำนวนผู้ใช้งานเว็บไซต์พันทิป ซึ่งมีจำนวนสมาชิก 700,000 ราย มีจำนวนเพจวิว 7,000,000 หน้าต่อวัน หากวัดด้วยจำนวนผู้ใช้แบบเยี่ยมชมไม่ซ้ำพบว่ามีผู้ใช้ทั้งหมด 1,000,000 คนต่อวัน โดยการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคำนวณหากลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane ดังสูตรต่อไปนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ราย เป็นผู้กรอกแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานเว็บไซต์พันทิปทั้งในกลุ่มที่เป็นสมาชิก และผู้ใช้งาน 2) ทำการตรวจสอบข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถามและทำการแยกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก 3) นำแบบสอบถามที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วมาลงรหัสเพื่อประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนของการวิจัยเชิงคุณภาพเมื่อรวบรวมข้อมูลได้ครบตามต้องการแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาประมวลผลเพื่อใช้สนับสนุนเหตุผลของการวิจัยเชิงปริมาณ ในส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณผู้วิจัยนำข้อมูลมาประมวลผลด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยใช้สถิติร้อยละ (Percentage) และหาค่าเฉลี่ย (Average) เพื่อนำมาอภิปรายผลงานวิจัย

3.4 สมมติฐานการวิจัย แบ่งเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

สมมติฐานการวิจัยที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานเว็บไซต์พันทิปที่แตกต่างกันมีทัศนคติการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิปที่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัยที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้เว็บไซต์พันทิปมีความ สัมพันธ์กับพฤติกรรมการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป

สมมติฐานการวิจัยที่ 3 ทัศนคติต่อการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิปมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป

สมมติฐานการวิจัยที่ 4 วิธีการสืบค้นองค์ความรู้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 ราย แบบสอบถามที่สามารถใช้งานได้จำนวน 352 ชุด ซึ่งเก็บข้อมูลตามพื้นที่ต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร และ เก็บข้อมูลออนไลน์ โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม – ตุลาคม พ.ศ. 2557 มีสมมติฐานกำหนดไว้ 4 ข้อ ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยหากผลการทดสอบปรากฏว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ยอมรับสมมติฐานทางรอง (H_1) แสดงว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นจริง ในทางตรงกันข้าม หากผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และปฏิเสธสมมติฐานรอง (H_1) แสดงว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้ไม่เป็นจริงดังที่คาดไว้ ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยทั้ง 4 ข้อ ดังนี้

สมมติฐานการวิจัยที่ 1 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์จากเพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ในการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และระยะเวลาในการเป็นสมาชิกเว็บไซต์พันทิป พบว่า เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ในการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ ระยะเวลาในการเป็นสมาชิก เว็บไซต์พันทิป มีทัศนคติที่ไม่แตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพการค้นคืนความรู้ ด้านผลลัพธ์ในการค้นคืนความรู้ ด้านความรู้ความเข้าใจที่มีต่อระบบสืบค้น แต่ผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพการค้นคืนองค์ความรู้จำแนกตามประสบการณ์ในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1: ผลการเปรียบเทียบระดับทัศนคติการสืบค้นข้อมูลในเว็บไซต์พันทิปด้านประสิทธิภาพการค้นคืนความรู้ จำแนกตามประสบการณ์ในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประสบการณ์ในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	$\overline{X}$	น้อยกว่า 4 ปี	ระหว่าง 4-6 ปี	ระหว่าง 7-9 ปี	มากกว่า 9 ปี
		4.31	4.00	3.82	3.77
น้อยกว่า 4 ปี	4.31	-	0.31	0.49	0.54*
Sig.			(0.275)	(0.067)	(0.005)
ระหว่าง 4-6 ปี	4.00		-	0.18	0.23
Sig.				(0.555)	(0.343)
ระหว่าง 7-9 ปี	3.82			-	0.05
Sig.					(0.829)
มากกว่า 9 ปี	3.77				-

สมมติฐานการวิจัยที่ 2 พบว่า เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ ระยะเวลาในการเป็นสมาชิกเว็บไซต์พันทิป ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้เว็บไซต์พันทิปกับพฤติกรรมในเรื่องเหตุผลที่ไม่ใช้ระบบ Smart Search ของเว็บไซต์พันทิป มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2: ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้เว็บไซต์พันทิปกับพฤติกรรมในเรื่องเหตุผลที่ไม่ใช้ระบบ Smart Search ของเว็บไซต์พันทิป

ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้เว็บไซต์พันทิป	เหตุผลสำคัญที่ทำให้ไม่ใช้ระบบ Smart Search ของเว็บไซต์พันทิป					รวม	χ^2	Sig
	ไม่สนใจ	ไม่ทราบว่ามีระบบ Smart Search	ไม่มีความจำเป็นต้องใช้	ใช้ไม่เป็น	อื่นๆ			
.1เพศ							1.536	.824
ชาย	24	37	24	12	9	106		
หญิง	36	51	23	14	12	136		
.2อายุ							12.549	.712
ต่ำกว่า 14 ปี	0	1	0	0	0	1		
15-24 ปี	15	20	10	8	3	56		
25-34 ปี	29	39	24	9	11	112		
35-49 ปี	15	20	13	8	6	62		
50 ปีขึ้นไป	1	8	0	1	1	11		
.3ประสบการณ์ในการใช้คอม พิวเตอร์							38.400*	.004
น้อยกว่า 6 เดือน	1	0	1	2	0	4		
ระหว่าง 6 เดือน -1 ปี	0	0	1	1	0	2		
ระหว่าง 1-2 ปี	3	0	1	0	0	4		
ระหว่าง 2-3 ปี	1	0	0	3	0	4		
มากกว่า 3 ปี	55	88	44	20	21	228		
.4ประสบการณ์ในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต							37.153*	.004
น้อยกว่า 1 ปี	1	0	1	2	0	4		
ระหว่าง 1-3 ปี	8	3	3	6	1	21		
ระหว่าง 4-6 ปี	4	12	6	4	0	26		
ระหว่าง 7-9 ปี	3	22	6	3	5	39		
มากกว่า 9 ปี	44	51	31	11	15	152		
.5ระยะเวลาในการเป็นสมาชิกเว็บไซต์พันทิป							39.475*	.007
น้อยกว่า 1 ปี	2	8	2	0	3	15		
1-4 ปี	15	10	8	3	4	40		
5-8 ปี	3	3	6	2	4	18		
9-12 ปี	4	4	2	0	3	13		
มากกว่า 12 ปี	2	0	2	0	2	6		
ไม่ได้เป็นสมาชิก	34	63	27	21	5	150		

สมมติฐานการวิจัยที่ 3 ทัศนคติต่อการสืบค้นข้อมูลในเว็บไซต์พันทิปไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูลในเว็บไซต์พันทิปในด้านประสิทธิภาพการค้นคืนความรู้ ด้านผลลัพธ์การค้นคืนความรู้ และด้านความรู้ความเข้าใจที่มีต่อระบบสืบค้นองค์ความรู้

สมมติฐานการวิจัยที่ 4 วิธีการสืบค้นองค์ความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในเรื่องระบบที่ใช้ในการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป และวิธีการสืบค้นองค์ความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในเรื่องความถี่ในการใช้ระบบ Smart Searchในการค้นคืนความรู้ใน 1 เดือน และ วิธีการสืบค้นองค์ความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในเรื่องเหตุผลสำคัญที่ทำให้ไม่ใช้ระบบ Smart Search ของเว็บไซต์พันทิป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการให้ระบบ Smart Search มีเครื่องมือและการแสดงผลนอกเหนือจากฟังก์ชั่นการสืบค้นพื้นฐานจากระบบ Smart Search โดยสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการให้ระบบ Smart Search มีเครื่องมือและการแสดงผลนอกเหนือจากฟังก์ชั่นการสืบค้นพื้นฐานจากระบบ Smart Search ที่แตกต่างกันระหว่างผู้ที่ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้ และ ผู้ที่ไม่ได้ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้ในพันทิป มีดังนี้

ตารางที่ 3: เครื่องมือการสืบค้น

ลักษณะฟังก์ชันการสืบค้นและการแสดงผลการสืบค้น	ระบบ Smart Searchใน www.pantip.com				www.google.com			
	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ
เครื่องมือการสืบค้น								
1.ฟังก์ชันการสืบค้นขั้นสูง								
1.1 ทุกคำที่อยู่ในข้อความที่ต้องการค้น	94	85%	16	15%	200	84%	39	16%
1.2 คำหรือวลีที่ตรงตามคำค้น	88	80%	22	20%	179	75%	60	25%
1.3 จำกัดคำที่ไม่ต้องการให้มีในกระทู้	104	95%	6	5%	213	89%	26	11%
1.4 ช่วงเวลาที่ต้องการค้นหา	86	78%	24	22%	190	79%	49	21%
2.ฟังก์ชันการสืบค้นจากรูปภาพ	87	79%	23	21%	199	83%	40	17%
3.ฟังก์ชันการสืบค้นจาก วิดิโอ	81	74%	29	26%	184	77%	55	23%
4.ฟังก์ชันการสืบค้นจากคลังกระทู้	105	95%	5	5%	212	89%	27	11%

จากตารางที่ 3 พบว่า เครื่องมือการสืบค้นมีความแตกต่างกัน คือ ผู้ที่ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้ มีความต้องการฟังก์ชันการสืบค้นจากวิดิโอ น้อยสุด ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้ มีความต้องการฟังก์ชันคำหรือวลีที่ตรงตามคำค้นน้อยสุด

ตารางที่ 4: การแสดงผลการสืบค้นด้านเนื้อหา

ลักษณะฟังก์ชันการสืบค้นและการแสดงผลการสืบค้น	ระบบ Smart Searchใน www.pantip.com				www.google.com			
	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ
การแสดงผลการสืบค้นด้านเนื้อหา								
5.แสดงรูปภาพประกอบเนื้อหาโดยย่อ	96	87%	14	13%	209	87%	30	13%
6.แสดงจำนวนกระทู้ที่สืบค้นได้	102	93%	8	7%	207	87%	32	13%
7.แสดงวันเวลาที่ตั้งกระทู้	104	95%	6	5%	220	92%	19	8%
8.แสดงURL ของกระทู้	92	84%	18	16%	206	86%	33	14%
9.แสดงหมวดหมู่ของกระทู้	103	94%	7	6%	218	91%	21	9%
10.แสดงจำนวนผู้อ่านกระทู้	83	75%	27	25%	191	80%	48	20%
11.แสดงจำนวนผู้ตอบกระทู้	89	81%	21	19%	205	86%	34	14%

จากตารางที่ 4 พบว่า การแสดงผลการสืบค้น ไม่มีความแตกต่างระหว่างคือ ผู้ที่ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้และ ผู้ที่ไม่ได้ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บพันทิป

ตารางที่ 5: การแสดงผลการสืบค้นด้านการเรียงลำดับผลลัพธ์

ลักษณะฟังก์ชันการสืบค้นและการแสดงผลการสืบค้น	ระบบ Smart Searchใน www.pantip.com				www.google.com			
	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ	ต้องการ	ร้อยละ	ไม่ต้องการ	ร้อยละ
<u>การแสดงผลการสืบค้น</u> <u>ด้านการเรียงลำดับผลลัพธ์</u>								
12.การแสดงผลเรียงตามความเกี่ยวข้อง (Relevant)	100	91%	10	9%	213	89%	26	11%
13.การแสดงผลเรียงตามช่วงเวลา (Descending และ Ascending)	98	89%	12	11%	212	89%	27	11%
14.การแสดงผลเรียงลำดับตามจำนวนผู้อ่านกระทู้	79	72%	31	28%	181	76%	58	24%
15.การแสดงผลเรียงลำดับตามจำนวนผู้ตอบกระทู้	86	78%	24	22%	197	82%	42	18%
16.แสดงการแบ่งหน้าของผลลัพธ์การสืบค้น โดยกำหนดจำนวนรายการที่แสดงต่อหน้าโดยผู้ใช้งานเอง	89	81%	21	19%	204	85%	35	15%

จากตารางที่ 5 พบว่า ด้านการเรียงลำดับผลลัพธ์ ผู้ที่ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้มีความต้องการฟังก์ชันการสืบค้น การแสดงผลเรียงตามความเกี่ยวข้อง (Relevant) มากที่สุด ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้ใช้ระบบ Smart Search ต้องการฟังก์ชันการสืบค้น และ การแสดงผลเรียงตามช่วงเวลา (Descending และ Ascending) มากสุด และมีความต่างกันในลำดับรองลงมาคือ ผู้ที่ใช้ระบบ Smart Search ในการสืบค้นองค์ความรู้มีความต้องการฟังก์ชันการแสดงผลเรียงตามช่วงเวลา (Descending และ Ascending) ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้ใช้ระบบ Smart Search ต้องการฟังก์ชันแสดงการแบ่งหน้าของผลลัพธ์การสืบค้น โดยกำหนดจำนวนรายการที่แสดงต่อหน้าโดยผู้ใช้งานเอง

5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทัศนคติของผู้ใช้ และศึกษาพฤติกรรมการใช้ฟังก์ชันการสืบค้นองค์ความรู้ในระบบจัดการความรู้ขนาดใหญ่ กรณีศึกษาเว็บไซต์พันทิป รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติและพฤติกรรมการสืบค้นองค์ความรู้ในเว็บไซต์พันทิป ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่สำหรับแนวทางในการออกแบบระบบสืบค้นองค์ความรู้ที่ให้ข้อมูลสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผู้วิจัยจะนำเอาผลการวิจัยดังกล่าวไปทำการออกแบบระบบสืบค้นองค์ความรู้และทำการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลของการค้นคืนองค์ความรู้ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และ ศิพาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย, “ระบบการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-Gram” *วารสารวิชาการ NCCIT* ปีที่ 5 พ.ศ. 2552, หน้า 308

[2] ธนาวดี วรรษสกุล, การศึกษาการจัดการความรู้ผ่านการสื่อสารบนเว็บบล็อก, วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญานิเทศศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[3] วาทิน เจนกิจ, การศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูลของผู้ใช้เว็บไซต์กูเกิลในเขตกรุงเทพมหานคร, การค้นคว้าอิสระหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2552.

[4] จิราวรรณ ปี่ทอง, ความพึงพอใจของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตต่อการสืบค้นฐานข้อมูลสารสนเทศด้านกล้วยไม้บนเครือข่าย seesiam.com, วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

[5] สุระพล ริยะนา, การประยุกต์ใช้การค้นคืนสารสนเทศบนฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์, การค้นคว้าอิสระหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.

การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า สำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ

An Application of Cuckoo Search Algorithm for Decision Support System of Selected the Item Quality

มานะ โสภา(Mana Sopa)[1] คณิศร จี้กระโทก(Kanisorn Jeekratok)[2] และนิพล สังสุทธิ(Nipon Sungsuthi)[3]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[1]manasopa@hotmail.com, [2]kanisorn_jee@hotmail.com, [3]niponsst@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่าเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการจากข้อสอบที่มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวกันจากแบบทดสอบหลายชุด วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การวางแผนการเขียนข้อสอบเพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหา การทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ผลการวิจัยพบว่า อัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถประมวลผลคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจเลือกเป็นแบบทดสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากกว่าหนึ่งชุด โดยทุกชุดของแบบทดสอบที่เลือกมานั้นเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพ

คำสำคัญ: อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

Abstract

This research aimed to apply cuckoo search algorithm for selected the item quality according to learning objectives from the items with same learning objectives set of multiple test. Methodology includes; planning for creating and items analyst, applied the cuckoo search algorithm to solve this problem and test performance of the algorithm. The results have shown that the proposed algorithm could process the selected data set to be used for decision more than one set of learning objectives. In all tests have been selected are the item quality under criterion.

Keywords: Cuckoo Search Algorithm, Decision Support System, Items Analysis.

1. บทนำ

การวัดและประเมินผลทางการศึกษาเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งรายวิชาหรือทั้งหน่วยการเรียนรู้จำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ ซึ่งในขั้นตอนการออกข้อสอบแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้นั้นต้องกำหนดจำนวนข้อสอบมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้มีข้อสอบมากกว่า 1 ชุด หรือให้มีจำนวนเพียงพอต่อการเลือกใช้ จากนั้นนำไปตรวจหาคุณภาพเป็นรายข้อ ในขั้นตอนการคัดเลือกข้อสอบมาใช้ ถ้าสุ่มเลือกมาเฉพาะข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์อาจได้เฉพาะข้อสอบที่มีเกณฑ์คุณภาพสูงเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั้งรายวิชาหรือไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

ที่ผ่านมามีนักวิจัยนำเสนอวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพมา ได้แก่ การพัฒนาโปรแกรมทางปัญญาประดิษฐ์ในการตัดสินใจคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพมาสร้างเป็นแบบทดสอบจากคลังข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึม [1] การจัดทำข้อสอบมาตรฐานในการวัดความรู้ความสามารถของนักศึกษาแพทย์ ซึ่งวิธีการที่นำเสนอนั้นนักวิจัยได้สร้างและหาคุณภาพจากแบบทดสอบ 3 ชุด แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่คุณภาพจากแต่ละชุดจัดเก็บไว้ในคลังข้อสอบ [2] การสร้างฐานข้อมูลและโปรแกรมคลังข้อสอบมาตรฐานวัดความรู้ภาษาอังกฤษสำหรับบุคคลทั่วไป เมื่อนำไปใช้จะมีการสุ่มข้อสอบออกมาสร้างเป็นแบบทดสอบ [3] และงานวิจัยที่เสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมระบบมดเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจากแบบทดสอบหลายชุด แล้วนำมาจัดเป็นชุด

แบบทดสอบใหม่หนึ่งฉบับตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือจำนวนข้อสอบที่ต้องการ [4] ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นจะใช้ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบมาจัดเป็นแบบทดสอบเพียงชุดเดียว โดยจากการพิจารณาถ้าใช้ค่าเฉลี่ยสูงสุดของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทั้งหมดที่คัดเลือกมาพิจารณาร่วมด้วยจะทำให้การจัดชุดข้อสอบใหม่ที่ได้มีจำนวนมากกว่า 1 ชุดสำหรับการตัดสินใจเลือกนำไปใช้

ดังนั้น งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า ซึ่งเป็นอัลกอริทึมใหม่ที่ได้รับการเผยแพร่ในช่วงไม่นานที่ผ่านมา สำหรับการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือจำนวนข้อสอบที่ต้องการจากข้อสอบที่มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวกันจากแบบทดสอบฉบับอื่นที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกข้อสอบ ทั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ทดสอบแข่งขัน รวมถึงนำไปปรับปรุงวิธีการสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ

แบบทดสอบประเภทเลือกตอบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ โดยสรุปดังนี้ [5]

2.1.1 เขียนข้อสอบฉบับร่างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้

2.1.2 ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

2.1.3 คัดเฉพาะข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์และนำไปทดลองสอบกับกลุ่มที่เคยเรียนเนื้อหานั้น ๆ ผ่านมาแล้วหรือกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.1.4 วิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอบมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ดังนี้ [6]

วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ (Difficulty) คือ การหาค่าสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกต้อง หาค่าได้จากสมการที่ 1

$$P = \frac{R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือ จำนวนผู้ที่ตอบข้อคำถามนั้นถูกต้อง

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (Discrimination) คือ การหาค่าประสิทธิภาพในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน หรือ กลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ เป็นต้น หาค่าได้จากสมการที่ 2

$$D = \frac{R_U - R_L}{R_U} \quad (2)$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

ในที่นี้ กลุ่มเก่ง คือกลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนสูง และกลุ่มอ่อน คือ กลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำ ซึ่งจะแบ่งหลังจากการตรวจให้คะแนนจากการทดลองสอบและแบ่งให้มีจำนวนเท่ากัน [5] โดยคิดจากร้อยละ 27 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมดที่มีมากกว่า 100 คน หรือคิดจากร้อยละ 33 หรือร้อยละ 50 ของจำนวนผู้สอบทั้งหมดที่มีน้อยว่า 100 คน

ขั้นสุดท้าย คือ การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งควรมีค่า 0.70 ขึ้นไป

2.1.5 นำแบบทดสอบไปใช้สอบจริง

2.2 เกณฑ์คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ

เกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ จะพิจารณาจากผลการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้ [6]

2.2.1 ค่าความยากง่าย (P) พิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (D) พิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีเกณฑ์การแปลผล ดังนี้

$D >$ 0.40 แปลผล ดีมาก; $D >$ 0.30 - 0.39 แปลผล ดี

$D >$ 0.20 - 0.29 แปลผล พอใช้; $D <$ 0.19 แปลผล ไม่ดี

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป [2]

โดยสรุป การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่าสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือก

ข้อสอบที่มีคุณภาพ จะพิจารณาจาก ค่าความยากง่าย (*P*) ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบโดยรวม ซึ่งกำหนดเป็นเงื่อนไขในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ ดังสมการที่ 3 และ 4

2.3 อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า

อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า [7] (Cuckoo search algorithm) เป็นวิธีการค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยมีแรงบันดาลใจจากพฤติกรรมการวางไข่ของนกดุเหว่า ซึ่งการวางไข่ลงไปในรังจะถูกสุ่มเลือกรังว่ามีคุณภาพสูงหรือไม่ ถ้าเป็นรังที่มีคุณภาพสูงก็ทำการวางไข่แล้วเลือกให้เป็นรุ่นถัดไป และในขั้นตอนการบินหารังใหม่นั้นจะใช้หลักการของ *Lévy flight* ที่มีการเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าปกติ รหัสเทียมของอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า แสดงดังภาพที่ 1 และมีขั้นตอนหลักดังนี้ [8]

begin
Objective function $f(x), x = (x_1, \ldots, x_d)^T$;
Generate initial population of n *host nests* $x_i (i = 1,2,\ldots,n)$;
while *(t < MaxGeneration) or (stop criterion)*;
Get a Cuckoo (say, i*) randomly by Lévy flight*;
evaluate its quality/fitness F_i;
Choose a nest among n *(say* j*) randomly*;
if $(F_i > F_j)$,
Replace j *by the new solution*;
end
Abandon a fraction (pa) *of worse nests*
[and build new ones at new locations via Lévy flight];
Keep the best solutions (or nests with quality solutions);
Rank the solutions and find the current best;
end while
Post process results and visualization;
End

ภาพที่ 1: รหัสเทียมอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า [8]

2.4 อัลกอริทึมระบบมด

อัลกอริทึมระบบมด (AS) เป็นอัลกอริทึมแรกของแอนท์ โคโลนี ออพติไมเซชัน (ACO) [9] ได้แรงบันดาลใจจากพฤติกรรมการหาอาหารของมดจริง ซึ่งมดจริงสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากรังมดไปยังแหล่งอาหารได้ทั้ง ๆ ที่มองไม่เห็นเส้นทาง ในขณะที่มดเดินทางไปกลับระหว่างแหล่งอาหารกับรัง มดจะปล่อยสารเคมีชีวภาพที่เรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) ไว้บนพื้น จำนวนของฟีโรโมนที่ถูกปล่อยออกมานี้ จะสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพของอาหารและเป็นตัวนำทางให้มดตัวอื่น เส้นทางที่มีความหนาแน่นของฟีโรโมนจำนวนมากก็จะมีความน่าจะเป็นสูงที่มดจะเลือกใช้เส้นทางนั้น ช่วยให้มดหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างรังและแหล่งอาหารของพวกมัน รหัสเทียมของอัลกอริทึมระบบมด แสดงดังภาพที่ 2

STEP 1: Initialize the pheromone trails and parameter
STEP 2: Iteration
Repeat for each ant
Solution construction using global pheromone trails
Update the global pheromone trails
Until stopping criteria

ภาพที่ 2: รหัสเทียมอัลกอริทึมระบบมด [10]

3. วิธีการดำเนินการ

3.1 สร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ

3.1.1 เขียนข้อสอบ 1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้มีข้อสอบมากกว่า 1 ข้อ ซึ่งโดยปกติแล้วการเขียนข้อสอบควรจะเขียนให้มีข้อสอบมากกว่า 1 ข้อต่อ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้ [11] โดยกำหนดจำนวนวัตถุประสงค์เท่ากับจำนวนข้อสอบที่ต้องการ ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงสร้างข้อสอบแล้วนำจัดเป็นชุดๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตัวอย่างการวางแผนการเขียนข้อสอบ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่	**แบบทดสอบ**				
	ชุดที่ 1	**ชุดที่ 2**	**ชุดที่ 3**	**...**	**ชุดที่ *n***
1	ข้อ 1/ชุดที่ 1	ข้อ 1/ชุดที่ 2	ข้อ 1/ชุดที่ 3	...	ข้อ 1/ชุดที่ *n*
2	ข้อ 2/ชุดที่ 1	ข้อ 2/ชุดที่ 2	ข้อ 2/ชุดที่ 3	...	ข้อ 2/ชุดที่ *n*
...	...	...	...	...	...
n	ข้อ *n*/ชุดที่ 1	ข้อ *n*/ชุดที่ 2	ข้อ *n*/ชุดที่ 3	...	ข้อ *n*/ชุดที่ *n*

3.1.2 สร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ ตามขั้นตอน

3.1.3 ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อจะถูกนำไปตัดสินใจเพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า

3.2 การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่า

3.2.1 การกำหนดปัญหา

กำหนดปัญหาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์และสัญลักษณ์แทนค่าดังนี้

n แทน จำนวนข้อสอบที่ต้องการทั้งหมด

N_i แทน จำนวนแบบทดสอบที่มีหลายชุดสำหรับให้ข้อสอบข้อที่ *i* คัดเลือกได้

P_{ij} แทน ค่าความยากง่ายของชุดแบบทดสอบ *j* ที่ข้อสอบข้อที่ *i* คัดเลือกไปใช้

D_{ij} แทน ค่าอำนาจจำแนกของชุดแบบทดสอบ *j* ที่ข้อสอบข้อที่ *i* คัดเลือกไปใช้

D_{sys} แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.2.2 ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

กำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์สำหรับแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมของค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนี้

$$\text{ค่าสูงสุด } D_{sys} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{N_i} X_{ij} D_{ij}$$

$$\text{เมื่อ } 0.20 \le P_{ij} \ge 0.80 \text{ และ } D_{ij} \ge 0.20 \qquad (3)$$

$$X_{ij} = \{0,1\},\ \forall i = 1,2,...,n \text{ and } j = 1,2,...,N_i \qquad (4)$$

เงื่อนไขตามสมการที่ 3 คือ ค่าความยากง่าย (P_{ij}) ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D_{ij}) จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และสำหรับสมการที่ 4 คือ การกำหนดตัวแปรที่ใช้ตัดสินใจ X_{ij} ($i = 1,2,\ldots,n$ และ $j = 1,2,\ldots,N_i$) มีรายละเอียดดังนี้

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าข้อสอบข้อที่ } i \text{ คัดเลือกแบบทดสอบชุดที่ } j \\ 0 & \text{ถ้าเป็นอย่างอื่น} \end{cases}$$

3.2.3 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้การค้นหาแบบนกคุเหว่าแก้ปัญหา มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ดังสมการที่ 3 และ 4, ค่าความน่าจะเป็นในการค้นพบ (pa), จำนวนของรัง (n), เงื่อนไขการหยุดทำงานในที่นี้คือจำนวนรอบการค้นหา, ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นอื่น ๆ และสุ่มคำตอบเริ่มต้นโดยใช้สมการที่ 5

$$nest_{ij}^{(0)} = ROUND\left(X_{j^{\min}} + (X_{j^{\max}} - X_{j^{\min}}).rand\right) \qquad (5)$$

เมื่อ $nest_{ij}^{(0)}$ คือ รังที่เก็บคำตอบเริ่มต้น, ตัวแปร i แทนลำดับจำนวนของรัง, ตัวแปร j แทนลำดับของจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือจำนวนข้อสอบที่ต้องการ; ตัวแปร $X_{j^{\min}}$ and $X_{j^{\max}}$ คือ ค่าของจำนวนชุดแบบทดสอบสูงสุดและต่ำสุดที่ตัวแปร j สามารถเลือกได้ (จำนวนชุดแบบทดสอบ); ฟังก์ชั่นสุ่ม *rand* เป็นการสุ่มค่าระหว่าง 0 และ 1; ฟังก์ชั่น *ROUND* เป็นการปรับค่าทุกค่าหลังจากคำนวณได้ให้เป็นจำนวนเต็ม

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบเงื่อนไขการหยุด ถ้าใช่ให้ทำขั้นตอนที่ 7 แต่ถ้าไม่ใช่ รับค่ารังใหม่โดยใช้การเคลื่อนที่แบบ *Lévy flight* ดังสมการที่ 6

$$nest_i^{(t+1)} = ROUND\left(nest_i^{(t)} + \alpha.S.(nest_i^{(t)} - nest_{best}^{(t)}).r\right) \qquad (6)$$

เมื่อ $nest_i^{(t)}$ คือลำดับที่ i ของตำแหน่งรังในปัจจุบัน, α คือ ค่าพารามิเตอร์สำหรับปรับแต่งการเคลื่อนที่ของ *Lévy fligh*; r คือ เลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติแบบมาตรฐาน (Standard normal distribution), $nest_{best}$ คือ รังที่มีคุณภาพมากที่สุดในแต่ละรอบการค้นหานั้น ๆ และ S คือ การเคลื่อนที่แบบสุ่มของ *Lévy flight* ดังสมการที่ 7

$$S = \frac{u}{|v|^{1/\beta}} \qquad (7)$$

เมื่อ β คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการกระจายตัวแบบ *Lévy flight* มีค่าอยู่ในช่วง $0 < \beta < 2$ ในที่นี้จะใช้ค่า 1.5; u และ v คือ ค่าสัดส่วนเส้นทางการเคลื่อนที่ หาได้จากสมการที่ 8 และ 9

$$u \sim N(0,\sigma_u^2), \qquad v \sim N(0,\sigma_v^2) \qquad (8)$$

$$\sigma_u = \left\{\frac{\Gamma(1+\beta)\sin(\pi\beta/2)}{\Gamma[(1+\beta)/2]\beta.2^{(\beta-1)/2}}\right\}^{1/\beta}, \quad \sigma_v = 1 \qquad (9)$$

เมื่อ Γ เป็นฟังก์ชันแกมมาที่เป็นส่วนขยายของฟังก์ชันแฟกทอเรียลบนจำนวนเชิงซ้อน

จากนั้นประเมินคุณภาพของรังทุกรังจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ในที่นี้คือ ค่าเฉลี่ยค่าอำนาจจำแนกโดยรวม แล้วคัดเลือกรังที่มีคำตอบที่ดีที่สุดบันทึกค่าไว้เป็น F_i เสร็จแล้วเลือกรังอื่นมา 1 รังด้วยการสุ่ม แล้วดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 นำคำตอบที่ดีที่สุดในรอบการค้นหานั้นซึ่งแทนด้วย F_i เทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดในรอบการค้นหาก่อนหน้านี้ซึ่งแทนด้วย F_j โดยถ้าค่า F_i มีค่ามากกว่า F_j ให้ทำการแทนที่รัง j เป็นคำตอบใหม่ เมื่อเปรียบเทียบเสร็จดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 ค้นหารังใหม่อีกครั้ง โดยให้การค้นพบรังใหม่ในครั้งนี้มีค่าความน่าจะเป็น $p \in [0,1]$ ซึ่งได้มาจากการสุ่มค่าระหว่าง 0 และ 1 แล้วนำไปเทียบกับค่า pa ที่กำหนดไว้ ดังสมการที่ 10 ถ้ามีค่ามากกว่า pa ก็จะปรับให้ตำแหน่งใน

ลำดับ p_{ij} นั้น ๆ มีค่าเป็น 1 ในทางกลับกันก็จะให้ค่าเป็น 0 และให้ละทิ้งรัง แล้วรับค่ารังใหม่แบบสุ่มดังสมการที่ 11

$$p_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } rand < pa \\ 0 & \text{if } rand \geq pa \end{cases} \quad (10)$$

$$S = \left(nests(randp1(n),:) - nests(randp2(n),:)\right).rand$$
$$nest^{t+1} = ROUND\left(nest^{t} + S.*K\right) \quad (11)$$

เมื่อ *randp1* และ *randp2* คือเลขสุ่มในรูปแบบการเรียงสับเปลี่ยนลำดับ (Permutation) ให้มีความแตกต่างในแต่ละแถวแทนที่เข้าในไปในรัง และ K คือ ตารางค่าความน่าจะเป็น p_{ij}

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกรังที่มีคุณภาพและคำตอบที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 จัดอันดับผลลัพธ์ที่ได้และหาคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบัน จากนั้นกลับไปทำขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 7 แสดงผลลัพธ์

4. ผลการวิจัย

4.1 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบอัลกอริทึม

การวิจัยครั้งนี้ใช้ชุดข้อมูลการทดสอบจากงานวิจัยที่ผ่านมา [4] ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลตัวอย่างข้อสอบที่ต้องการ จำนวน 10 ข้อ จากแบบทดสอบ 5 ชุด ดังตารางที่ 2 โดยลักษณะของข้อมูลจะกำหนดให้ข้อสอบทุกข้อ ทุกชุด มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ทั้งหมด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพสูงสุดในการตัดสินใจคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดจากตัวแปรทั้งสิ้น 50 ตัวแปร

ตารางที่ 2: ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบอัลกอริทึม [4]

จุดประสงค์ฯ ที่	ค่า *P* และ *D*	แบบทดสอบ				
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5
1	*P*	0.47	0.43	0.67	0.60	0.50
	D	0.25	0.5*	0.5*	0.375	0.375
2	*P*	0.47	0.60	0.57	0.53	0.70
	D	0.75*	0.375	0.625	0.25	0.375
3	*P*	0.57	0.40	0.57	0.53	0.53
	D	0.375*	0.375*	0.25	0.375*	0.25
4	*P*	0.63	0.53	0.63	0.47	0.70
	D	0.5	0.375	0.25	0.875*	0.25
5	*P*	0.57	0.67	0.67	0.47	0.70
	D	0.25	0.375*	0.375*	0.25	0.25
6	*P*	0.50	0.60	0.60	0.50	0.47
	D	0.75*	0.5	0.375	0.5	0.25
7	*P*	0.57	0.63	0.67	0.50	0.40
	D	0.375	0.5*	0.25	0.25	0.25
8	*P*	0.53	0.67	0.53	0.53	0.60
	D	0.5*	0.375	0.25	0.375	0.5*
9	*P*	0.50	0.60	0.60	0.53	0.60
	D	0.625	0.25	0.375	0.25	0.75*
10	*P*	0.43	0.57	0.53	0.70	0.67
	D	0.375*	0.25	0.375*	0.375*	0.25

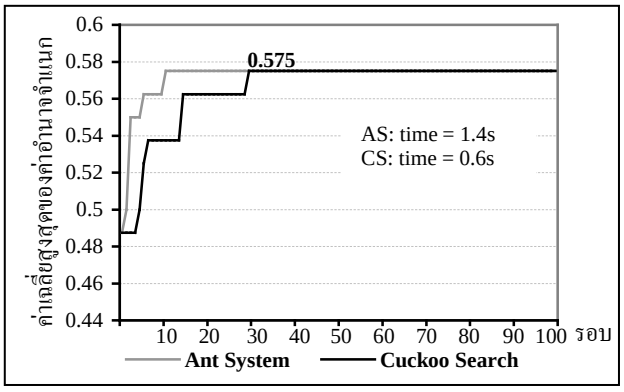
* หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงที่สุดในแต่ละชุดและมีความเป็นไปได้ที่อัลกอริทึมจะใช้ตัดสินใจเลือก

4.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดลองที่ช่วยทำให้ได้ผลลัพธ์การค้นหาคำตอบดีที่สุด [8] ดังนี้ จำนวนรัง (n) เท่ากับ 25 ค่าความน่าจะเป็นในการค้นพบ (pa) เท่ากับ 0.70 จำนวนรอบค้นหาสูงสุด เท่ากับ 100 รอบ α เท่ากับ 0.01 และ β เท่ากับ 1.5

4.3 ผลการทดลอง

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลหาค่าเฉลี่ยสูงสุดของค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบโดยรวมตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้จึงได้เปรียบเทียบผลการทดลองกับอัลกอริทึมระบบมดจากงานวิจัยที่ผ่านมา [4] ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ผลการเปรียบเทียบการประมวลผลระหว่างอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่ากับอัลกอริทึมระบบมด

จากภาพที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการประมวลผลระหว่างอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่ากับอัลกอริทึมระบบมด แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมระบบมดใช้จำนวนรอบในการค้นหาที่น้อยกว่าจึงจะพบคำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่เมื่อพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการค้นหาทั้งสิ้น 100 รอบ อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดุเหว่าใช้เวลาค้นหาคำตอบโดยรวมน้อยกว่าอัลกอริทึมระบบมด

ตารางที่ 3: ผลการคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจ

ผลการคัดเลือกข้อสอบ		วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ หรือ ข้อสอบข้อที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D_{sys}
ข้อมูลชุดที่ 1	*P*	0.43	0.47	0.57	0.47	0.67	0.50	0.63	0.60	0.60	0.43	0.575
	D	0.5	0.75	0.375	0.875	0.375	0.75	0.5	0.5	0.75	0.375	
	มาจากชุดที่	2	1	1	4	2	1	2	5	5	1	

ข้อมูลชุดที่ 2	*P*	0.43	0.47	0.57	0.47	0.67	0.50	0.63	0.60	0.60	0.70	0.575
	D	0.5	0.75	0.375	0.875	0.375	0.75	0.5	0.5	0.75	0.375	
	มาจากชุดที่	2	1	1	4	2	1	2	5	5	4	

ตารางที่ 3: ผลการคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจ (ต่อ)

ผลการคัดเลือกข้อสอบ		วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ หรือ ข้อสอบข้อที่										
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	D_{sys}
ข้อมูลชุดที่ 3	*P*	0.43	0.47	0.53	0.47	0.67	0.50	0.63	0.53	0.60	0.43	0.575
	D	0.5	0.75	0.375	0.875	0.375	0.75	0.5	0.5	0.75	0.375	
	มาจากชุดที่	2	1	4	4	2	1	2	1	5	1	
ข้อมูลชุดที่ 4	*P*	0.67	0.47	0.57	0.47	0.67	0.50	0.63	0.60	0.60	0.70	0.575
	D	0.5	0.75	0.375	0.875	0.375	0.75	0.5	0.5	0.75	0.375	
	มาจากชุดที่	3	1	1	4	2	1	2	5	5	4	
ข้อมูลชุดที่ 5	*P*	0.67	0.47	0.57	0.47	0.67	0.50	0.63	0.60	0.60	0.53	0.575
	D	0.5	0.75	0.375	0.875	0.375	0.75	0.5	0.5	0.75	0.375	
	มาจากชุดที่	3	1	1	4	3	1	2	5	5	3	

จากตารางที่ 3 ผลการคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจเลือกเป็นแบบทดสอบ พบว่า ข้อมูลชุดที่ 1 – 5 เป็นชุดข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดของค่าอำนาจจำแนกโดยรวม คือมีค่า $D_{sys} = 0.575$ ในส่วนวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือข้อสอบที่ได้จะมาจากข้อสอบที่มาจากแบบทดสอบต่างชุดกัน มีเพียงบางข้อที่คัดเลือกมาจากชุดเดียวกันเนื่องจากเป็นข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุดในวัตถุประสงค์การเรียนรู้นั้น ๆ ซึ่งได้แก่ วัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือข้อสอบข้อที่ 2, 4, 6, 7 และ 9

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกคุเหว่าสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยเริ่มต้นจากการวางแผนการเขียนข้อสอบเพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหา การทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมจากงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลหาคำตอบ และผลของการวิจัยแสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถประมวลผลคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจเลือกเป็นแบบทดสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากกว่าหนึ่งชุด โดยชุดข้อมูลหรือชุดแบบทดสอบที่เลือกนั้นเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพทุกชุด

เอกสารอ้างอิง

[1] กริช สมกันธา, "การพัฒนาโปรแกรมทางปัญญาประดิษฐ์ในการตัดสินใจคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพโดยทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึม," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2546.

[2] อรวรรณ สุวรรณรัตน์, "การหาคุณภาพข้อสอบเพื่อบริหารจัดการด้านการเรียนการสอน," *สงขลานครินทร์เวชสาร*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 5, ก.ย. – ต.ค. 2552 หน้า 381 – 388.

[3] S. Srestasathiern, "English Proficiency Test Analysis and a Development of Test Bank Software and Computer-aided Examinations," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 22, ฉบับที่ 2, พ.ค. – ส.ค. 2555 หน้า 275 – 284.

[4] มานะ โสภา นิพล สังสุทธิ และคณิศร จี้กระโทก, "การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมระบบมดเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจากแบบทดสอบหลายชุด," ใน *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 37,* 19 – 21 พฤศจิกายน 2557, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 869 – 872.

[5] บุญชม ศรีสะอาด, "เครื่องมือและเทคนิคในการเก็บรวบรวมข้อมูล," ใน *การวิจัยเบื้องต้น,* พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2545 หน้า 53 – 66.

[6] มนต์ชัย เทียนทอง, "การหาคุณภาพแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*, กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545 หน้า 230 - 251.

[7] กิตติพงษ์ จรัญศิริไพศาล สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา และคำรณ สุนัติ, "เพิ่มความถูกต้องของตัวแบบ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีนแบบค่ากำลังสองน้อยที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกดุเหว่า," ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13,* ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555 หน้า 316 – 323.

[8] X.-S. Yang, and S. Deb, "Engineering Optimisation by Cuckoo Search". *Int. J. Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, Vol. l, No. 4, pp. 330–343, 2010.

[9] M. Dorigo & L. M. Gambardella, "Ant colonies for the traveling salesman problem". BioSys, Vol.43, pp. 73–81, 1997.

[10] C. Blum & M. Dorigo, "The hyper-cube framework for ant colony optimization". IEEE Trans. Syst. Man Cybern. B, Cybern. Part B, Vol. 34, No.2, pp. 1161–1172, 2004.

[11] มนต์ชัย เทียนทอง, "การวัดและประเมินผลการเรียนในการศึกษาทางไกล," ใน *เทคโนโลยีการศึกษาทางไกล*, กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545 หน้า 253-255.

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ GUI-SCILAB ในการศึกษาการแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Development of Computer Program based on Graphical User Interface (GUI) of SCILAB in Discrete Fourier Transform for Undergraduate Student

กิตติ เสือแพร(Kitti Surpare)[1] และมีชัย โลหะการ(Meechai Lohakan)[2]
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]kittisurpare@yahoo.com, [2]lohakanm@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ SCILAB เข้ามาประยุกต์ร่วมกับกระบวนการเรียนการสอนในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล ในหัวข้อเรื่องการแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง จุดเด่นของงานวิจัยนี้อยู่ที่การใช้โปรแกรมโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ซึ่งเป็นโปรแกรมถูกกฎหมาย และไม่มีค่าใช้จ่ายเพื่อทำการเรียนการสอน การวิจัยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ การวิเคราะห์เนื้อหา การออกแบบโปรแกรม การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และการนำไปทดลองใช้ผลของการพัฒนาได้โปรแกรมที่ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนรู้ในวิชาประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา 2 ส่วน คือการแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง 1 มิติ และการแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง 2 มิติ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: การแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง

Abstract

This research paper presents the development of computer software using SCILAB, an open source programming language, for Digital Image Processing subject in Discrete Fourier Transform topic. 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, evaluation and try out. As a result, the computer software for teaching the students in undergraduate level is legally developed. The teaching contents are Discrete Fourier Transform 1D and Discrete Fourier Transform 2D. Finally, the constructed program can be applied for teaching students efficiently.

Keyword: Discrete Fourier Transform.

1. บทนำ

ตามปกติสัญญาณทั่วไปจะอยู่ในรูปฟังก์ชั่นทางเวลา แต่วิธีการทางฟูริเยร์จะแปลงให้อยู่ในรูปของความถี่ซึ่งจะทำให้สามารถเห็นได้ว่าสัญญาณนั้นประกอบไปด้วยความถี่ใดบ้าง มีขนาดของแต่ละความถี่เป็นเท่าใด อันจะนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่นใช้ในการส่งสัญญาณ จากการวิเคราะห์ด้วยฟูริเยร์ทำให้ทราบได้ว่าสัญญาณมีค่าความถี่อยู่ในช่วงใดบ้าง ทำให้สามารถเลือกที่จะนำไปมอดดูเลตกับความถี่อื่นๆ เพื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการได้ นอกจากนี้การที่ทราบความถี่ของสัญญาณจากการวิเคราะห์ฟูริเยร์ ยังมีประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องรับสัญญาณให้เลือกรับความถี่เฉพาะค่านั้นๆ การวิเคราะห์ฟูริเยร์ถูกคิดค้นโดย ฌ็อง บาติสต์ โฌแซ็ฟ ฟูรีเย นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศษ ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่าฟังก์ชั่นหลายฟังก์ชั่นของตัวแปรเดียวสามารถขยายออกไปเป็นอนุกรมของไซน์ หรือที่เรียกกันในภายหลังว่า อนุกรมฟูริเยร์

ในยุคศตวรรษที่ 21 กระบวนการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงโดยผู้เรียนจะเรียนด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ผู้สอนจะต้องพร้อมที่จะปรับตัวและพัฒนาตนเองให้เท่าทันเทคโนโลยีอยู่เสมอ รู้จักนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาปรับใช้เพื่อทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ เกิดแนวคิด และแนวทางในการเรียนรูปแบบใหม่ๆ อันจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น [3]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาซอฟแวร์ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อเปลี่ยนจากการเรียนแบบเดิมๆ ในชั้นเรียนที่ให้ผู้เรียนคอยฟัง คอยจดสิ่งที่ผู้สอนเขียนบนกระดาน มาเป็นการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น โดยผู้เรียนจะได้ทำการคำนวณตามกิจกรรมการเรียนการสอน และตรวจปรับผลการคำนวณโดยซอฟแวร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น รวมไปถึงซอฟแวร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมและแนวทางในการเขียนโปรแกรมในเนื้อหาวิชาที่เรียนนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี

โดยซอฟแวร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้จะพัฒนามาจากโปรแกรม SCILAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้งานทางด้านวิศวกรรมและมีจุดเด่นคือเป็นโปรแกรมฟรีที่ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ นอกจากนี้ยังมีข้อดีอื่นๆ อีกได้แก่

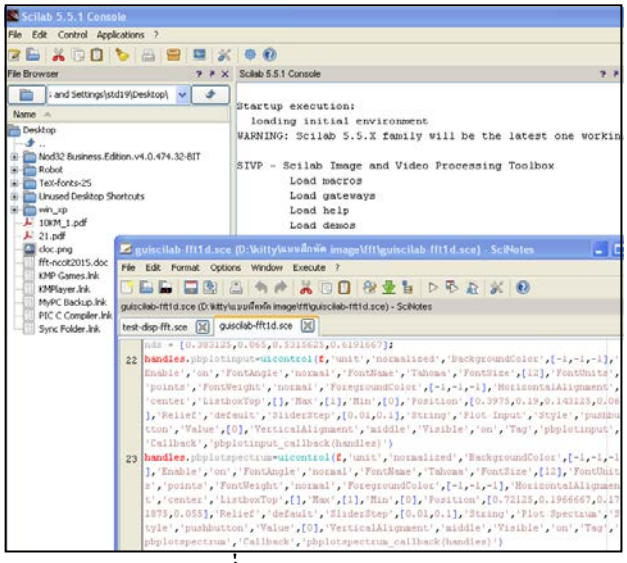
- ง่ายต่อการเรียนรู้และเข้าใจ
- ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก
- สามารถประมวลผลข้อมูลที่อยู่ในรูปเชิงสัญลักษณ์และข้อมูลที่อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
- มีฟังก์ชั่นสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์จำนวนมากพร้อมใช้งาน
- มีกล่องเครื่องมือจำนวนมากที่ประกอบด้วยฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ หรืออื่น ๆ
- สามารถพัฒนาฟังก์ชั่นใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานร่วมกับโปรแกรม SCILAB ได้
- สามารถใช้งานร่วมกับภาษาฟอร์แทรน ภาษาซี หรือ MATLAB® ได้เป็นอย่างดี
- สามารถสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปทำการจำลองได้
- สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ เนื่องจากมีตัวอย่างโปรแกรมและคู่มือการใช้งาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ฟรี

การเรียนการสอนด้านการประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต [1] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหารายวิชานี้นั้น สรุปได้ว่า ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเขียนโปรแกรมในการจัดการเกี่ยวกับภาพ ซึ่งที่ผ่านมาปรากฏว่าแม้ว่าผู้สอนจะตั้งใจสอนได้ดีก็ตาม แต่ผลการเรียนของผู้เรียนยังมีความแตกต่างกันอยู่มากในทุก ๆ การเรียนการสอนยังคงมีผู้เรียนที่สอบตก อยู่เสมอ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าการเรียนการสอนผู้สอนจะตั้งใจเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะคอยตรวจปรับผู้เรียนได้ทั้งชั้นตลอดทั้งเนื้อหา เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณเนื้อหา และเวลาในแต่ละคาบ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนควรจะมีเครื่องมือที่จะใช้ช่วยในการเรียนรู้ เพื่อใช้เครื่องมือเหล่านี้เป็นตัวจัดกิจกรรมเพื่อตรวจปรับผู้เรียน ในเนื้อหาที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประกอบการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม SCILAB มีจุดเด่นที่เป็นโปรแกรมทางวิศวกรรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ทั้งยังมีศักยภาพในการทำงานทางวิศวกรรมได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับโปรแกรมอื่น ๆ จึงเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาประกอบการเรียนการสอนการคำนวณ และการเขียนโปรแกรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้เป็นอย่างดี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

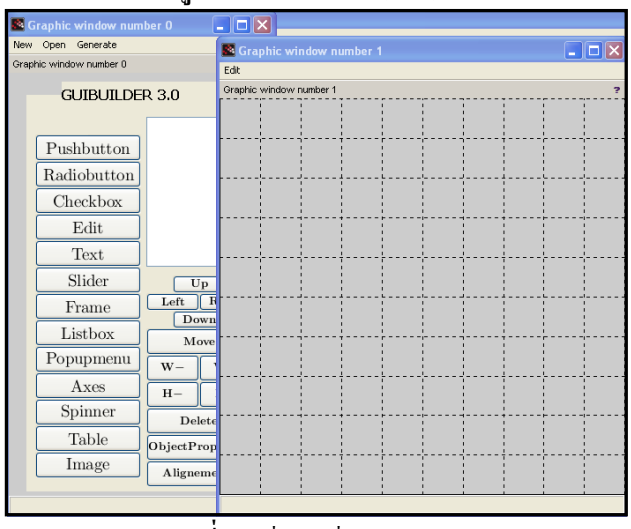
2.1 โปรแกรม SCILAB



ภาพที่ 1: โปรแกรม SCILAB

โปรแกรมภาษา SCILAB เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยกลุ่มของนักวิจัยจาก INRIA และ ENPC ในประเทศฝรั่งเศสมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลข ใช้ในการแสดงผลภาพกราฟิกที่ซับซ้อน เช่นเดียวกับโปรแกรมอื่น แต่โปรแกรม SCILAB เป็นโปรแกรมที่ใช้ฟรี และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับโปรแกรมอื่น เช่น โปรแกรม MATLAB® ดังนั้นในปัจจุบันนี้หลาย ๆ หน่วยงานทั้งภาคอุตสาหกรรม และภาคการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้เริ่มนำโปรแกรม SCILAB เข้ามาช่วยในการทำงานและช่วยในการเรียนการสอนทั้งนี้อันเนื่องมาจากว่าเป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์หน้าต่างหลักของโปรแกรม SCILAB สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

2.2 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิก (GUI)



ภาพที่ 2: เครื่องมือที่ใช้สร้าง GUI ของ SCILAB

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

2.3 การแปลงฟูเรียร์

2.3.1 การแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง 1 มิติ สามารถทำการวิเคราะห์ได้ตามสมการต่อไปนี้

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)\, e^{\frac{-j2\pi kn}{N}} ; n = 0, 1, 2, 3, \ldots, N-1$$

โดยที่ x(n) คือ ฟังก์ชั่นไม่ต่อเนื่องในโดเมนของเวลา

X(k) คือ ฟังก์ชั่นไม่ต่อเนื่องในโดเมนของความถี่

N คือ จำนวนจุดทั้งหมด

n คือ จุดในโดเมนของเวลา

k คือ จุดในโดเมนความถี่

2.3.2 การแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง 2 มิติ สามารถทำการวิเคราะห์ได้ตามสมการต่อไปนี้

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\, e^{-j2\pi\left(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N}\right)}$$

โดยที่ F(u,v) คือ ข้อมูลสองมิติในโดเมนความถี่

f(x,y) คือ ข้อมูลสองมิติในโดเมนสปาเชี่ยล

N คือ จำนวนหลัก

M คือ จำนวนแถว

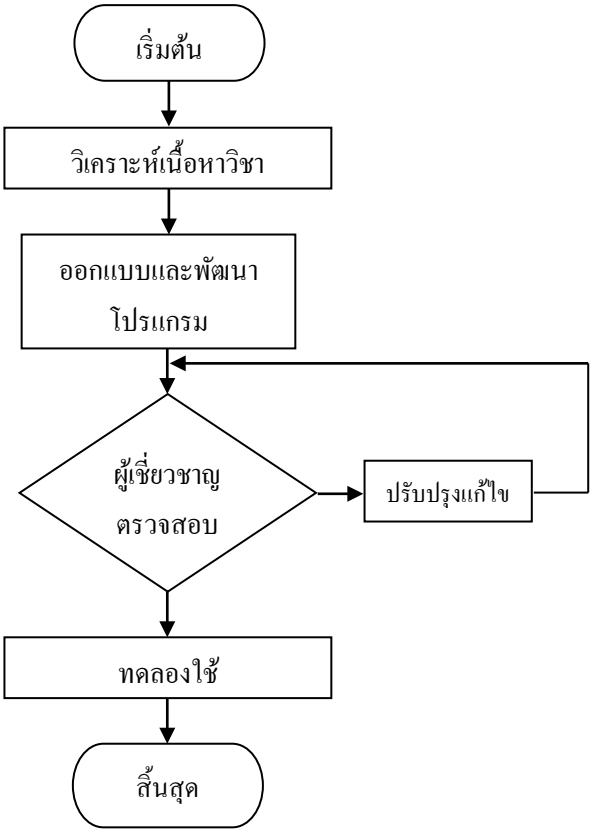
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวัตร หาญมุ่งธรรม [2] ได้ทำการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของโปรแกรม MATLAB® สำหรับด้านวิศวกรรมไฟฟ้าซึ่งเป็นงานเกี่ยวกับระบบควบคุมเชิงเส้นอันเนื่องจากการทางด้านการวิเคราะห์ทางระบบควบคุมเชิงเส้นมีความยุ่งยาก จึงเลือกใช้ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกของโปรแกรม MATLAB® ในการช่วยวิเคราะห์ โดยครอบคลุมเนื้อหา 5 เรื่อง คือ การวิเคราะห์ผลตอบสนองเชิงเวลา การวิเคราะห์คุณลักษณะของผลตอบสนอง การวิเคราะห์ในเรื่องทางเดินราก การวิเคราะห์ผลตอบสนองเชิงความถี่ โดยโปรแกรมจะเริ่มทำการวิเคราะห์ เมื่อผู้ใช้โปรแกรมกรอกข้อมูล

ที่สาคัญของผลตอบสนอง เช่นฟังก์ชันถ่ายโอน หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ และแสดงผลออกมาในหน้าต่างของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการอ่านค่า และการนำไปใช้งาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีวิธีดำเนินงานตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3: ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อกำหนดหัวข้อในการพัฒนาโปรแกรมประกอบไปด้วย เนื้อหา 2 ส่วนดังต่อไปนี้

- การแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง 1 มิติ
- การแปลงฟูริเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง 2 มิติ

3.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมส่วนของการรับค่าข้อมูลอินพุต และเอาท์พุต โดยใช้ SCILAB และในส่วนการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมโดยใช้โปรแกรม SCILAB เช่นเดียวกัน

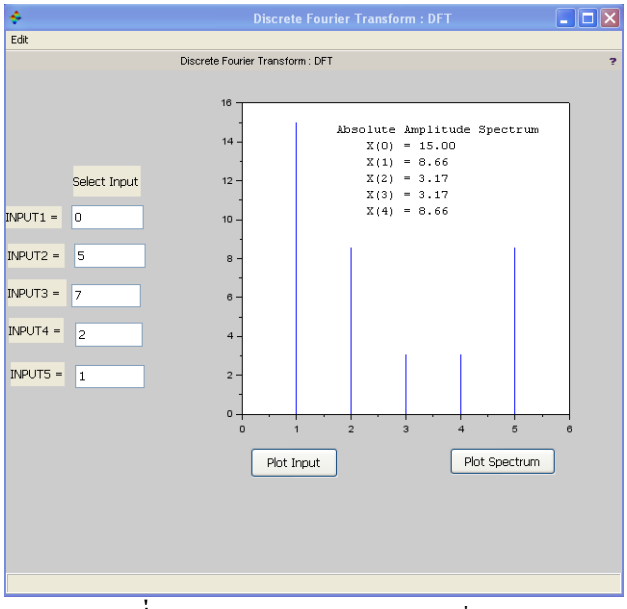
3.3 การประเมินคุณภาพของโปรแกรม

นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนห้าท่านประเมินด้านการออกแบบ GUI แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อไว้สำหรับการนำไปใช้ประกอบการสอน

3.4 การนำไปทดลองใช้

ดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล จำนวน 11 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

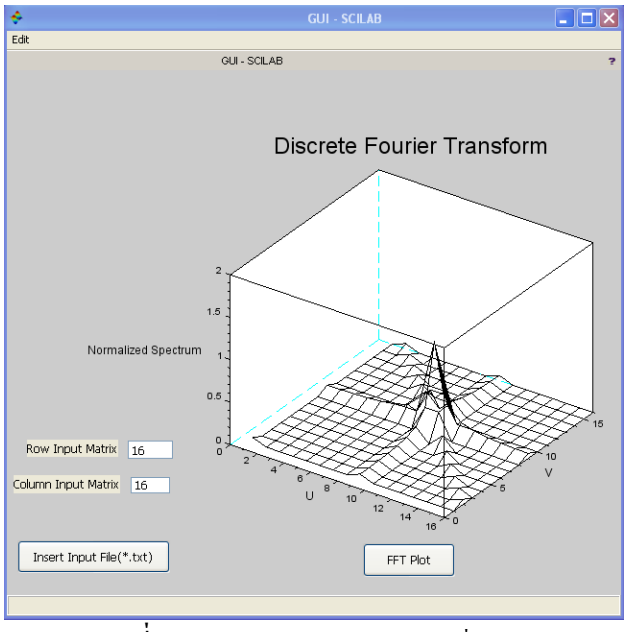
4. ผลของการวิจัย



ภาพที่ 4: GUI การแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง 1 มิติ

ผู้วิจัยได้นำ GUI ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบ ประเมินการทำงาน และการใช้งานร่วมกับกระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์และพัฒนาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่ม

ตัวอย่าง โดย GUI ที่พัฒนาขึ้นจะให้ผู้เรียนได้เลือกกำหนดค่าของอินพุตตามกิจกรรมการเรียนรู้ จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นค่าตัวเลขและกราฟ เพื่อให้ผู้เรียนตรวจปรับและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณเองด้วยตัวของผู้เรียน



ภาพที่ 5: GUI การแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง 2 มิติ

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

นำ GUI ที่พัฒนาขึ้นนี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3. ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 11 คน ทำการทดลองใช้ระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดังตาราง

ตารางที่ 1:ผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test

	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	21	5.5	2.2	**17.4**
หลังเรียน	21	18.3	2.0	

จากตารางจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังจากที่ผู้เรียนทำการใช้งาน GUI ร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบจำนวน 21 ข้อนั้น ปรากฏว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.3 ซึ่งมีผลคะแนนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีคะแนนสูงกว่าคะแนนที่ได้ก่อนเรียน และผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 17.4 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่เปิดจากตารางที ที่ df = 10 ระดับนัยสำคัญ .01 เปิดตารางได้ค่าสถิติที มีค่าเท่ากับ 3.17 จึงสรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .01

4.2 ผลการประเมินความคิดเห็น ความพึงพอใจของผู้เรียน

หลังจากที่ได้ทำการให้กลุ่มตัวอย่างได้ใช้งาน GUI ร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เรียนทั้ง 11 คน ที่มีต่อการใช้งาน GUI ประกอบการเรียนการสอน การคำนวณ และการเขียนโปรแกรม ได้ผลแสดงในตาราง

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความคิดเห็น ความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1.การใช้งานง่าย น่าใช้	3.81	0.60
2.ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้	4.00	0.63
3.ช่วยให้การเรียนน่าสนใจขึ้น	4.00	0.44
4.GUI สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.27	0.78
5.ส่งเสริมให้เห็นแนวคิดในการเขียนโปรแกรม	3.90	0.70
6.ลดจินตนาการในเนื้อหาที่เรียนได้ดี	4.09	0.53
7.ช่วยตรวจปรับในการเรียนได้ดี	4.00	0.44
8. GUI ใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนได้ดี	4.00	0.63
9.การออกแบบมีความเหมาะสม	4.00	0.44
10.มีความชอบในการใช้งาน GUI นี้	4.18	0.78
โดยรวม	4.03	0.59

จากตารางผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งาน GUI ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลเรื่องการวิเคราะห์สัญญาณแบบไม่ต่อเนื่องโดยใช้วิธีการทางฟูริเยร์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อใช้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอน เพื่อตรวจปรับความเข้าใจให้แก่นักศึกษา ในการเสริมสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นอย่างทั่วถึงโดยมีจุดมุ่งหมาย และคาดหวังไว้ว่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อ

กระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลนี้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงเป็นสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดไปสู่การสร้าง GUI ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการประมวลผลภาพชั้นสูง ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งวงการศึกษา วงการแพทย์ และงานอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคตอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, “หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง 2550) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพ

[2] ณัฐวัตร หาญมุ่งธรรม “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ GUI-MATLAB ในการศึกษาเรื่องระบบควบคุมเชิงเส้น” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] ภาสกร เรืองรอง “เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทย ในศตวรรษที่ 21” Panyapiwat Journal Vol.5, 2014.

ระบบแนะนำการเลือกพันธุ์ยางพาราสำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ตารางการตัดสินใจ

A Recommendation System for Choosing Cultivars of the Para Rubber Tree for Eastern Region of Thailand using Decision Table

สุธีรา พึ่งสวัสดิ์(Suteera Puengsawad)[1] พงศกร บำรุงไทย(Pongsakon Bamrungthai)[2]
และนฤมล มีเอี่ยม(Naruemon Mi-iam)[3]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
[1]aj-tarn@hotmail.com, [2]pongsakon.bam@gmail.com, [3]yui_naruemon@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบแนะนำการเลือกพันธุ์ยางพาราสำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทยโดยพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา โดยได้ใช้เทคนิคตารางการตัดสินใจซึ่งสร้างจากข้อมูลพันธุ์ยางจำนวน 20 พันธุ์ และปัจจัยในการปลูกยางพาราจำนวน 8 ปัจจัย นอกจากนี้ระบบยังสามารถใช้ค้นหาข้อมูลของพันธุ์ยางพาราจากชื่อพันธุ์ เพื่อแสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องแก่ผู้ใช้ ผลการพัฒนาพบว่า ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยเมื่อทำการประเมินระบบโดยใช้แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบในด้านต่าง ๆ จากผู้ใช้จำนวน 20 คน พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปพัฒนาเพื่อให้ครอบคลุมปัจจัยของพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคอื่น ๆ ของประเทศต่อไป

คำสำคัญ: ระบบการแนะนำ การเลือกพันธุ์ยางพารา ตารางการตัดสินใจ

Abstract

This research is a development of a recommendation system for choosing cultivars of the Para rubber tree for planting in the eastern region of Thailand. It is implemented as a web application for facilitating the farmer by using decision table technique. There are 20 cultivars of the Para rubber tree and 8 factors for planting in this research. Furthermore, the system can be used to search for related information on the cultivar from a cultivar name. The results show that the system performs all functions correctly. For system evaluation, a preliminary user test with 20 subjects has been performed. The satisfaction of the system obtained from the questionnaire is good with an average score of 4.19 and a standard deviation of 0.52. The developed system can be further improved by covering more planting factors that are found in other regions of Thailand.

Keywords: Recommendation System, Choosing the Cultivars of the Para Rubber Tree, Decision Table.

1. บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เนื่องจากเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงแก่เกษตรกร และการส่งออกยางพาราเพื่ออุตสาหกรรมในกลุ่มผลิตภัณฑ์ยางมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ส่งผลให้การปลูกยางพาราได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นและมีการขยายพื้นที่การปลูกในทั่วทุกภาคของประเทศ

ทั้งนี้การปลูกยางพาราในแต่ละภูมิภาคจะได้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ที่ทำการปลูก เช่น ความลาดชันของพื้นดิน สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น รวมทั้งขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ยางพาราแต่ละพันธุ์ ถ้าเกษตรกรเลือกพันธุ์ยางพาราไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในการปลูกจะส่งผลให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาระบบแนะนำการเลือกพันธุ์ยางพาราเบื้องต้นในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการตัดสินใจเลือกซื้อพันธุ์ยางให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่จะทำการปลูกซึ่งครอบคลุมปัจจัยการปลูกยางพาราในด้านต่าง ๆ และครอบคลุมพันธุ์ยางที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณมาก ทนทานต่อโรค และสามารถดูแลรักษาได้ง่าย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ งานวิจัยของเกรียงศักดิ์ รองเดช [1] ซึ่งทำการศึกษาสิ่งจูงใจต่อการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกร อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า สิ่งจูงใจในการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกร คือ ยางพารามีราคาสูงและเป็นพืชที่ปลูกง่ายและทนต่อสภาพแวดล้อม การดูแลรักษายางพาราทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ได้รับความสนับสนุนในส่วนของต้นกล้ายางพาราจากหน่วยงานของรัฐ โดยปัญหาและอุปสรรคในการปลูกยางพาราของเกษตรกร พบอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ พื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก เกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการปลูกยางพารา ขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการดูแล เนื่องจากมีประสบการณ์ในการปลูกยางพาราน้อย และขาดแคลนบุคลากรในการแนะนำให้ความช่วยเหลือเกษตรกร

ในงานวิจัยของ รุจิรา ธรรมสมบัติ และทองพูล หีบไธสง [2] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อช่วยค้นหาโรงแรมในอำเภอหัวหินโดยใช้ตารางการตัดสินใจ ผลการพัฒนาพบว่า ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน และผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 30 คน ทำการทดสอบค้นหาโรงแรม โดยทำการค้นหาด้วยเงื่อนไขใดก็ได้ และในการค้น 1 ครั้งคิดเป็น 1 กรณี ต้องทำการค้นหาคนละ 10 กรณี ทำให้ได้กรณีในการค้นหาทั้งหมด 400 กรณี ซึ่งสามารถสรุปการวัดประสิทธิภาพของระบบได้ว่าประสิทธิภาพของการค้นหาโรงแรมมีค่าเรียกคืนและค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 89 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยรวมร้อยละ 89 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของระบบในการค้นหามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

3. ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการปลูกยางพารา

3.1.1 คุณลักษณะของพันธุ์ยางพารา

พันธุ์ยางพาราแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ของการปลูก [3] ดังนี้

- กลุ่ม 1 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางสูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางเป็นหลัก การเลือกปลูกพันธุ์ยางในกลุ่มนี้ จึงมุ่งเน้นผลผลิตน้ำยาง

- กลุ่ม 2 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ทั้งผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ โดยให้ผลผลิตน้ำยางสูงและมีการเจริญเติบโตดี ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูง

- กลุ่ม 3 พันธุ์ยางผลผลิตเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูง มีการเจริญเติบโตดีมาก ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูงมาก ผลผลิตน้ำยางอยู่ในระดับต่ำกว่าพันธุ์ยางในกลุ่มที่ 1 และ 2 เหมาะสำหรับเป็นพันธุ์ที่ปลูกเป็นสวนป่าเพื่อการผลิตเนื้อไม้

3.1.2 ปัจจัยการเลือกพันธุ์ยางพารา

จากการศึกษาปัจจัยการเลือกพันธุ์ยางพาราจากเอกสารคำแนะนำการปลูกยางพารา [4] พบว่ามีปัจจัยที่สำคัญดังนี้

1) ความต้องการของเกษตรกรในการเลือกปลูกยางพารา เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราควรพิจารณาว่า มีความต้องการผลผลิตแบบใด ต้องการผลผลิตเฉพาะน้ำยางพารา น้ำยางพาราและเนื้อไม้ หรือเฉพาะเนื้อไม้เป็นหลัก

2) ความลาดชันของพื้นดิน พันธุ์ยางโดยทั่วไปไม่เหมาะสมที่จะนำไปปลูกในพื้นที่ลาดชันสูงเกินกว่า 16 องศา

3) ลักษณะของเนื้อดิน ในแต่ละพื้นที่มีลักษณะของเนื้อดินที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินร่วนปนดินทราย

4) ความลึกของหน้าดิน คือ ความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช

5) ระดับน้ำใต้ดิน คือ ผิวบนของเขตอิ่มน้ำ หมายถึง ระดับของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสะสมน้ำใต้ดินที่ไม่อาจซึมต่อไปได้ แต่ระดับน้ำใต้ดินจะไม่คงที่แน่นอน

6) ปริมาณน้ำฝน ข้อจำกัดโดยธรรมชาติแต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปลูกพืชในประเทศไทยคือน้ำ แม้ว่าจะมีน้ำจากการชลประทาน แม่น้ำ ลำคลอง ตลอดจนน้ำใต้ดิน ในบางท้องที่ปริมาณน้ำเป็นผลมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาในแต่ละปี [5] ดังนั้นปริมาณน้ำฝนจึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

7) ความต้านทานแรงลม ลมมีผลเสียต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีลมพัดแรง จะทำให้ต้นพืชล้ม ผลผลิตร่วงหล่นเสียหาย กิ่งก้านหัก และใบฉีกขาด ทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเป็นอุปสรรคในการพ่นสารเคมี

8) ความทนทานต่อโรคในแต่ละพื้นที่ ชนิดและความรุนแรงในการระบาดของโรคจะแตกต่างกันออกไป [6] ตามสภาวะที่เหมาะสมต่อการแพร่กระจาย

3.2 เทคนิคตารางการตัดสินใจ

ตารางการตัดสินใจ (Decision Table) เป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงเงื่อนไขการตัดสินใจ และการเลือกการทำงานหรือกระทำกิจกรรมภายใต้เหตุการณ์ของเงื่อนไขที่ระบุ ในรูปแบบของตาราง เหมาะสำหรับการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน [7] ลักษณะของตารางการตัดสินใจแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ลักษณะของตารางการตัดสินใจ

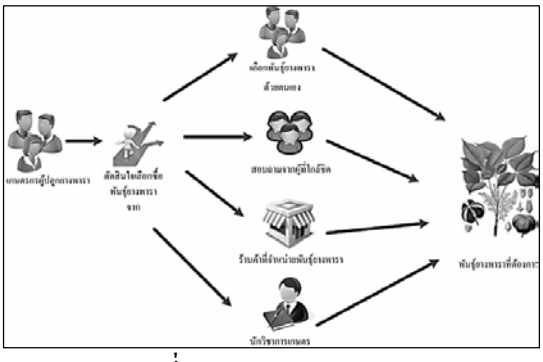
เงื่อนไข	กฎสำหรับการตัดสินใจ / การกระทำ
การระบุเงื่อนไขสำหรับการพิจารณาการทำงาน	กฎที่เป็นไปได้ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุ
การกระทำที่เป็นไปได้	การระบุการเลือกการกระทำภายใต้กฎเกณฑ์

4. การพัฒนาระบบ

4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ รวมถึงการสอบถามจากเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง สามารถสรุปการดำเนินงานในปัจจุบันได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งแสดงถึงวิธีการเลือกพันธุ์ของเกษตรกรจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่

1. เอกสารคู่มือในการปลูกยางพารา
2. สอบถามจากเกษตรกรผู้ปลูกยางด้วยกันเอง
3. ปรึกษาร้านค้าที่จำหน่ายพันธุ์ยางพารา
4. ปรึกษานักวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1: การดำเนินงานในปัจจุบัน

4.2 การวิเคราะห์หาพันธุ์ที่เหมาะสมโดยใช้ตารางการตัดสินใจ

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิคตารางการตัดสินใจในการวิเคราะห์เพื่อเลือกพันธุ์ยางพาราจากการตอบคำถามของผู้ใช้ระบบ เนื่องจากเหมาะสำหรับการเลือกในกรณีตัวเลือกมีความสัมพันธ์กันและตัวเลือกมีความหลากหลาย โดยสรุปเงื่อนไขในการสร้างตารางการตัดสินใจได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: เงื่อนไขการสร้างตารางการตัดสินใจ

เงื่อนไข	กฎสำหรับการตัดสินใจ / การกระทำ
พันธุ์ยาง	1. พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยาง 2. พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ 3. พันธุ์ยางเพื่อผลิตเนื้อไม้
ความลาดชันของพื้นที่	1. พื้นที่มีความลาดชันมากกว่า 1 เมตร 2. พื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เมตร
ลักษณะเนื้อดิน	1. ดินร่วน 2. ดินร่วนปนทราย 3. ดินร่วนปนดินเหนียว
ความลึกของหน้าดิน	1. ความลึกหน้าดินมากกว่า 1 เมตร 2. ความลึกหน้าดินน้อยกว่า 1 เมตร
ระดับน้ำใต้ดิน	1. มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร 2. มีระดับน้ำใต้ดินน้อยกว่า 1 เมตร
ปริมาณน้ำฝน	1. มีปริมาณฝนตก มากกว่า 4 เดือนต่อปี 2. มีปริมาณฝนตก น้อยกว่า 4 เดือนต่อปี
ความต้านทานแรงลม	1. อ่อนแอ 2. ปานกลาง 3. ดี 4. ดีมาก
ความทนทานต่อโรค	1. โรคราแป้ง 2. โรคราสีชมพู 3. ใบจุดก้างปลา 4. ใบจุดนูน 5. เส้นดำ 6. ใบร่วงไฟทอฟโทรา

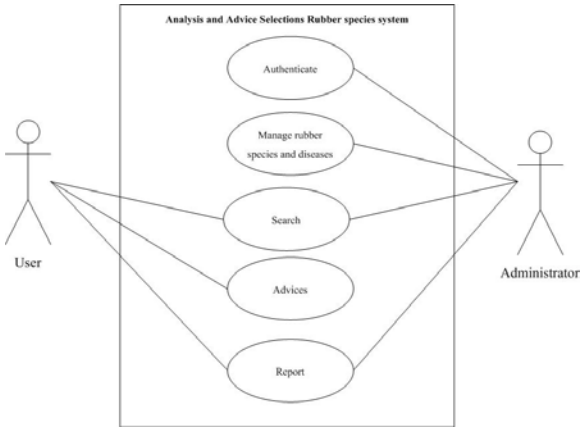
จากตารางที่ 2 สามารถสรุปปัจจัยในการเลือกปลูกยางพาราได้ทั้งหมด 8 ปัจจัย และสามารถสร้างเป็นตารางการตัดสินใจได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งใช้ในส่วนแนะนำการเลือกพันธุ์ยางของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยในตารางได้ยกตัวอย่างเพียง 3 พันธุ์จาก 20 พันธุ์ยางพาราที่มีความนิยมในปัจจุบัน [8]

ตารางที่ 3: ส่วนหนึ่งของตารางการตัดสินใจของระบบที่พัฒนาขึ้น

เงื่อนไข	BPM 24	GT 1	PB 260
พันธุ์ยาง	พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยาง	พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยาง	พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยางและเนื้อไม้
ความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เมตร	พื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เมตร	พื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เมตร
ลักษณะเนื้อดิน	ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว
ความลึกของหน้าดิน	ความลึกหน้าดินน้อยกว่า 1 เมตร	ความลึกหน้าดินน้อยกว่า 1 เมตร	ความลึกหน้าดินน้อยกว่า 1 เมตร
ระดับน้ำใต้ดิน	มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร	มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร	มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร
ปริมาณน้ำฝน	มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 4 เดือนต่อปี	มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 4 เดือนต่อปี	มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 4 เดือนต่อปี
ความต้านทานแรงลม	ปานกลาง	ดีมาก	ดี
ความทนทานต่อโรค	โรคราแป้ง โรคราสีชมพู ใบจุดก้างปลา ใบจุดนูน เส้นดำ ใบร่วงไฟทอฟโทรา	ใบจุดก้างปลา เส้นดำ ใบร่วงไฟทอฟโทรา	โรคราแป้ง โรคราสีชมพู ใบจุดก้างปลา ใบจุดนูน เส้นดำ ใบร่วงไฟทอฟโทรา

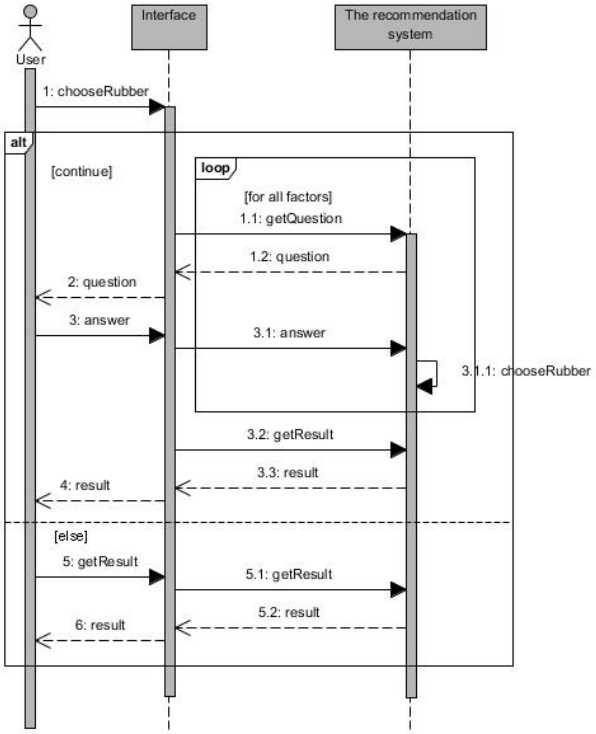
4.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้การพัฒนาระบบมีประสิทธิภาพ โดยได้จากการวิเคราะห์การดำเนินงานและสร้างผังการทำงานต่าง ๆ โดย Use Case Diagram ของระบบที่พัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงส่วนการทำงานของระบบทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนการพิสูจน์ตัวตน ส่วนการจัดการข้อมูลพันธุ์ยางและข้อมูลโรค ส่วนการค้นหาข้อมูล ส่วนการแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง และส่วนการออกรายงาน



ภาพที่ 2: Use Case Diagram

ภาพที่ 3 แสดงแผนภาพจำลองเชิงพฤติกรรมส่วนการแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง ผู้ใช้ระบบจะทำการตอบคำถามตามลำดับ โดยระบบจะใช้ตารางการตัดสินใจที่สร้างขึ้น เพื่อแนะนำพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้ใช้เลือก ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จะยังไม่ได้มีการจัดลำดับ แต่จะแสดงผลลัพธ์ของพันธุ์ยางที่เข้าเกณฑ์ตามปัจจัยที่กำหนดเท่านั้น



ภาพที่ 3: Sequence Diagram ในการแนะนำพันธุ์ยาง

4.4 การทดสอบระบบ

หลังจากพัฒนาและปรับปรุงระบบจนเกิดความสมบูรณ์แล้ว ได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยเฉพาะใน 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนการแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง และส่วนการแสดงข้อมูลรายละเอียดของยางพาราแต่ละพันธุ์ที่ผู้ใช้ทำการค้นหาโดยใช้ชื่อของพันธุ์เป็นคำค้น พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกส่วนการทำงาน

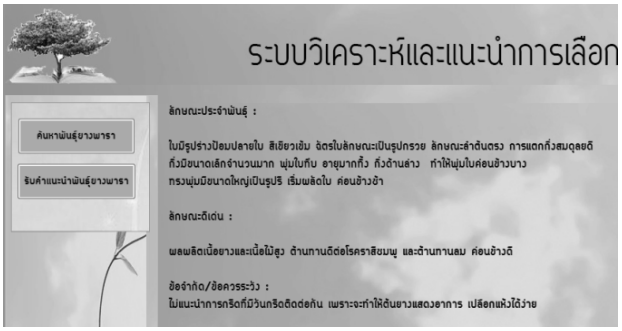
4.5 การประเมินระบบ

การประเมินระบบพิจารณาจากความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้งานระบบ ซึ่งแบ่งคำถามออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ด้านการประมวลผลของระบบ ด้านความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบได้กำหนดเกณฑ์ประกอบด้วยมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้ 4.51–5.00 มีความพึงพอใจในระดับดีมาก 3.51–4.50 มีความพึงพอใจในระดับดี 2.51–3.50 มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง 1.51–2.50 มีความพึงพอใจในระดับน้อย และ 1.00–1.50 มีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

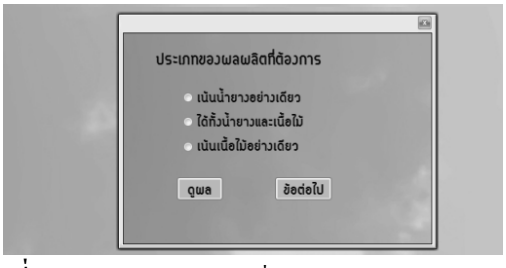
5. ผลการดำเนินงาน

หน้าจอการทำงานของระบบที่ใช้ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้สามารถแสดงตัวอย่างบางส่วนได้ดังภาพที่ 4–6 โดยภาพที่ 4 เป็นหน้าหลักของระบบ ภาพที่ 5 เป็นตัวอย่างหน้าจอแสดงคำถามเพื่อรับคำแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง ซึ่งแสดงข้อคำถามตามปัจจัยต่าง ๆ ของการปลูกยางพาราไปตามลำดับที่กำหนดไว้ โดยผู้ใช้จะทำการตอบคำถามตามลักษณะพื้นที่ของตนเอง ภาพที่ 6 เป็นหน้าจอแสดงรายละเอียดของพันธุ์ยางพาราเมื่อค้นหาจากชื่อพันธุ์

ในการทดลองระบบ ส่วนการแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างใน 2 กรณี ซึ่งเป็นกรณีที่ผู้ใช้ต้องการปลูกยางโดยต้องการผลผลิตน้ำยางเป็นหลักทั้งคู่ โดยกรณีที่ 1 ผู้ใช้เลือกปัจจัยต่าง ๆ ดังตารางที่ 4 ซึ่งผลการวิเคราะห์ของระบบได้ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 7 ซึ่งมีพันธุ์ยางที่เข้าเกณฑ์จำนวน 2 พันธุ์ ส่วนในกรณีที่ 2 ผู้ใช้เลือกปัจจัยต่าง ๆ ดังตารางที่ 5 และได้ผลการวิเคราะห์ของระบบแสดงดังภาพที่ 8 ซึ่งมีพันธุ์ยางที่เข้าเกณฑ์จำนวน 1 พันธุ์



ภาพที่ 4: หน้าหลักของระบบ



ภาพที่ 5: หน้าจอตัวอย่างคำถามเพื่อรับคำแนะนำการเลือกพันธุ์ยาง

พันธุ์ยางพารา : BPM24	
แม่ X พ่อ	GT 1 x AVROS 1734
แหล่งกำเนิด	อินโดนีเซีย
ดินที่เหมาะสม	ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว
พื้นที่ที่เหมาะสม	พื้นที่มีความลาดชันได้กว่า 16 องศา มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกได้กว่า 1 เมตร
ระดับน้ำฝน	ปริมาณน้ำฝน มีฝนตกไม่ได้กว่า 4 เดือนต่อปี
ผลผลิต	ผลผลิตสูงมากทั้งในระยะ 2 ปีแรก และปีกรีดต่อๆมา ในช่วงผลัดใบผลผลิตจะลดลงปานกลาง
การเจริญเติบโต	ระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีด มีการเจริญเติบโตปานกลาง ทรงพุ่มมีขนาดปานกลาง
ความหนาของเปลือก	เปลือกเดิมหนามาก เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง
รอยแผลกรีด	ถ้ากรีดลึกเป็นบาดแผลถึงเนื้อไม้ เปลือกงอกใหม่เสียหายปานกลาง
ความต้านทานโรค	
ใบร่วงไฟทอปโทรา	ดีมาก
ใบจุดออยเดียม	ปานกลาง
ใบจุดคอลเลทโทตริกัม	ปานกลาง
เส้นดำ	ดี
ราสีชมพู	ปานกลาง
เปลือกแห้ง	ดีมีจำนวนต้นแสดงอาการเปลือกแห้งน้อย
ความต้านทานลม	ปานกลาง
พื้นที่ปลูก	ปลูกได้ในพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ที่มีหน้าดินตื้นพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง และพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นสูง
ข้อแนะนำ/ข้อสังเกต	ยางพันธุ์นี้ควรใช้ระยะกรีดที่มีความถี่ของการกรีดน้อย

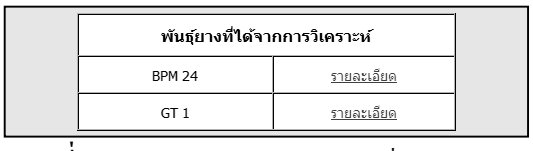
ภาพที่ 6: หน้าจอแสดงรายละเอียดของพันธุ์ยางพารา

ตารางที่ 4: ผลการเลือกปัจจัยการปลูกของผู้ใช้ระบบในกรณีที่ 1

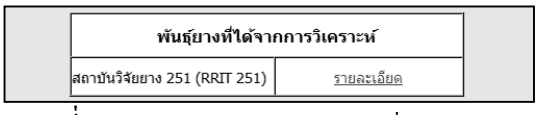
เงื่อนไข	การเลือกปัจจัยของผู้ใช้ระบบ
พันธุ์ยาง	พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยาง
ความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่มีความลาดชันมากกว่า 1 เมตร
ลักษณะเนื้อดิน	ดินร่วน
ความลึกของหน้าดิน	ความลึกหน้าดินน้อยกว่า 1 เมตร
ระดับน้ำใต้ดิน	มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร
ปริมาณน้ำฝน	มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 4 เดือนต่อปี
ความต้านทานแรงลม	ปานกลาง
ความทนทานต่อโรค	โรคเส้นดำ

ตารางที่ 5: ผลการเลือกปัจจัยการปลูกของผู้ใช้ระบบในกรณีที่ 2

เงื่อนไข	การเลือกปัจจัยของผู้ใช้ระบบ
พันธุ์ยาง	พันธุ์ยางเพื่อผลิตน้ำยาง
ความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เมตร
ลักษณะเนื้อดิน	ดินร่วนปนดินเหนียว
ความลึกของหน้าดิน	ความลึกหน้าดินมากกว่า 1 เมตร
ระดับน้ำใต้ดิน	มีระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 1 เมตร
ปริมาณน้ำฝน	มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 4 เดือนต่อปี
ความต้านทานแรงลม	ปานกลาง
ความทนทานต่อโรค	โรคราสีชมพู



ภาพที่ 7: หน้าจอผลการวิเคราะห์แสดงรายชื่อของพันธุ์ยางที่สามารถปลูกได้ในกรณีที่ 1



ภาพที่ 8: หน้าจอผลการวิเคราะห์แสดงรายชื่อของพันธุ์ยางที่สามารถปลูกได้ในกรณีที่ 2

ผลการประเมินระบบในด้านต่าง ๆ ของผู้ใช้ทั่วไปแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6: ผลการประเมินระบบในด้านต่าง ๆ ของผู้ใช้ทั่วไป

รายการประเมิน	จำนวน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่ได้พัฒนาขึ้น	20	4.16	0.58	ดี
2. ด้านการประมวลผลของระบบ	20	4.18	0.51	ดี
3. ด้านความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล	20	4.38	0.42	ดี
4. ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้	20	4.05	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ย	20	4.19	0.52	ดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยและการทดสอบระบบพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง กล่าวคือสามารถแนะนำพันธุ์ยางที่เหมาะสมกับการปลูกตามปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ของผู้ใช้ และสามารถให้ข้อมูลของยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 20 คน มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของระบบเท่ากับ 4.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งสามารถแปลความได้ว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบในระยะต่อไป สามารถเพิ่มพันธุ์ยางที่นิยมปลูกในทุกภูมิภาค รวมทั้งกำหนดปัจจัยในการเพาะปลูกเพิ่มเติม เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในภาคอื่น ๆ ของประเทศ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการตัดสินใจเลือกปลูกพันธุ์ยางพาราได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการ

เอกสารอ้างอิง

[1] เกรียงศักดิ์ รองเดช, “สิ่งจูงใจต่อการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกร อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย”, *รายงานการค้นคว้าอิสระ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2551.

[2] รุจิรา ธรรมสมบัติ และทองพูล หิบไธสง, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อช่วยค้นหาโรงแรมในอำเภอหัวหิน โดยใช้ตารางตัดสินใจ”, *The 5th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2009)*, กรุงเทพฯ, 2552.

[3] กรมวิชาการเกษตร, “*ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555*”, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555.

[4] สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, "*คำแนะนำการปลูกยางพารา*", โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ แห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ, 2554.

[5] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, "*โครงการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ยางพารา ปี 2553 การสำรวจข้อมูลระยะไกล และเทคโนโลยีสารภูมิสนเทศ*", กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554.

[6] สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, "*โรคและอาการผิดปกติของยางพารา ปี 2555*", โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ, 2555.

[7] Gary B. Shelly, Thomas J, Cashman, and Harry J, "*Systems Analysis and Design*", 7th Ed. Course Technology", Rosenblatt, 2008.

[8] สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, "*คำแนะนำพันธุ์ยาง ปี 2554*", โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ, 2554.

การวิเคราะห์ทัศนคติการให้บริการของโรงแรมจากบทวิจารณ์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

Sentiment Analysis for Hotel Services from Reviews in Both Thai and English Language

อัจฉรา ภู่ระย้า (Ujchara Pooraya)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ilovekamo@gmail.com[1], maleerat.s@it.kmutnb.ac.th[2]

บทคัดย่อ

บทวิจารณ์ หรือความคิดเห็นของลูกค้าต่อการให้บริการของโรงแรมเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ เนื่องจากบ่งชี้ความพึงพอใจของลูกค้า และคุณภาพการบริการของโรงแรม ซึ่งสามารถนำมาสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นแนวทางการปรับปรุงคุณภาพของโรงแรมให้ดีขึ้น งานวิจัยนี้นำเสนอโมเดลทัศนคติการให้บริการของโรงแรม จากบทวิจารณ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยวิเคราะห์ข้อความด้วยนาอีฟ เบย์ ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวคเตอร์ แมชชีน เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการที่ได้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ทัศนคติ และสามารถนำโมเดลไปประยุกต์ใช้ในด้านการให้บริการของโรงแรม ผู้วิจัยได้รวบรวมบทวิจารณ์การให้บริการของโรงแรมระดับสี่ดาว จากเว็บไซต์ Tripadvisor และ Agoda โดยวิเคราะห์คุณสมบัติ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านสภาพห้องพัก ด้านที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโรงแรม ด้านการให้บริการ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านราคา โดยผลการวิจัยพบว่า ซัพพอร์ต เวคเตอร์ แมชชีน มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ทัศนคติ บทวิจารณ์โรงแรม นาอีฟ เบย์ ต้นไม้ตัดสินใจ ซัพพอร์ต เวคเตอร์ แมชชีน โมเดลทัศนคติ

Abstract

The reviews or opinions of customers for hotel services are very important data. Because it's can indicated customer's satisfaction and quality of hotel services which can be used to support decision to improve quality of hotel. In this paper present the sentiment analysis model of hotel services from reviews in both Thai and English languages by using Naive Bayes, Decision Tree and Support Vector Machine. In order to compare and find the most accuracy classifier of sentiment analysis and can apply the model in future work about hotel services. The researcher collect the reviews of 4 stars hotel from Agoda and Tripadvisor and reviews are analyzed in 5 properties such as room, location, service, facilities and price. The results show that Support Vector Machine is the most accuracy classifier.

Keyword : sentiment analysis, hotel reviews, Naive Bayes, Decision Tree, Support Vector Machine, sentiment analysis model

1.บทนำ

การท่องเที่ยว เป็นธุรกิจที่สร้างรายได้อย่างมหาศาลสำหรับประเทศไทยมาโดยตลอด ตามข้อมูลรายได้การท่องเที่ยวตลอดทั้งปี 2557 สามารถทำรายได้จากการท่องเที่ยว 1.7-1.8 ล้านล้านบาท โดยแบ่งเป็นรายได้การท่องเที่ยวตลาดต่างประเทศ 1.1-1.2 ล้านล้านบาท และตลาดในประเทศ 6 แสนล้านบาท[1] ธุรกิจการท่องเที่ยวมีความเกี่ยวข้องกับหลายกิจการ เช่น ร้านอาหาร สถานที่ท่องเที่ยว และกิจการโรงแรม สำหรับกิจการโรงแรมในกรุงเทพฯ เป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันสูง เนื่องจากกิจการโรงแรมในกรุงเทพฯ มีเป็นจำนวนมาก ทำให้ลูกค้ามีทางเลือก เช่น ผู้ที่มีกำลังทรัพย์ อาจเลือกใช้บริการโรงแรมที่มีระดับสี่หรือห้าดาว เป็นต้น ผู้บริหารโรงแรมจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพการบริการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้โรงแรมเป็นทางเลือกระดับต้นๆของลูกค้า

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ต่อการประกอบธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการประชาสัมพันธ์ข้อมูลสินค้าหรือบริการผ่านเว็บไซต์ การสั่งซื้อสินค้าหรือการบริการผ่านเว็บไซต์ การติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้ขายและลูกค้าผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Instragram ทำให้ลูกค้ามีโอกาสที่จะทราบข้อมูลของสินค้าหรือบริการต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจที่จะซื้อสินค้าหรือบริการนั้น

ธุรกิจโรงแรมมีการพัฒนารูปแบบการให้บริการลูกค้า เช่น การจองโรงแรมผ่านเว็บไซต์ หรือการชำระเงินค่าห้องพักแบบออนไลน์ ส่วนการแสดงความคิดเห็นของลูกค้าต่อการบริการของโรงแรม ได้เกิดขึ้นมาควบคู่กับการจองห้องพักโรงแรมผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้ลูกค้าที่ต้องการเข้าพักในโรงแรม ใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกโรงแรม อาทิเช่น เว็บไซต์ Agoda(www.agoda.com/th-th) และเว็บไซต์ TripAdvisor (www.tripadvisor.com) ซึ่งความคิดเห็นของลูกค้าด้านต่างๆ เกี่ยวกับโรงแรม เช่น สภาพห้องพัก การบริการ ราคา เป็นต้น เป็นข้อความลักษณะบรรยาย ทำให้การสรุปข้อมูลความคิดเห็นหรือการมองเห็นภาพรวมคุณภาพการให้บริการทำได้ยาก ทั้งนี้ความคิดเห็นของลูกค้าเป็นข้อมูลที่สำคัญ จึงจำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์ความคิดเห็น ซึ่งข้อมูลที่มีลักษณะดังกล่าว เหมาะแก่การทำ Text Mining เพื่อสร้างโมเดลทัศนคติการให้บริการของโรงแรม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการปรับปรุงคุณภาพของการให้บริการของโรงแรมได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เหมืองข้อความ (Text Mining)

เป็นการค้นหารูปแบบที่ซ่อนอยู่ในข้อความจำนวนมาก โดยการใช้หลักคณิตศาสตร์การเรียนรู้ของเครื่อง หลักการประมวลเอกสาร หลักสถิติ หลักการประมวลผลข้อความ และหลักการประมวลผลภาษาธรรมชาติ แบ่งได้เป็น3 ประเภท คือ

2.1.1 Document Summarization การทำเหมืองข้อความที่ลดรายละเอียดของข้อมูลที่ไม่จำเป็น คงเหลือไว้แต่ส่วนที่เป็นสาระสำคัญ โดยที่เอกสารยังคงมีความสมบูรณ์

2.1.2 Document Classification การทำเหมืองข้อความโดยแยกประเภทเอกสาร ซึ่งต้องกำหนดจำนวนประเภทของเอกสารที่ต้องการแยกก่อน และต้องทำการสอนระบบ (Train Model) ให้รู้จำรูปแบบเอกสารแต่ละประเภท

2.1.3 Document Clustering การทำเหมืองข้อความที่ต้องทำการจัดกลุ่มเอกสาร โดยเอกสารที่เนื้อหาคล้ายคลึงกัน จะถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกัน เช่น search engine

2.2 การวิเคราะห์ทัศนคติ (Sentiment Analysis)

หรือที่เรียกว่า เหมือนข้อความแสดงความคิดเห็น (Opinion Mining) เป็นการวิเคราะห์อารมณ์และความรู้สึกจากข้อความ โดยแบ่งเป็นด้านบวก (Positive) หรือด้านลบ (Negative) ซึ่งในปัจจุบันการทำวิเคราะห์ทัศนคติ ใช้เพื่อวิเคราะห์บทวิจารณ์สินค้าและบริการผ่านสื่อออนไลน์ เช่น Twitter, Facebook หรือเว็บไซต์

2.3 นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes)

เป็นการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) โดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของเบย์ (Bayes's theorem) โดยวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้น และคาดเดาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นมาแล้ว บนสมมุติฐานว่า ตัวแปรแต่ละตัวมีความเป็นอิสระต่อกัน

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) \times P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

โดยที่ P(B|A) คือ ความน่าจะเป็นที่ข้อมูลที่มี Attribute เป็น A จะมีคลาส B

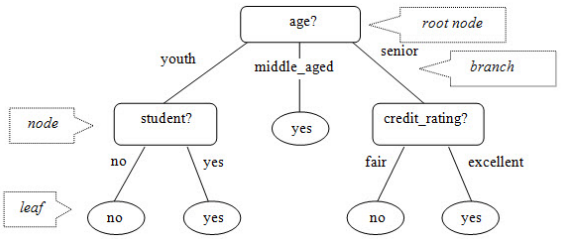
P(A|B) คือ ความน่าจะเป็นที่ข้อมูล Training Data ที่มีคลาส B และมี Attribute A

P(B) คือ ความน่าจะเป็นของคลาส B

P(A) คือ ความน่าจะเป็นของ Attribute A [2]

2.4 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

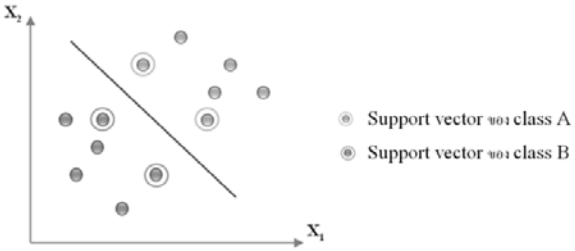
เป็นโครงสร้างข้อมูลชนิดลำดับชั้น (Hierarchy) ซึ่งลักษณะคล้ายต้นไม้ ใช้สนับสนุนการตัดสินใจ ประกอบไปด้วยโหนด (node) โดยโหนดจะมีคุณลักษณะ (Attribute) กิ่งของต้นไม้ (Branch) แสดงค่าที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะ และใบ (Leaf) ที่อยู่ด้านล่างสุดของต้นไม้ตัดสินใจ จะแสดงผลลัพธ์การทำนายหรือกลุ่มของข้อมูล (Class) [3]



ภาพที่ 1: ต้นไม้ตัดสินใจของการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์[4]

2.5 ซัพพอร์ต เวคเตอร์ แมชชีน (Support Vector Machine)

เทคนิคการจัดหมวดหมู่ข้อมูล โดยคำนวณหาเส้นแบ่งกลุ่มข้อมูลที่เป็นเชิงเส้น และข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้น จากจุดของข้อมูลที่เรียกว่า support vector สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น สามารถใช้ kernel function ทำให้ข้อมูลมีมิติที่สูงขึ้น ซึ่ง kernel function มีหลายประเภท แต่ที่นิยม ได้แก่ โพลิโนเมียลเคอร์เนล (Polynomial Kernel) เกาเซียนเรเดียลเบสิสฟังก์ชัน (Gaussian Radial Basis Function) [5]



ภาพที่ 2: สมการเส้นตรงที่แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากข้อมูลความคิดเห็นของลูกค้ามีจำนวนมาก และเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ งานวิจัยทางด้านเหมืองข้อมูล เหมืองข้อความ หรือการวิเคราะห์ทัศนคติ จึงได้มีการศึกษาถึงข้อมูลเหล่านั้น เช่น งานวิจัยที่วิเคราะห์ความคิดเห็นภาษาไทยเกี่ยวกับโรงแรมใน 2 คุณลักษณะ คือ อาหารเช้า และการบริการ โดยนำข้อมูลมาจากเว็บไซต์ Agoda[6] งานวิจัยที่ศึกษาถึงความสำคัญของการทำ Text Pre-Processing ในการวิเคราะห์ทัศนคติการวิจารณ์ภาพยนตร์ ซึ่งจะมีการเตรียมข้อมูลก่อน เช่น การแปลงรูปของข้อมูล การกรองข้อมูล[7] นอกจากนี้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแต่ละ classifier ได้มีการนำมาวิจัยด้วยเช่นกัน เช่น การเปรียบเทียบระหว่างนาอีฟ เบย์ และซัพพอร์ตเวคเตอร์ แมชชีน ในการวิเคราะห์ทัศนคติของการวิจารณ์ผ่านมือถือ โดยใช้โปรแกรม WeChat เพื่อใช้ในการจัดหมวดหมู่ความรู้สึกผ่านอัลกอลิทึมการจัดหมวดหมู่ ผลการวิจัยพบว่า บทวิจารณ์ที่มีความยาว จะมีผลทำให้มีความยากเพิ่มขึ้นในการจัดหมวดหมู่ ซึ่งกระบวนการสกัดคุณลักษณะเป็นสิ่งที่จำเป็น และสามารถปรับปรุงความแม่นยำการจัดหมวดหมู่ทัศนคติได้อย่างชัดเจน[8] หรือในงานวิจัยที่ศึกษาการวิเคราะห์ทัศนคติเกี่ยวกับหัวข่าวออนไลน์โดยใช้ MALLET (MAchine Learning for LanguagE Toolkit) จากข้อมูลชุดเดียวกันซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดหมวดหมู่แบบมีผู้สอน พัฒนาโดย Andre McCallum University of Massachusetts Amherst โดยการเปรียบเทียบทั้งหมด 6 classifier ผลการวิจัยพบว่า นาอีฟ เบย์ ดีที่สุด [9]

3.วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูล เตรียมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมบทวิจารณ์ต่อการให้บริการของโรงแรมระดับสี่ดาว โดยบทวิจารณ์ภาษาอังกฤษ จำนวน 1,500 บทวิจารณ์ มาจากเว็บไซต์ Agoda (www.agoda.com/th-th) ส่วนบทวิจารณ์ภาษาไทย จำนวน 1,500 บทวิจารณ์ มาจากเว็บไซต์ Tripadvisor (www.tripadvisor.com) ซึ่งเป็นบทวิจารณ์ของลูกค้าที่ได้เข้าพักโรงแรมในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม 2558

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมฟรีแวร์ชื่อ import.io ในการเก็บรวบรวมบทวิจารณ์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ โดยผู้วิจัยต้องสร้างฟิลด์ข้อมูล และสร้างการสอนโปรแกรม เพื่อทำให้โปรแกรมเรียนรู้รูปแบบของข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการรวบรวม แล้วดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยส่งออกข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมนี้ เป็นไฟล์ excel

การวิเคราะห์บทวิจารณ์ว่า ลูกค้าวิจารณ์ถึงคุณสมบัติใดบ้างทั้ง 5 ด้าน และเป็นการวิจารณ์ด้านบวก หรือด้านลบนั้น เป็นการทำด้วยมือ (Manual) ด้วยการอ่านทีละบทวิจารณ์ โดยมีการแบ่งคุณสมบัติย่อย ที่ประกอบอยู่ในคุณสมบัติหลัก ทั้ง 5 ด้าน และกำหนดค่าน้ำหนักให้แก่คุณสมบัติย่อย ซึ่งจะคำนวณมาจากจำนวนของการถูกกล่าวถึง จากจำนวนบทวิจารณ์ทั้งหมด ทั้งการวิจารณ์ด้านบวก หรือด้านลบ

คำวิจารณ์ด้านบวก เป็นกรณีที่ลูกค้าได้รับความพึงพอใจในการบริการของโรงแรม มีลักษณะคำพูดชมเชย คำพูดที่แสดงถึงความพอใจ ประทับใจ หรือลูกค้าอาจกล่าวว่า จะมาพักโรงแรมในครั้งต่อไป จะแนะนำโรงแรมนี้แก่คนรู้จัก เป็นต้น

คำวิจารณ์ด้านลบ เป็นกรณีที่ลูกค้าไม่ได้รับความพึงพอใจหรือการบริการที่ได้รับจากโรงแรม ต่ำกว่าที่ความคาดหวังของลูกค้าได้คาดหวังไว้ มีลักษณะคำพูดติเตียน ไม่พอใจ ลูกค้าอาจแนะนำวิธีการปฏิบัติสำหรับโรงแรมเพื่อให้ลูกค้าพอใจ เป็นต้น

ตารางที่ 1: ตัวอย่างของคำวิจารณ์ด้านบวก และคำวิจารณ์ด้านลบ

คุณสมบัติด้านสภาพห้องพัก (Room)	
คำวิจารณ์ด้านบวก	The room are very big with a balcony, clean and neat.
คำวิจารณ์ด้านลบ	The bathroom was smelling a bit and the sink was blocking whenever the tap was running.
คุณสมบัติด้านที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโรงแรม (Location)	
คำวิจารณ์ด้านบวก	Located very conveniently to the Don Mueang Airport.
คำวิจารณ์ด้านลบ	It is also far from the hub of Bangkok.
คุณสมบัติด้านการให้บริการ (Service)	
คำวิจารณ์ด้านบวก	The staff were all polite and helpful.
คำวิจารณ์ด้านลบ	Upon check in, we were addressed by a very rude reception clerk.
คุณสมบัติด้านสิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities)	
คำวิจารณ์ด้านบวก	Breakfast was very good, large variety.
คำวิจารณ์ด้านลบ	The pool water had a strange metallic smell, probably from the pollution.
คุณสมบัติด้านราคา (Price)	
คำวิจารณ์ด้านบวก	Good value for the price.
คำวิจารณ์ด้านลบ	The rooms are decent, but pricey.

เมื่ออ่านทีละบทวิจารณ์ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติย่อยแต่ละชนิด ที่ถูกกล่าวถึงในแต่ละบทวิจารณ์นั้น ว่าเป็นด้านบวกหรือด้านลบ และบันทึกบนไฟล์ excel ดังตัวอย่างในตารางที่ 2 การนับจำนวนการถูกกล่าวถึง เพื่อนำมาใช้คำนวณค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อย ซึ่งแต่ละบทวิจารณ์ที่รวบรวมมานั้น อาจจะไม่ได้วิจารณ์ครบทั้ง 5 ด้าน ของคุณสมบัติหลัก

ตารางที่ 2: การนับจำนวนการถูกกล่าวถึงของคุณสมบัติด้านราคา

คุณสมบัติ / บทวิจารณ์	คุณสมบัติด้านราคา	
	ราคาห้องพัก	ค่าสินค้าและบริการอื่นๆ
บทวิจารณ์ที่ 1	ด้านบวก	ด้านลบ
บทวิจารณ์ที่ 2	ด้านบวก	ด้านบวก
บทวิจารณ์ที่ n	ด้านลบ	-
จำนวนการถูกกล่าวถึง (ทั้งด้านบวกและด้านลบ)	980	513

จากนั้น นำจำนวนการถูกกล่าวถึง ทั้งด้านบวกและด้านลบของคุณสมบัติย่อย ซึ่งประกอบอยู่ในแต่ละคุณสมบัติหลัก ทั้ง 5 ด้าน มาคำนวณค่าน้ำหนัก

ตารางที่ 3: ตัวอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อยในคุณสมบัติหลักด้านราคา (บทวิจารณ์ จำนวน 1,500 บทวิจารณ์)

คุณสมบัติย่อย	จำนวนการถูกกล่าวถึง	วิธีคิดค่าน้ำหนัก	กำหนดค่าน้ำหนัก
ราคาห้องพัก	980	(980x100) / 1500 = 65.3	0.653
ค่าสินค้าและบริการอื่นๆ	513	(513x100) / 1500 = 34.2	0.342

การนับจำนวนการถูกกล่าวถึง และการคำนวณค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อยในแต่ละคุณสมบัติหลักด้านอื่น ใช้หลักการเดียวกันดังกล่าวข้างต้น

การกำหนดค่าน้ำหนัก เพื่อเป็นปัจจัยบ่งชี้ว่า คุณสมบัติหลักเป็นด้านบวกหรือด้านลบ เนื่องจากคุณสมบัติย่อยที่ประกอบอยู่ในคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน มีจำนวนตั้งแต่ 2-4 ชนิด หากไม่ได้กำหนดค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อย และใช้ผลรวมค่าน้ำหนักในการสนับสนุนการตัดสินใจว่า คุณสมบัติหลักด้านนั้น เป็นด้านบวกหรือด้านลบ อาจทำให้การวิเคราะห์มีความไม่แน่นอน

คุณสมบัติหลักแต่ละด้าน มีการแบ่งเป็นคุณสมบัติย่อย และกำหนดค่าน้ำหนัก ดังนี้

ตารางที่ 4: รายละเอียดของคุณสมบัติย่อยและค่าน้ำหนัก

ด้านสภาพห้องพัก		
คุณสมบัติย่อย	รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก
1) ความพึงพอใจโดยรวม	ความสะดวกสบาย ความเก่าใหม่ ความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ การตกแต่ง (นอกจากข้อ 2-4)	0.4
2) ความสะอาด	ความสะอาดของห้องพัก ห้องน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ กลิ่นในห้องพัก มีมดหรือแมลงต่างๆหรือไม่	0.3
3) ขนาดห้องพัก	ขนาดห้องพัก และพื้นที่ใช้สอย	0.2
4) ตำแหน่งห้องพัก	ตำแหน่งที่ตั้งของห้องพัก ทำให้ลูกค้ารู้สึกถูกรบกวนหรือไม่ ทัศนียภาพจากห้องพัก	0.1
ด้านที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโรงแรม		
คุณสมบัติย่อย	รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก

1) ตำแหน่งที่ตั้งของโรงแรม	ห้างสรรพสินค้า แหล่งท่องเที่ยว ร้านค้า แหล่งธุรกิจ	0.45
2) บริการสาธารณะ	การเดินทางไป-มา โดยการใช้บริการสาธารณะ หรือการบริการของโรงแรม	0.3
3) สภาพแวดล้อมในโรงแรม	บรรยากาศในโรงแรม ทางเดิน ความสะอาด ลิฟต์ การตกแต่งในโรงแรม (พื้นที่นอกห้องพัก)	0.25
ด้านการให้บริการ		
คุณสมบัติย่อย	รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก
1) การบริการโดยพนักงาน	ความเป็นมิตร ความยิ้มแย้มแจ่มใสความพึงพอใจต่อการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงาน	0.6
2) check-in check-out	ความรวดเร็วของการ check-in การ Early Check-in	0.4
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก		
คุณสมบัติย่อย	รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก
1) อาหาร	รสชาติของอาหาร ความร้อนเย็นของอาหาร ความหลากหลายของเมนู	0.45
2) สิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ	สระว่ายน้ำ บาร์ ฟิตเนส ร้านขายของใช้ในโรงแรม ร้านอาหาร	0.35
3) อินเตอร์เน็ต	การบริการฟรีอินเตอร์เน็ต ความเสถียรของอินเตอร์เน็ต	0.2
ด้านราคา		
คุณสมบัติย่อย	รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก
1) ราคาห้องพัก	เฉพาะราคาห้องพักเท่านั้น	0.7
2) ค่าสินค้าและบริการอื่นๆ	ค่าอาหารเช้า ค่าบริการการใช้งานอินเตอร์เน็ต ค่าบริการต่างๆ	0.3

การคำนวณค่าน้ำหนักของคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน

$$W_{total} = W_1 + W_2 + \ldots + W_n \quad (2)$$

โดยที่ W_{total} คือ ค่าน้ำหนักของคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน

W_i คือ ค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อย ซึ่ง i=1,2,…,n

n คือ จำนวนของคุณสมบัติย่อยที่ประกอบอยู่ในคุณสมบัติหลักด้านนั้น

ค่าน้ำหนักสูงที่สุดของคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน ที่สามารถเป็นไปได้ คือ 1 เป็นกรณีที่ค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อย เป็นด้านบวกทั้งหมด ค่าน้ำหนักต่ำที่สุดของคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน ที่สามารถเป็นไปได้ คือ -1 ซึ่งเป็นกรณีที่ค่าน้ำหนักของคุณสมบัติย่อยเป็นด้านลบทั้งหมด

บทวิจารณ์ของคุณสมบัติหลัก เป็นด้านบวก เมื่อ $W_{total} > 0$ บทวิจารณ์ของคุณสมบัติหลัก เป็นด้านลบ เมื่อ $W_{total} < 0$ และบทวิจารณ์ของคุณสมบัติหลัก ไม่เป็นทั้งด้านบวกและด้านลบ เมื่อ $W_{total} = 0$

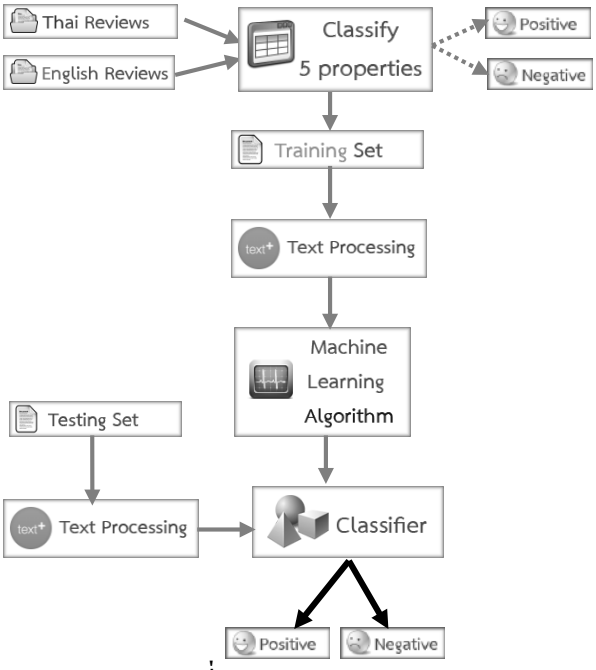
ตัวอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักของคุณสมบัติหลักด้านราคา เมื่อบทวิจารณ์กล่าวถึงราคาห้องพักเป็นด้านลบ และบทวิจารณ์กล่าวถึงค่าสินค้าและบริการอื่นๆ เป็นด้านลบ

จากสมการที่ 2

ค่าน้ำหนักของคุณสมบัติด้านราคา = (-0.7) + (-0.3) = -1

ผลรวมค่าน้ำหนัก ได้ $W_{total} < 0$ ดังนั้น บทวิจารณ์นี้ ลูกค้ากล่าวถึงคุณสมบัติด้านราคา เป็นด้านลบ

3.2 พัฒนาโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3: กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์บทวิจารณ์ว่า กล่าวถึงคุณสมบัติย่อยใดบ้าง ซึ่งประกอบในคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน ได้แก่ สภาพห้องพัก ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโรงแรม การให้บริการ สิ่งอำนวยความสะดวก และราคา ซึ่งจำแนกเป็นการวิจารณ์ด้านบวก หรือการวิจารณ์ด้านลบของคุณสมบัติหลัก โดยการคำนวณค่าน้ำหนัก

นำคุณสมบัติด้านสภาพห้องพัก มาเป็น Training Set แล้วเข้าสู่กระบวนการ Text Processing ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ Tokenization (ตัดคำ) Filter Token (ตัดคำที่มีความยาวไม่ตรง

กับที่ต้องการ) Stem (ทำคำรากศัพท์) Stop Word Filtering (ตัด stop word) แล้วทำการเรียนรู้ด้วย Machine Learning Algorithm ได้แก่ นาอีฟเบย์ ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวคเตอร์ แมชชีน โดยคุณสมบัติด้านอื่น จะนำเข้ากระบวนการเช่นกัน ส่วน Testing Set ที่ผ่านกระบวนการ Text Processing แล้ว จะทดสอบกับโมเดลของคุณสมบัติหลักแต่ละด้าน เพื่อแสดงว่าเป็นบทวิจารณ์ด้านบวก หรือบทวิจารณ์ด้านลบ

3.3 ประเมินผลโมเดล

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล ตามหลักแนวคิดการค้นคืนสารสนเทศ คือ การวัดค่าความถูกต้อง(Accuracy) เป็นค่าที่บ่งชี้ว่า โมเดลสามารถจำแนกบทวิจารณ์ถูกต้องเพียงใด

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

ตารางที่ 5 : ผลการจำแนกบทวิจารณ์

โมเดล / จำแนกบทวิจารณ์	ด้านบวก	ด้านลบ
ด้านบวก	True Positive (TP)	False Negative (FN)
ด้านลบ	False Positive (FP)	True Negative (TN)

4. ผลการดำเนินงาน

โมเดลสามารถจำแนกด้านบวกและด้านลบของบทวิจารณ์ภาษาอังกฤษและภาษาไทย ได้ค่าความถูกต้อง ดังนี้

ตารางที่ 6: ค่าความถูกต้องของโมเดล

Classifiers / Properties	Naïve Bayes	Decision Tree	SVM
บทวิจารณ์ภาษาอังกฤษ			
Room	90.12	91.40	92.61
Location	88.52	86.56	89.91
Service	81.70	87.70	90.39
Facilities	80.37	85.47	88.75
Price	82.02	80.91	85.50
บทวิจารณ์ภาษาไทย			
Room	80.36	84.72	88.34
Location	83.20	80.93	86.77
Service	85.48	81.72	88.19
Facilities	81.54	84.40	85.92
Price	86.37	85.63	88.25

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอโมเดลทัศนคติการให้บริการของโรงแรมระดับสี่ดาว จากบทวิจารณ์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยการวิเคราะห์ด้วย นาอีฟ เบย์ ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวคเตอร์ แมชชีน เพื่อการเปรียบเทียบหาวิธีที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดของการวิเคราะห์ทัศนคติเกี่ยวกับคุณสมบัติ 5 ด้าน ได้แก่ สภาพห้องพัก ที่ตั้งและสภาพแวดล้อม การให้บริการ สิ่งอำนวยความสะดวกและราคา พบว่า ซัพพอร์ต เวคเตอร์ แมชชีน ได้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทวิจารณ์ของการให้บริการของโรงแรมต่อไป อาจเป็นการพัฒนาโมเดลที่วิเคราะห์บทวิจารณ์ได้ในทุกระดับดาวของโรงแรมว่าเป็นด้านบวกหรือด้านลบ

เอกสารอ้างอิง

[1] ข่าวสด. 2558. รัฐ-เอกชนวาดฝันท่องเที่ยวปี58 รายได้ทะลุ 2.2 ล้านล้านบาท(ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.khaosod.co.th/view_news.php?newsid=TUROb FkyOHpNREkxTURFMU9BPT27.=0มกราคม2558

[2] เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดา. 2558. โมเดล Naive Bayes และการแปลความหมาย. เข้าถึงได้จาก : http://dataminingtrend.com/2014/naive-bayes/

[3] ชินพัฒน์ แก้วชินพร. การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจและการจัดกลุ่ม. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.

[4] J. Han and M. Kamber. Data Mining Concepts and Techniques. 2nd ed. United States of America : Elsevier Inc., c2006.

[5] Namthip M. and Maleerat S. "Comparison of Feature Selection Methods for Inappropriate Webpage Classification by Data Mining Technique." *The Tenth National Conference on Computing and Information Technology.* 10 (2014) : 168-173.

[6] C. Haruechaiyasak, et al. "Constructing Thai Opinion Mining Resource:A Case Study on Hotel Reviews." *Proceedings of the 8th Workshop on Asian Language Resources.* 8 (Aug. 2010) : 64-71.

[7] E. Haddi, X. Lui and Y. Shi. "The Role of Text Pre-processing in Sentiment Analysis." *Procedia Computer science.* 17 (2013) : 26-32.

[8] L. Zhang, et al. "Sentiment Analysis on Reviews of Mobile Users." *Procedia Computer Science.* 34 (2014) : 458-465.

[9] S. Fong, et al. "Sentiment Anlaysis of Online News using MALLET." *2013 International Symposium on Computational and Business Intelligence(ISCBI).* (Aug 2013) : 301-304.

ระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงโป่งพองโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษาการรักษาหลอดเลือดแดงโป่งพองผ่านสายสวน

Clinical Support System of Aortic Aneurysm using Data Mining: Case Study of Endovascular surgery

นพรัตน์ พจน์จิราภรณ์ (Nopparat Pojjiraporn)[1] จีระศักดิ์ นำประดิษฐ์ (Jeerasak Nampradit)[2] และศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์ [3] (Sakchai Tangwannawit)[3]

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

n.pojjiraporn@gmail.com , jeerasak.n@it.kmutnb.ac.th and sakchai.t@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ภาวะหลอดเลือดโป่งพองเกิดจากความอ่อนแอของผนังหลอดเลือด [1] โรคหลอดเลือดดงโป่งพอง ภาวะที่หลอดเลือดเปลี่ยนแปลงขยายขนาดอย่างถาวร โดยที่โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง คือภาวะที่หลอดเลือดมีการขยายขนาดหรือโป่งพองจากขนาดหลอดเลือดปกติร้อยละ 50 [2] ถ้าหากผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาในทางที่ถูกต้องและภายในเวลาที่เหมาะสม สามารถก่อให้เกิดปริแตกของหลอดเลือดแดง และที่นำไปสู่การตกเลือดอย่างรุนแรงและเสียชีวิตอย่างกะทันหัน โดยทั้งนี้ร่างกายมักไม่แสดงอาการใด ๆ โรคหลอดเลือดดงโป่งพอง เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตจากกว่า 10,597 สาเหตุ และพบว่าเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของประชากรกว่า 17,215 รายในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี คศ. 2009 [3, 4]

สำหรับประเทศไทย โรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง ได้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มโรคที่คุกคามชีวิต ในปี พศ. 2557 ทางบริษัทได้ริเริ่มทำโครงการตรวจคัดกรองโรคดังกล่าว ตามโรงพยาบาลต่าง ในเขตกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ผ่านการบันทึกในรูปแบบกระดาษและนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยการใช้ Excel

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงจะพัฒนา Web application สำหรับผู้บริหารระดับกลางและสูงโดยใช้ขั้นตอนจัดหมวดหมู่ที่ดีที่สุดการทำเหมืองข้อมูล การศึกษานี้เลือกใช้โมเดล Decision tree Naïve byes และ Neuron Network เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของผู้ป่วย ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต และโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง ทั้งนี้ผู้ศึกษาคาดหวังว่าบุคลากรทางการแพทย์ น่าจะสามารถนำ Application ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการพยากรณ์โรคดังกล่าว อีกทั้งผู้บริหารสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์โอกาสทางการตลาด สร้างสรรค์กิจกรรมทางการตลาด และวางแผนกลยุทธ์ต่อไป

จากผลการทดลองของการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าโมเดล Decision Tree (J48) มีประสิทธิภาพค่าความถูกต้องสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 98.106% และมีการพยากรณ์ที่เที่ยงตรงจากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ (Root Mean Squared Error : RMSE) เท่ากับ 0.110 หลังจากการพัฒนาแอพลิเคชันเว็บ โดยใช้ J48 ประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของระบบพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถพยากรณ์โรคได้ถูกต้อง 87.57% และผลการสำรวจที่ประสิทธิภาพโดยรวม พบว่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 4.45 ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.56 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพในระดับที่ดี

คำสำคัญ: โรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง เหมืองข้อมูล การจำแนกข้อมูล J48 การพยากรณ์โรค

Abstract

Aneurysm is a localized, blood filled dilatation of blood vessel that caused by disease or weakening of the vessel wall. [1] Abdominal aortic aneurysm (AAA) is a serious vascular disorder in which the abdominal aorta becomes permanently dilated to at least 50% greater than its normal diameter [2] If that aneurysm untreated in the right way and right time, it can burst or ruptured leading to severe hemorrhage and sudden death without any symptoms. Aortic aneurysms were the primary cause of

10,597 deaths and a contributing cause in more than 17,215 deaths in the United States in 2009. [3,4]

In Thailand right now AAA is put into one of life threatening disease and also 2014 my company started to do initiate project for AAA screening at some hospitals in Bangkok and Upcountry by using paper case record form and tried to summarized by using excel.

According above this paper will be developed web application for Meddle and Senior Management by using the best classification data mining algorithm. This paper uses Decision tree, Naïve byes and Neuron Network technique to discover relationship between patient demographic data, medical history and disease. In order that all Healthcare staffs may apply this application for disease prediction and management staffs able to analyze market opportunities, generate marketing campaigns and strategic planning.

From the experimental results of this paper shown that J48 is the best model with the highest percentage of correctly classified instances rate was 98.106 with error between model and real power consumption at 0.110%

After Development, Web application using J48 algorithm was evaluated by using testing data (20% of total) to predict AAA. The Result showed that web application can predict 87.57 % correctly with survey result that was carried by 5 expertises was shown average overall performance and satisfaction 4.45 with the deviation standard of 0.56. Therefore, we can conclude that the developed system is high effectively in a good level.

Keyword: Aortic Aneurysm, Data Ming, classification, J48, Disease prediction

1. บทนำ

โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง หรือ Aortic Aneurysm คือภาวะที่หลอดเลือดเกิดการขยายขนาด โดยมีสาเหตุจากการที่ผนังหลอดอ่อนแอ และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังหลอดเลือดส่งผลให้โครงสร้างของหลอดเลือดแดงมีความผิดปกติคือมีลักษณะโป่งพองออกมา ซึ่งจากการศึกษา International Society for Endovascular Surgery ให้คำจำกัดความของภาวะนี้ว่าเป็นภาวะที่หลอดเลือดเปลี่ยนแปลงขยายขนาดอย่างถาวร โดยที่โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง คือภาวะที่หลอดเลือดมีการขยายขนาดหรือโป่งพองจากขนาดหลอดเลือดปกติร้อยละ 50 [1] หากผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาไม่ถูกรักษาสามารถนำไปสู่การปริแตกของหลอดเลือด ส่งให้ผู้ป่วยมีอาการตกเลือดอย่างรุนแรงและเสียชีวิตอย่างกะทันหัน [2]

ในช่วงเวลา 1 ปีที่ผ่าน ทางบริษัทมีการเก็บข้อมูลการคัดกรองผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง ซึ่งอาจจะเหมาะสมกับการรักษาผ่านทางสายสวนหลอดเลือดเพื่อวางโครงลวดถ่างขยาย (EVAR) ผ่านการเก็บข้อมูลใน Case Record Form ที่เป็นกระดาษ โดยที่ยังไม่ได้มีการนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด

จากเหตุผลดังกล่าวผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงพัฒนา Web Application สำหรับผู้บริหารระดับสูง โดยใช้ข้อมูลอัลกอริทึมจากเหมืองข้อมูลที่ดีที่สุด มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยและข้อมูลการวินิจฉัยโรคเพื่อทำนายโอกาสในการเกิดโรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง และนำ Web Application ที่พัฒนามาใช้ประโยชน์ในการทำนายผู้ป่วยอื่นๆ ว่ามีโอกาสที่จะเกิดโรค เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดกิจกรรมการคัดกรองผู้ป่วย เพื่อป้องกันการสูญเสียจากการเกิดโรคดังกล่าว และบริษัทสามารถนำข้อมูลจากการคัดกรองมาวางแผนทางการตลาด จัดสรรทรัพยากรและวางแผนกลยุทธ์ต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยทำการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อกับหัวข้อ และวิธีการที่ใช้ในการทำวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาและอ้างอิง โดยคัดเลือกงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

จากการศึกษางานวิจัย พบว่ามีหลายเทคนิคที่ได้รับการใช้ในการทำเหมืองข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาเกี่ยวกับทางการแพทย์ เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบต้นไม้การตัดสินใจ ชุดข้อมูลที่ซ้ำกันจะถูกแบ่งแบ่งออกเป็นประเภทย่อย

แยกกัน หมวดหมู่ย่อยเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับค่าของแอททริบิวต์ในชุดข้อมูลนั้นๆ

เกณฑ์สำหรับการเลือกแอททริบิวต์จะถูกทำนายตามแต่ละหมวดหมู่ย่อย ผลลัพธ์สุดท้ายคือ ชุดของชุดประเภทตามค่าของแอททริบิวต์ ของแต่ละชุดข้อมูล มีหลายอัลกอริทึมสำหรับต้นไม้การตัดสินใจ ซึ่งมีหลากหลายอัลกอริทึมที่ใช้ในการพัฒนาต้นไม้การตัดสินใจ ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ Decision Tree เช่น ใช้ในการวินิจฉัยการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง [5] และการวินิจฉัยภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน [6]

งานวิจัยของ Vijayaothi และคณะ เกี่ยวกับแนวโน้มการใช้เทคนิคของเหมืองข้อมูลมาทำนายโอกาสในการเกิดโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง บทความนี้ศึกษาความสำคัญและแนวโน้มปัจจุบันของข้อมูลเหมืองที่ใช้ทางด้านการแพทย์ โดยการศึกษาจากหลากหลายงานวิจัย เช่น Decision Tree Bayesian Classification Artificial Neuron Network และ Fuzzy เป็นต้น ซึ่งพบว่า วิธีการเหล่านี้ช่วยในการพยากรณ์ความเป็นไปได้ทางสถิติจากการใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง และใช้เป็นวิธีการสำรองเพื่อทดแทนการคาดการณ์แนวโน้มของผู้ป่วยจากข้อมูลปริมาณมาก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มความเร็วในกระบวนการตัดสินใจในการแพทย์ในชีวิตจริง [7]

งานวิจัยของ Bisbal และคณะที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ Data Mining ในการทำนายการปริแตกของหลอดเลือดแดงสมอง โดยใช้ข้อมูลของผู้ป่วยจำนวน 157 ราย ร่วมกับ 294 แอททริบิวต์ โดยใช้เทคนิคของของเหมืองข้อมูลดังนี้

- SVM Binary
- SVM
- Decision Tree
- Naïve Bayes
- Fuzzy Rule
- Neuron Network
- CPAR (Classification based on Predictive Associative Rule)

ผลการวิจัยพบว่า SVM ให้ร้อยละของความถูกต้องในการทำนายสูงที่สุด คือ ร้อยละ 95.5 [8]

งานวิจัยของ Bhatla และ Jyoti เกี่ยวกับการทำนายโรคหัวใจจากการใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจาก Cleveland Heart Disease Database จำนวน 909 เรคคอร์ด แบ่งเป็น Training Dataset จำนวน 455 เรคคอร์ด และTesting Dataset จำนวน 454 เรคคอร์ด โดยใช้หลักการของเหมืองข้อมูลในการแบ่งกลุ่ม ได้แก่ Naïve Bayes Decision Tree และ ANN ผลการศึกษาพบว่า Naïve Bayes ให้ร้อยละของความถูกต้องในการทำนายผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจสูงสุดคือร้อยละ 86.53 รองลงมาคือ Neuron Network ร้อยละ 85.53 ส่วน Decision Tree ให้ความถูกต้องในการทำนายผู้ป่วยที่ไม่เป็นโรคหัวใจสูงสุดคือร้อยละ 89 [9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุปเป็นแผนผังขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

ซึ่งสามารถอธิบายตามขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาและรวบรวมสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องศึกษาการทำงานของเทคนิคเหมืองข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลทางการแพทย์ ได้แก่ Decision Tree Naïve Bayes และ Neuron Network รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์และประเมินผล ศึกษาวิธีการใช้งานซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล และรวบรวมข้อมูลมาจากการตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง ซึ่งอาจจะได้รับ

การรรักษาโรคหลอดเลือดแดงโป่งพองที่ผ่านการรักษาผ่านสายสวน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2557

3.2 การเตรียมข้อมูล

แปลงรูปแบบแฟ้มข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้กับซอฟต์แวร์ WEKA โดยดำเนินการข้อมูลจากคีย์ข้อมูลจากเอกสาร Case Record Form ลงใน Excel file หลังจากนั้นแปลง Excel เป็นแบบ CSV data files จากนั้นดำเนินการทำ Data cleaning โดยการลบ Record ที่มีค่าที่มีความผิดปกติ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ อาจทำให้รูปแบบทางสถิติมีความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาด แล้วจัดการกับข้อมูลสูญหาย โดยแทนที่ข้อมูลที่สูญหายด้วยค่าเฉลี่ยของเขตข้อมูลสำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลข และแทนด้วยฐานนิยมสำหรับข้อมูลเชิงจำแนก สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวกับทางการแพทย์ เช่น ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต ประวัติการเจ็บป่วยในครอบครัว และอาการและอาการแสดง การศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาปัญหาพิเศษ เลือกใช้วิธีการตัดแถวที่ปรากฏ Missing value ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากสำหรับเทคนิคการจำแนกข้อมูล

3.3 การหาโมเดล

งานวิจัยนี้ได้นำโมเดลของการจำแนกข้อมูลมา 3 โมเดลเพื่อหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพที่สุดมาเป็นโมเดลที่จะนำไปพัฒนาเป็น Web Application ซึ่งโมเดลที่เลือกมาได้แก่ Decision Tree Naïve Bayes และ Neuron Network

3.4 การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลเลือกโมเดล

จากโมเดลที่เลือกมาทำการทดลองหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับแต่ละโมเดล โดยใช้โปรแกรม WEKA แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล ดังภาพที่ 2

Algorithm	Fold Cross-Validation	Accuracy	Precision	Recall	F-measure	RMSE
J48	10	97.159	0.968	0.972	0.969	0.131
	15	97.727	0.975	0.977	0.975	0.117
	30	98.106	0.979	0.981	0.979	0.110
Naïve Bayes	10	89.205	0.897	0.892	0.895	0.230
	15	88.826	0.897	0.888	0.893	0.234
	30	88.636	0.896	0.886	0.891	0.233
Neuron Network	10	96.402	0.963	0.964	0.958	0.155
	15	96.591	0.965	0.966	0.961	0.151
	30	96.970	0.966	0.970	0.967	0.136

ภาพที่ 2: ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

3.5 การพัฒนา Application สำหรับการทำนาย และการทดสอบและประเมินผล

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โมเดลของชุดข้อมูล สรุปได้ว่า Decision Tree (J48) มีประสิทธิภาพดีที่สุด แสดงโครงสร้างต้นไม้จากโมเดล J48 ดังภาพที่ 3 จึงนำโมเดล J48 มาพัฒนาเป็นโปรแกรม โดยโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นพัฒนาจากการนำต้นไม้การตัดสินใจที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล เป็นอัลกอริทึมหลักในการช่วยตัดสินใจ และทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์นี้ในรูปแบบของเว็ปไซต์ ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา PHP และมีการบันทึกผลการทำนายการทำหัตถการไว้บนฐานข้อมูล MySql เพื่อสามารถที่จะนำผลของการทำนายนี้ไปใช้เป็นประโยชน์ถัดไป สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของระบบ ดำเนินการโดโดยสุ่มข้อมูลของผู้ป่วยจำนวน 20% ของข้อมูลการตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพองทั้งหมดในการศึกษานี้ มาทดสอบการพยากรณ์ว่าระบบให้ผลลัพธ์ออกมาถูกต้องหรือไม่



ภาพที่ 3: โครงสร้างต้นไม้จากโมเดล J48

4. ผลการพัฒนาระบบ

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

จากการพัฒนาระบบ ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

Input	ข้อมูลของผู้ป่วยตามแบบฟอร์มการคัดกรองโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง แสดงหน้าจอของระบบสำหรับการรับค่าข้อมูลคนไข้รายใหม่เพื่อพยากรณ์ ดังภาพที่ 4
Process	J48 Algorithm พยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง
Output	ผลการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดแดง แสดงหน้าผลการพยากรณ์ (Prediction) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4: หน้าจอสำหรับใส่ข้อมูลผู้ป่วย (Patient)

เมื่อกรอกข้อมูลคนไข้รายใหม่เสร็จ ทำการทำนายผลระบบจะทำการประมวลผลและให้ผลลัพธ์ของการพยากรณ์ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอแสดงผลการพยากรณ์ (Prediction)

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของระบบ

ผลการวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดแดงโป่งพองของระบบสนับสนุนทางการแพทย์ จากการสุ่มข้อมูลของผู้ป่วยจำนวน 20% ของข้อมูลการตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพองทั้งหมดในการศึกษานี้ มาทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของระบบพบว่าระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพองสามารถพยากรณ์ข้อมูลได้ถูกต้องจำนวน 91 ราย หรือคิดเป็น 87.57%

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.1 ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง

จากการศึกษาพบว่าอัลกอริทึม Decision Tree (J48) ที่จำนวน Fold Cross-Validation เท่ากับ 30 คือมีประสิทธิภาพค่าความถูกต้องสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 98.106% นอกจากนั้นมีการพยากรณ์ที่เที่ยงตรงจากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ (Root Mean Squared Error : RMSE) เท่ากับ 0.110

5.2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง

จากการศึกษาพบว่าระบบสามารถพยากรณ์ข้อมูลได้ถูกต้อง 87.57 % ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพองที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

5.3 ระดับความพึงพอใจของระบบในด้านต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ ได้ว่าจากการพัฒนาระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง และประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบ จำนวน 5 ท่าน

จากการศึกษาพบว่าภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ โดยจำแนกหัวข้อในการประเมิน 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถของระบบตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ด้านความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability Test) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) พบว่ามีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.45 และ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.56 จึงกล่าวได้ว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

จากการศึกษาครั้งนี้ เลือกใช้จำนวน Fold Cross Validation เท่ากับ 30 เนื่องจากให้ค่าร้อยละของความถูกต้องสูงที่สุดคือ 98.106% แต่เมื่อนำโมเดลไปทดสอบกับข้อมูลจริงพบว่าค่าความถูกต้องในการทำนายเท่ากับ 87.57% ซึ่งอาจเกิดจาก Overfitting จากการใส่จำนวน Fold ที่มากเกินไป ส่งผลให้โมเดลนำไปใช้กับข้อมูลที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนได้ไม่ดีนัก และการศึกษาข้อมูลการคัดกรองผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพองครั้งนี้ เป็นโครงการแรกเริ่มในประเทศไทย และอยู่ในช่วงริเริ่มโครงการทำให้จำนวนของผู้ป่วยที่ได้เข้ารับการตรวจคัดกรอง

โรคดังกล่าว มีปริมาณจำกัด ซึ่งจำนวนของข้อมูลอาจจะส่งผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล และการศึกษาข้อมูลการคัดกรองผู้ป่วยโรคหลอดเลือดแดงโป่งพองครั้งนี้ เกิดจากการศึกษาข้อมูลความเสี่ยงในการเกิดโรคโดยอ้างอิงจากข้อมูลของการศึกษาจากต่างประเทศเป็นหลัก ซึ่งปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์และมีผลต่อการเกิดโรคดังกล่าวของประชากรในแถบทวีปเอเชียอาจมีความแตกต่างกันออกไป อาทิ เช่น รูปแบบการดำรงชีวิต โรคร่วม อาหาร หรือพฤติกรรมทางสุขภาพ เป็นต้น ซึ่งควรนำมาพิจารณาเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Viet JAVD, Boll APM. “Abdominal aortic aneurysm” Lancent. 349:863-6, 1997.

[2] Benkner, S., Arbona, A., et al. “Infrastructure for advanced disease management through integration of heterogeneous data, computing, and complex processing services” *IEEE Transactions on Information Technology in Boimedicine*, 2010.

[3] Kochanek KD, Xu JQ, Murphy SL, Miniño AM, Kung HC. “Deaths: final data for 2009” Natl Vital Stat Rep, Vol.60, No. 3, 2011.

[4] Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, et al. “Heart disease and stroke statistics-2013 update: a report from the American Heart Association” Circulation. Vol. 12, pp. e6–e245, 2013.

[5] Lossos, IS. “Cerebrospinal fluid lactate dehydrogenase isoenzyme analysis for the diagnosis of central nervous system involvement in hematooncologic patients. Cancer”; Vol. 88(7), pp. 1599–604, 2000.

[6] Selker, HP. “A comparison of performance of mathematical predictive methods for medical diagnosis: identifying acute cardiac ischemia among emergency department patients”, J Investig Med, Vol. 43(5)8, pp. 468–76, 1995.

[7] Paramasivam, V. Ye, TS. et al. “A methodological review of data mining techniques in predictive medicine: An application in hemodynamic prediction for abdominal aortic aneurysm disease”, biocybernetics and biomedical engineering, 2014.

[8] Bisbal J. Engelbrecht, G. et al. “Prediction of Cerebral Aneurysm Rupture using Hemodynamic, Morphologic and Clinical Feature: A Data Mining Approach”, Database and Expert Systems Applications Conference; Database and expert systems applications: 22nd international DEXA 2011. Part II LECTURE NOETS IN COMPUTER SCIENCE, Vol. 6861, pp. 59-73, 2011.

[10] Bhatla, N. Kiran, J. “An analysis of heart disease Prediction using different data mining techiques” International journal of engineering research & technology, Vol. 1, 2012.

การทำเหมืองข้อมูลกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดจากกราฟบริบูรณ์แบบสมมาตร
Associations Rule Mining By Using Top Weight of Complete Symmetric Digraphs

ประมูล สุขสกาวผ่อง (Pramool Suksakaophong) และพยุง มีสัจ (Phayung Meesad)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]pramool7@yahoo.com, [2]pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การทำเหมืองข้อมูลกฎความสัมพันธ์จากรายการซื้อขายเพื่อใช้ในการทำรายการส่งเสริมการขายแนะนำรายการสินค้าที่มักจะซื้อด้วยกันบ่อย แต่การหากฎความสัมพันธ์ต้องอาศัยการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสม เพราะถ้ากำหนดค่าน้อยไป จำนวนกฎที่ได้ก็จะมากและถ้ากำหนดค่ามากไปจำนวนกฎที่ได้ก็จะน้อย ทำให้ผู้ใช้ยากจะหาค่าที่เหมาะสมได้ในแต่ละชุดข้อมูล จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยนำเสนอวิธีการใหม่ในการเก็บความถี่การซื้อขายในรูปแบบกราฟบริบูรณ์สมมาตรแบบมีทิศทางเพื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดไปคำนวณหากฎความสัมพันธ์ จากค่าสนับสนุนสูงสุดได้และใช้ได้กับทุกชุดข้อมูล

คำสำคัญ: กฎความสัมพันธ์ กราฟบริบูรณ์ เมทริกซ์ประชิด เหมืองข้อมูล

Abstract

Association rules mining from transaction data can be used to recommend the items that are often purchased together frequently. However, it is difficult to set minimum support threshold. If the minimum support threshold is set too high, then there may be only a small or even no result. If the threshold is set too low, it may generate many uninteresting associations. In addition, each supporting a different set of data, enabling users to find the optimal difficult. This paper presents a new approach to the collection frequency by using top weight of complete symmetric digraphs. Using the top weight, the association rule with the maximum support can be calculated and it works with any dataset.

Keyword: Association rule mining, Complete Symmetric Digraphs, Adjacency matrix, Data mining.

1. บทนำ

การทำเหมืองข้อมูลค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule mining) จากรายการซื้อขายสินค้า (Marker Basket Transaction) โดยกฎความสัมพันธ์สามารถสร้างขึ้นจากเซตรายการความถี่ (Frequent Itemsets) นำมาเปรียบเทียบกับค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) จากในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ แต่การค้นหากฎความสัมพันธ์จากข้อมูลที่มีรายการสินค้ามากจะต้องใช้เวลาในการคำนวณมากและปัญหาที่สำคัญในการค้นหากฎความสัมพันธ์จากข้อมูลรายการซื้อขายสินค้าคือ ค่าที่เหมาะสมของค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เพราะถ้ากำหนดค่าน้อยไป จำนวนกฎที่ได้ก็จะมากและถ้ากำหนดค่ามากไปจำนวนกฎที่ได้ก็จะน้อยหรือไม่สามารถหากฎความสัมพันธ์ได้

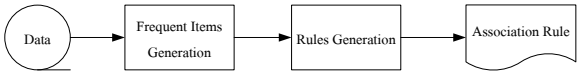
ขั้นตอนวิธีการค้นหากฎความสัมพันธ์ต้องอาศัยการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาในการประมวลผลและตัดรายการที่มีความถี่น้อยๆออกไปทำให้ไม่สามารถหากฎความสัมพันธ์ในรายการสินค้าที่มีความถี่น้อยแต่มีมูลค่าสูงซึ่งเป็นที่ต้องการของฝ่ายการตลาดในการจัดทำรายการส่งเสริมการขาย ผู้วิจัยจึงคิดค้นขั้นตอนวิธีใหม่เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้พื้นฐานจากทฤษฎีกราฟและกราฟบริบูรณ์สมมาตรแบบมีทิศทางเพื่อให้ลดการใช้หน่วยความจำและทำงานได้รวดเร็ว ข้อดีของ

การนำทฤษฎีกราฟมาใช้ทำให้การจัดเก็บความถี่ของแต่ละรายการสินค้าเป็นอิสระต่อกันทำให้สามารถค้นหากฎความสัมพันธ์ในทุกรายการสินค้าได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎความสัมพันธ์

การค้นหากฎความสัมพันธ์ มีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรก การนับรายการความถี่ (Frequent Items Generation) ที่เกิดขึ้นบ่อยทั้งหมดก่อนโดยเซตรายการต้องมีค่าความถี่มากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำตามที่กำหนด ขั้นตอนที่สองคือค้นหากฎความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อย (Rule Generation) ที่มีค่าความเชื่อมั่นของกฎไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด และนำมาสร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ ขั้นตอนการทำงานของการหากฎความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของการหากฎความสัมพันธ์

2.2 นิยามเบื้องต้นของกฎความสัมพันธ์

คำนิยามที่ใช้เรียกเพื่อใช้แทนสิ่งต่างๆ ในการค้นหากฎความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้ $I = \{i_1, i_2, \ldots, i_n\}$ เป็นเซตของชิ้นข้อมูลหรือรายการสินค้า (items) ที่ประกอบด้วยรายการสินค้าจำนวน n ชิ้นรายการสินค้า และให้ $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_m\}$ คือ เซตข้อมูลรายการซื้อขายสินค้า (Transaction) ในฐานข้อมูล T ที่ประกอบด้วยรายการข้อมูลมีสมาชิกจำนวน m รายการข้อมูล โดยที่แต่ละรายการ t_i จะประกอบไปด้วยรายการย่อยของรายการสินค้าจากกลุ่มข้อมูล I

ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ หรือเขียนแทนด้วย $minsup$ [1] การหาค่าสนับสนุน (Support) จากสมการ (1) คำนวณจากข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันของ X และ Y ต่อสัดส่วนจำนวนรายการทั้งหมด (N)

$$s(X \rightarrow Y) = \frac{\sigma(X \cup Y)}{N} \quad (1)$$

ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำของกฎหรือเขียนแทนด้วย $minconf$ [1] สามารถคำนวณค่า Confidence จากสมการ (2) รายการ X และ Y ปรากฏร่วมกัน ต่อสัดส่วนรายการ X

$$c(X \rightarrow Y) = \frac{\sigma(X \cup Y)}{\sigma(X)} \quad (2)$$

จำนวนกฎที่เป็นไปได้จะคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$R = \sum_{k-1}^{d-1} \left[\binom{d}{k} \times \sum_{j=1}^{d-k} \binom{d-k}{j} \right] \quad (3)$$

เมื่อค่า d คือจำนวนรายการ สมมุติว่ามี 4 รายการ จำนวนกฎที่เป็นไปได้จะเท่ากับ 50 กฎ แต่ถ้ามี 6 รายการ จะได้ 602 กฎ : ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเน็นเชียล (Exponential) ยิ่งมีรายการสินค้ามาก จำนวนกฎจะมากตามไปด้วย

2.3 การใช้ทฤษฎีเซตในการหากฎความสัมพันธ์

ขั้นตอนวิธี Apriori (Apriori Algorithm) [1] เป็นขั้นตอนวิธีที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่รู้จักในการค้นหากฎความสัมพันธ์ โดยเซตที่มีความถี่มากกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำเซตย่อยจะมีความถี่ที่มากด้วย และสามารถตัดเซตรายการที่มีความถี่ต่ำออกขั้นตอนวิธีในการค้นหาเซตรายการที่ปรากฏร่วมกันบ่อยและนำมาสร้างกฎความสัมพันธ์ ข้อดีของขั้นตอนวิธี Apriori คือสามารถทำงานได้ดีหากกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำมีค่ามากๆ มีขนาดของฐานข้อมูลขนาดเล็ก และมีจำนวนของเซตรายการน้อย ส่วนข้อเสีย คือต้องอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลหลายครั้ง จึงมีผู้คิดขั้นตอนวิธีใหม่โดยการนับข้อมูลในโครงสร้าง FP-Tree โดยใช้ชื่อขั้นตอนวิธี FP-Growth [2] ที่ใช้การอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลเพียง 2 ครั้ง ทำให้ทำงานได้เร็วขึ้น

2.4 การใช้ทฤษฎีกราฟในการหากฎความสัมพันธ์

การค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีกราฟ จะจำลองวิธีการเก็บความถี่ในรูปของโหนด (Node) และเส้นเชื่อม (Edge) และค้นหาของข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยในรูปแบบของกราฟย่อย ซึ่งมีปริมาณข้อมูลมาก ขั้นตอนวิธี FP-Growth Graph [3] จึงใช้วิธีของ FP-Growth ในการค้นหากฎความสัมพันธ์

การใช้เมทริกซ์ประชิด (Adjacency Matrix) [4] เป็นการจำลองข้อมูลกราฟในรูปของข้อมูลในเมริกซ์และใช้คุณสมบัติการบวกกันของเมทริกซ์เพื่อค้นหาความถี่ของข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อย ขั้นตอนวิธี TDB [5] จะใช้วิถี (Path) ในการค้นหา นอกจากนี้ยังมีการใช้อาร์เรย์ (Array) [6] และการใช้กราฟบริบูรณ์ (Completed Graph) โดยขั้นตอนวิธี GARM [9] จะแปลงแต่ละรายการซื้อขายเป็นกราฟบริบูรณ์ ทำให้สามารถเพิ่มเติมรายการข้อมูล (Dynamic Update) ในภายหลังได้ และ

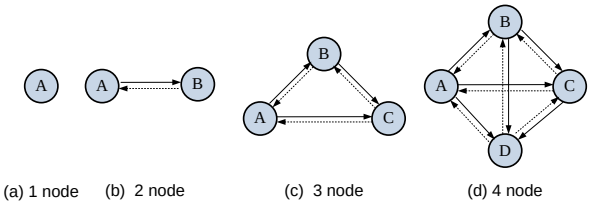
การใช้รูปแบบเสมือนกราฟบริบูรณ์ [10] โดยใช้เมทริกซ์ในการเก็บข้อมูล

2.5 ปัญหาการกำหนดค่าที่เหมาะสม สำหรับค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นของกฎ

ปัญหาสำคัญของการหากฎความสัมพันธ์คือการกำหนดค่าที่เหมาะสมเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 กับ 1 ตัวอย่างค่าเริ่มในโปรแกรมด้านเหมืองข้อมูล เช่น WEKA กำหนดค่าเริ่มต้นของขั้นตอนวิธี Apriori ด้วยค่า *minsup* = 0.1 และ *minconf* = 0.9 ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกชุดข้อมูล ต้องเลือกค่าหลายครั้งกว่าจะใช้ค้นหากฎความสัมพันธ์ได้ และได้มีจะมีผู้วิจัยได้ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเช่น WARM [8] และขั้นตอนวิธี Top-k [9] เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

จากปัญหาการหาค่าสนับสนุนขั้นต่ำ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ทฤษฎีกราฟเพราะมีความยืดหยุ่นและแสดงถึงการเชื่อมโยงของข้อมูลได้ดี ขั้นแรกจะทำการแปลงรายการซื้อขายในรูปแบบของกราฟบริบูรณ์แบบสมมาตร แทนสินค้าด้วยโหนดและความสัมพันธ์ระหว่างโหนดด้วยเส้นเชื่อม การเชื่อมต่อลักษณะนี้จะเป็น มีการเชื่อมต่อทั้งสองทิศทาง ซึ่งเหมาะกับคุณลักษณะของสินค้าที่การซื้อขายสินค้าไม่มีลำดับก่อนหลัง เนื่องจากในการซื้อขายกันจริงๆ ข้อมูลลำดับรายการซื้อขายอาจจะมีการสลับกันอยู่ จึงต้องเก็บข้อมูลทั้งสองทิศทางดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กราฟบริบูรณ์แบบสมมาตร

ข้อมูลรายการซื้อขายจะแปลงข้อมูลในรูปเมทริกซ์ มีค่าแทนรายการสินค้าด้วย 1 และไม่มีรายการสินค้าด้วย 0

ตารางที่ 1: ข้อมูลรายการซื้อขายสินค้า

TID	Items Bought
01	{**A**pple, **B**read, **C**ake}
02	{**A**pple, **B**read, **C**ake, **D**iaper}
03	{**A**pple, **C**ake}
04	{**C**ake, **D**iaper}
05	{**B**read, **C**ake, **D**iaper}
06	{**B**read, **C**ake }
07	{**B**read, **D**iaper}
08	{**B**read, **C**ake, **D**iaper}

$$TID = \begin{Bmatrix} TID & A & B & C & D \\ 01 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 02 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 03 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 04 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 05 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 06 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 07 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 08 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{Bmatrix}$$

3.1 รายการข้อมูลซื้อขายในตะกร้าสินค้า

ตัวอย่างรายการตะกร้าสินค้าในตารางที่ 1 ประกอบด้วยลำดับรายการซื้อ (Transaction ID) และ รายการสินค้า (Items) สามารถจัดอยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ในตัวแปร TID ที่เก็บค่าแต่ละรายการซื้อขายสินค้าในรูปแบบ 0 กับ 1

3.2 การนับความถี่ของรายการซื้อขายสินค้า

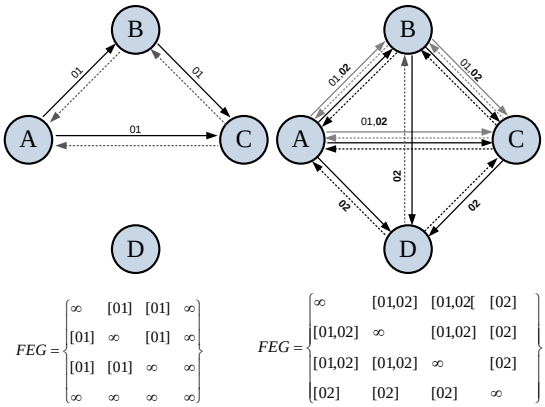
ขั้นตอนวิธีในการหากฎความสัมพันธ์จากรายการตะกร้าสินค้า จะทำการนับความถี่โดยในแต่ละลำดับรายการซื้อขาย โดยจำลองข้อมูลรายการเป็นเมทริกซ์ประชิด (adjacency matrix) และทำการเก็บข้อมูลในเซลล์อาร์เรย์ (Cell Array, { }) โดย-ขั้นตอนวิธีการทำงานรวม ดังแสดงในภาพที่ 3

Algorithm1 FEG Frequency-Edge-Graph Construction

```
load data to transaction[]
[M, N ] = Transaction[]
for i=1 to M
    for j= 1 to N   /*count items in each TID */
            if transaction(i,j)==1
                Items[]= j
            end
            for k = 1 to size(Items)
                    FEG{}= [Items{M, N}, i]
            end
     end
end
```

ภาพที่ 3: ขั้นตอนวิธีการนับความถี่

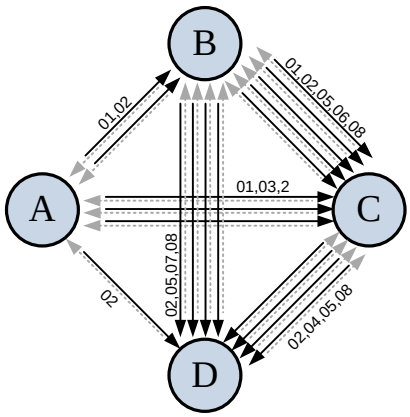
เริ่มแรกจะอ่านและเก็บข้อมูลรายการซื้อขายและเก็บในตัวแปร transaction[] จากนั้นเริ่มวนรอบในแต่ละรายการ เลือกเฉพาะรายการสินค้าที่มีค่าเป็น 1 นำมาสร้าง เมทริกซ์ประชิดในรูปของกราฟบริบูรณ์แบบสมมาตรเพื่อนับความถี่ของแต่ละรายการสินค้าที่มีการซื้อขายด้วยกันในตัวแปร FEG{}



$$FEG = \begin{Bmatrix} \infty & [01] & [01] & \infty \\ [01] & \infty & [01] & \infty \\ [01] & [01] & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty \end{Bmatrix} \quad FEG = \begin{Bmatrix} \infty & [01,02] & [01,02[& [02] \\ [01,02] & \infty & [01,02] & [02] \\ [01,02] & [01,02] & \infty & [02] \\ [02] & [02] & [02] & \infty \end{Bmatrix}$$

ภาพที่ 4: การจำลองข้อมูลรายการซื้อขายที่ 01 และ 02

จากภาพที่ 4 เริ่มอ่านข้อมูลรายการซื้อขายที่ 01 มีรายการสินค้า items = {A, B, C} นำมาสร้างเมทริกซ์ประชิดแบบสมมาตรและเก็บค่าลำดับรายการซื้อขาย (TID = 01) ลงตัวแปร FEG {} ต่อด้วยรายการซื้อขายที่ 02 (TID = 02) มีรายการสินค้า items = {A, B, C, D} นำมาสร้างเป็นเมทริกซ์ประชิดแบบสมมาตร มาเก็บค่าลำดับรายการซื้อขายในเซลล์อาร์เรย์เดิม จำลองการทำงานเหมือน มัลติกราฟ (Multigraph)



ภาพที่ 5: จำลองการเก็บข้อมูล FEG{} เมื่อครบทุกรายการ

จากนั้นก็วนรอบเก็บข้อมูลลำดับรายการซื้อขายจนครบทุกรายการดังภาพที่ 5 จะได้ข้อมูลความถี่ในตัวแปร FEG{} ซึ่งจำลองการเก็บข้อมูลลำดับรายการซื้อขาย (TID) ในเส้นเชื่อมแบบมัลติกราฟ ข้อมูลที่เก็บในตัวแปรอาร์เรย์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2: เมทริกซ์รายการข้อมูลความถี่ของสินค้า

	A	B	C	D	Top_W
A	∞	[01,04]	**[01,03,04]**	[04]	**3**
B	[01,04]	∞	**[01,04,05,06,08]**	[04,05,07,08]	**5**
C	[01,03,04]	**[01,04,05,06,08]**	∞	[02,04,05,08]	**5**
D	[04]	**[04,05,07,08]**	[02,04,05,08]	∞	**4**
Union	3	6	7	5	

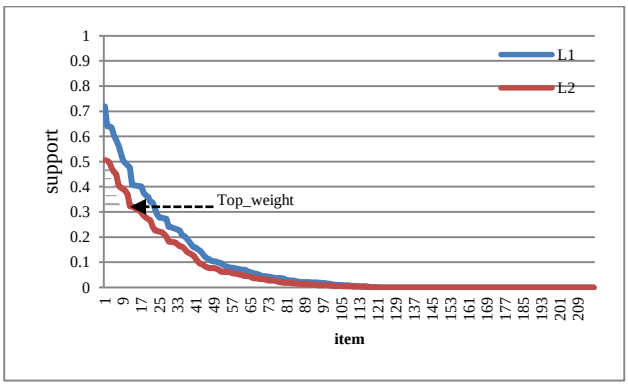
ข้อมูลที่จัดเก็บในตัวแปรเซลล์อาร์เรย์ FEG{} ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 2 เป็นเซลล์อาร์เรย์เก็บลำดับรายการซื้อขายในเมทริกซ์ประชิด โดยการนับผลรวมแต่ละรายการสินค้าคือผลรวมการยูเนียน (Union)ในแต่ละคอลัมน์ ส่วนค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด (Top_W) คือการหาค่าผลรวมแต่ละคู่รายการที่มีค่าสูงสุดในแต่ละแถว เช่น แถวแรก {A,C} จะมีค่าสูงสุดคือ 3 เมื่อหาครบทุกแถวจะนำมาเรียงข้อมูลใหม่ จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักจากมากไปหาน้อย จะได้ Top_Weight = [5 5 4 3]

3.3 การหาค่าสนับสนุนจากค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด (Top Weight)

ตามคุณสมบัติแอนตี้โมโนโทน (Anti-Monotone property) เซตที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่าไม่สามารถมีค่าค่าสนับสนุนมากกว่าเซตย่อยได้ตามสมการที่ (4)

$$\forall X, Y : (X \subseteq Y) \Rightarrow s(X) \geq s(Y) \qquad (4)$$

จากคุณสมบัติดังกล่าวได้นำไปทดลองกับชุดข้อมูล supermarket เพื่อหาค่าสนับสนุนของชุดมูล 1 รายการและ 2 รายการ ได้ผลแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ชุดข้อมูล supermarket เรียงตามค่าถ่วงน้ำหนัก

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเซตย่อยที่สุดคือ 1 รายการ L1 มีค่ามากที่สุด และ L2 รองลงมา โดยกฎความสัมพันธ์จะเริ่มต้นจากความสัมพันธ์ของ 2 รายการ ดังนั้นจึงเลือกค่าถ่วงน้ำหนักของ 2 รายการเพื่อนำไปคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด เพื่อใช้ในกำหนดค่า Top_Weight

3.4 การหากฎความสัมพันธ์

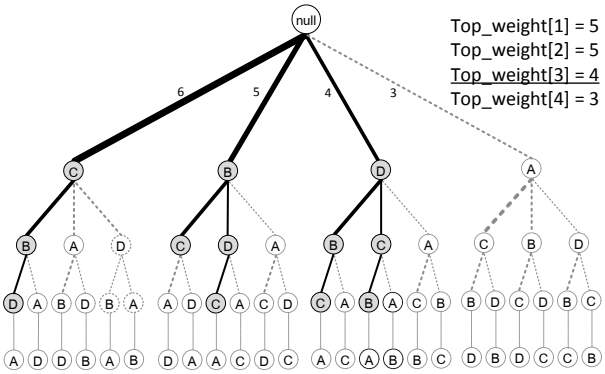
ผลจากการนับความถี่ในตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละคู่รายการสินค้าในรูปของเมทริกซ์ในตัวแปรเซลล์อาร์เรย์ FEG{} โดยเส้นเชื่อมจะเก็บค่ารายการความถี่ของคู่สินค้าที่ปรากฏร่วมกัน ขั้นตอนการค้นหากฎความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 7 เริ่มจากการหาค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด หาขนาดของตัวแปรเซลล์อาร์เรย์ FEG{} จากนั้นกำหนดการวนรอบข้อมูล โดยหาค่าสูงสุดในแต่ละแถว เมื่อได้ครบทุกแถวก็นำมาเรียงข้อมูลใหม่ จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่เรียงจากมากไปหาน้อย ขั้นตอนที่ได้จะสามารถนำไปคำนวณค่าสนับสนุนตาม สมการที่ (1)

Algorithm2 Association rule Generation

```
[M, N ] = size(FEG)
for i=1 to M
    for j= 1 to N
        /*find Maximal Weight for each item */
            If ( sum(items(m,n)) > max_items
            max_items = items(m,n)
            end
     end
            Top_Weight[] = max_items
            Sort(Top_Weight)
end
[M, N ] = FEG{}
Top_Weight[] =  d  /* define Top_Weight level */
minconf = d
for (L1 Items >= Top_Weight)
      for L1 to Ln Items
        sort(intersect(items(L1,L2, →Ln) ≥Top_Weitht
        and items(items(L1,L2, →Ln) ≥ minconf
        Asso_rule[] = (items(L1,L2, →Ln)
      end
end
```

ภาพที่ 7: ขั้นตอนการกฎความสัมพันธ์

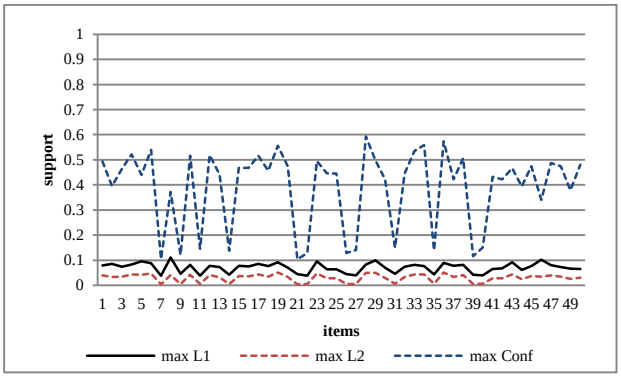
เมื่อได้ค่าสนับสนุนแต่ละรายการสินค้าแล้วนำมาเรียงข้อมูลและค้นหาลำดับถัดไป นำมาเปรียบเทียบกับค่าถ่วงน้ำหนักถ้ามีค่ามากกว่าก็นำไปเปรียบเทียบกับค่าความเชื่อมั่นของกฎถ้ามากกว่าก็จะนับเป็นกฎความสัมพันธ์ได้ ขั้นตอนวิธีหากฎความสัมพันธ์โดยการตัดรายการความถี่ที่น้อยกว่าค่าถ่วงน้ำหนักลำดับที่ 3 คือมีค่าความถี่เท่ากับ 4 ดังภาพที่ 8 ทำให้ได้รายการที่เหลือเฉพาะค่าสนับสนุนที่สูงนำไปสร้างกฎความสัมพันธ์โดยวนรอบแต่ละรายการมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามที่กำหนด



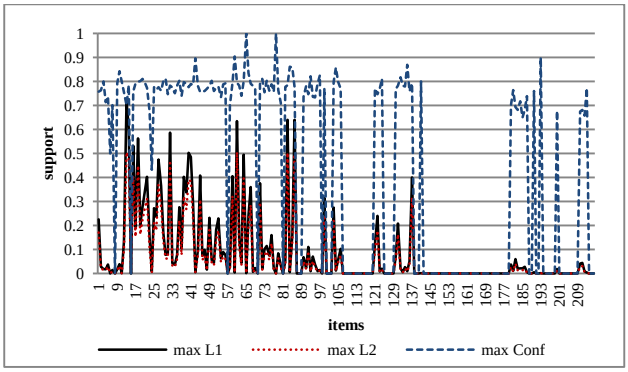
ภาพที่ 8: ผลการตัดรายการความถี่ที่ Top_weight = 4

4. ผลการดำเนินงาน

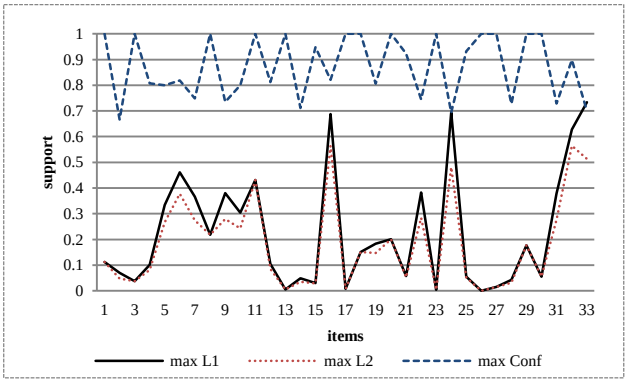
จากการออกแบบขั้นตอนวิธีที่ได้ นำมาเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานบนโปรแกรม MATLAB R2012a 32BIT นำมาคำนวณหาค่าสนับสนุนตามสมการ (1) จะได้ค่าสนับสนุนสูงสุดของ 1 รายการ (max L1) และค่าสนับสนุน 2 รายการ (max L2) และค่าความเชื่อมั่นตามสมการ (2) จะได้ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด 2 รายการ (max Conf) นำผลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 9 ถึง 11



ภาพที่ 9: ชุดข้อมูล Bakery



ภาพที่ 10: ชุดข้อมูล supermarket



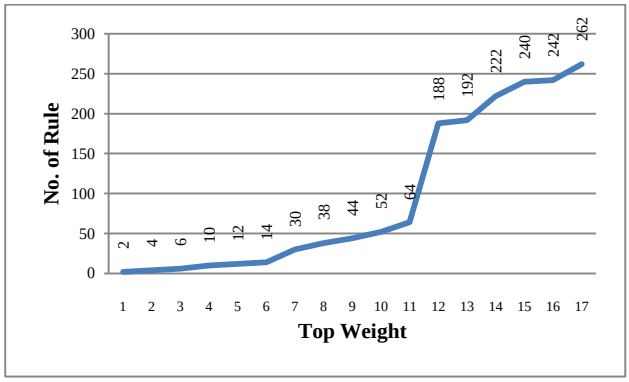
ภาพที่ 11: ชุดข้อมูล Chess

ภาพที่ 9 ชุดข้อมูล Bakery ประกอบด้วย 5,000 รายการซื้อขายสินค้าใน 50 สินค้า ค่าสนับสนุนแต่ละคู่สินค้า (max L2) จะมีค่า 0.0512 ส่วนภาพที่ 10 ชุดข้อมูล supermarket ประกอบไปด้วย 4,627 รายการซื้อขายสินค้าจาก 217 สินค้า ค่าสนับสนุนแต่ละคู่สินค้า (max L2) จะมีค่า 0.505079 และภาพที่ 11 ชุดข้อมูล Chess ประกอบไปด้วย 3,196 รายการซื้อขายสินค้าจาก 33 สินค้า ค่าสนับสนุนแต่ละคู่สินค้า (max L2) จะมีค่า 0.56383 จากการทดลองกับชุดข้อมูลต่างๆ ทำให้เป็นได้ว่า แต่ละชุดข้อมูลมีค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นในระดับที่แตกต่างกัน สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 4 โดยเลือกมาเพียง 5 อันดับแรกเรียงจากค่าสูงสุด

ตารางที่ 3: ผลการคำนวณสนับสนุนสูงสุด 5 อันดับ

Dataset	Chess	Supermarket	Bakery
1	0.56383	0.505079	0.0512
2	0.56383	0.502485	0.0496
3	0.513454	0.49665	0.0472
4	0.480914	0.473525	0.044
5	**0.431477**	**0.460125**	**0.0436**

จากค่าสนับสนุนที่ได้นำไปหากฎความสัมพันธ์โดยทดลองกับชุดข้อมูล Supermarket เริ่มต้นนำสนับสนุนสูงสุดคือ 0.505079 จะได้ 2 กฎ และลำดับสอง 0.502485 ได้ 4 กฎ จนถึงอันดับที่ 5 คือ 0.460125 จะได้ 12 กฎ จำนวนกฎที่สัมพันธ์กับระดับค่าสนับสนุนจากสูงสุด แสดงในภาพที่ 12 ทำให้สมารถเลือกจำนวนกฎที่ต้องการอัตโนมัติโดยการกำหนดระดับของค่าสนับสนุนจากอันดับสูงสุด



ภาพที่ 12: จำนวนกฎต่อค่าสนับสนุนในชุดข้อมูล supermarket

5. สรุป

การจำลองข้อมูลในรูปแบบกราฟบริบูรณ์สามารถค้นหาค่าสนับสนุนสูงสุดและค่าความเชื่อมั่นสูงสุดได้ที่ใช้ได้กับทุกชุดข้อมูล และนำค่าดังกล่าวมาหากฎความสัมพันธ์โดยสามารถเลือกกฎความสัมพันธ์ที่มีค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นที่จากระดับสูงสุดได้ และจากการทดลองค่าสนับสนุนแต่ละค่ามีความละเอียดถึงทศนิยม 6 ตำแหน่ง จึงเป็นการยากที่ผู้ใช้งานจะคาดคะเนเพื่อเลือกค่าที่เหมาะสมด้วยตนเองได้ เพราะบางชุดข้อมูลเช่น Bakery ระดับค่าสนับสนุนห่างกันแค่เพียง 0 ถึง 0.1 ทำให้การหาค่าที่เหมาะสมด้วยการกำหนดค่าเองเป็นไปได้ยาก การเลือกจากค่าสนับสนุนโดยกำหนดระดับจากสูงสุด ทำให้จำกัดปริมาณกฎความสัมพันธ์ และได้กฎความสัมพันธ์ที่มีค่าสนับสนุนและความเชื่อมั่นที่สูงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Agrawal, R. Srikant, “Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases,” *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, 672836: Morgan Kaufmann Publishers Inc.;. pp. 487-99, 1994

[2] J. Han, J. Pei, and Y. Yin, “Mining frequent patterns without candidate generation,” *Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, ACM: Dallas, Texas, USA. pp. 1-12, 2000

[3] V. Tiwari et al., “Association rule mining: A graph based approach for mining frequent itemsets,” *Networking and Information Technology (ICNIT)*, 2010

[4] A. Inokuchi,., T. Washio, and H. Motoda, “Complete Mining of Frequent Patterns from Graphs: Mining Graph Data,” *Machine Learning*,. Vol 50(3): p. 321-354, 2003

[5] S. Arumugam,. and S. Sabeen, "Association Rule Mining using Path Systems in Directed Graphs," *International Journal of Computers, Communications & Control*, vol 8(6): pp. 791-799, 2013

[6] L. Naili, and M. Lei, "Discovering frequent itemsets an improved algorithm of directed graph and array," *4th IEEE International Conference on. 2013Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 2013

[7] P. Amal Dev, N.V. Sobhana, and P. Joseph, GARM: A Simple Graph Based Algorithm For Association Rule Mining. International Journal of Computer Applications,. Vol 76(1-16): pp. 1, 2013

[8] A. Salam, and M. Sikandar Hayat Khayal, "Mining top−k frequent patterns without minimum support threshold," *Knowledge and Information Systems*, Vol 30(1): pp. 57-86, 2012.

[9] R. Pears et al., "Weighted association rule mining via a graph based connectivity model," *Information Sciences*, Vol 218(0): pp. 61-84, 2013.

[10] P. Suksakaophong and P. Meesad, "Complete-Graph-Like Association Rule Mining,"*Joint Conference on ACTIS & NCOBA 2015"* Nakhon Phanom, Thailand, January 30-31, 2015 pp. 148-154, 2015

การจัดกลุ่มลูกค้าสินเชื่อจากการปฏิเสธ ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อความ
Loan Rejection Clustering using Text Mining Technique

สมศักดิ์ วิชัยกิจ (Somsak Wichaikit)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]lovelyminami@hotmail.com, [2]maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การตอบสนองความต้องการของลูกค้าในธุรกิจสินเชื่อนั้นมีความสำคัญ เนื่องจากมีการแข่งขันทางธุรกิจสูง การนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้เพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจได้ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอถึงการนำข้อมูลของลูกค้าที่ถูกทางบริษัทปฏิเสธการทำสินเชื่อ ที่มีรูปแบบเป็นข้อความ มาจัดกลุ่มด้วยวิธีการทำเหมืองข้อความ 2 วิธี คือ K-Means และ แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการจัดกลุ่มที่ดีที่สุด และสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจวางแผนการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลข้อความการปฏิเสธ จัดเตรียมข้อมูลและจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการ Clustering ผลการวิจัยพบว่าการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ K-Means ได้ผลลัพธ์ดีที่สุด

คำสำคัญ : เหมืองข้อความ เคมีน แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง

Abstract

To meet the needs of customers in financial business is important because it has a high business competition. The existing information is used to achieve maximum benefit, it is one way that can be done to increase the advantage in competition. This research presents the data of customers, the company was denied a loan. That are formatted as text are grouped by using text mining are K-Means and Self-Organizing Maps for the best group and can be applied in planning decisions, customer relationship management, researchers collected data on denied messages. Provide data and information is grouped by Clustering method. Research has found that the groups with the K-Means method get the best results.

Keyword: text mining, k-means, self-organizing maps

1.บทนำ

ธุรกิจทางด้านสินเชื่อในประเทศไทยมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการในการนำสินทรัพย์มาเปลี่ยนแปลงเป็นเงินอยู่ตลอด เพื่อนำไปใช้จ่ายหรือลงทุนตามอยู่อย่างต่อเนื่อง จากรายงานการประเมินเสถียรภาพระบบการเงินไทยในปี 2557 ของธนาคารแห่งประเทศไทย พบว่าสินเชื่อ SMEs ของระบบธนาคารพาณิชย์มีการขยายตัวในอัตราสูงถึงร้อยละ 14-15 ต่อปี ในช่วงปี 2554-2556 และจำนวนผู้ประกอบการที่ได้รับสินเชื่อเพิ่มขึ้นจาก 9.6 แสนราย ในปี 2553 เป็น 1.2 ล้านรายในปัจจุบัน โดยยอดการใช้สินเชื่อ SMEs 4.1 ล้านล้านบาท ส่วนใหญ่เป็นสินเชื่อแก่กิจการในภาคธุรกิจการพาณิชย์ (ร้อยละ 31) และภาคอุตสาหกรรม (ร้อยละ 23) [1]

เนื่องจากธุรกิจทางด้านสินเชื่อมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจสูง และจำนวนลูกค้าในแต่ละพื้นที่มีอยู่จำกัด แต่ละองค์กรจึงจำเป็นจะต้องสร้างจุดเด่นขององค์กร เพื่อดึงดูดลูกค้าไว้ทั้งลูกค้าเก่า และลูกค้าใหม่ให้กลับมาใช้บริการอีกครั้ง โดยไม่เพียงแต่จะเอานำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้เท่านั้น แต่ยังต้องดึงเอาประสิทธิภาพของข้อมูลที่มีอยู่มาใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้ได้อีกด้วย ซึ่งในแต่ละองค์กรจะมีวิธีการจัดการข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่ใช้หลักการของการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management: CRM) เข้ามาช่วยในการจัดการ

บริษัทสินเชื่อเอกชน มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลของลูกค้าเพื่อความถูกต้อง และรวดเร็วในการอนุมัติสินเชื่อ โดยหนึ่งในระบบที่ถูกนำมาใช้งานควบคู่กับการให้บริการสินเชื่อคือ ระบบบันทึกข้อมูลลูกค้าติดต่อ ซึ่งเป็นระบบที่ทุกสาขาใช้เพื่อบันทึกข้อมูลของลูกค้า พบว่า 25% ของ

ลูกค้าที่เข้ามาติดต่อถูกปฏิเสธ การทำสินเชื่อ โดยสาเหตุหลักของการปฏิเสธอยู่ที่เหตุผลของ “อื่นๆ โปรดระบุ” ซึ่งเป็นการบันทึกเป็นข้อความไว้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรนำเทคนิคการทำเหมืองข้อความ มาใช้เพื่อสกัดข้อความ และจัดกลุ่มของข้อความ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งานต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management: CRM)

เป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระยะยาว กับลูกค้า เรียนรู้ความต้องการที่แตกต่างกันของลูกค้า ตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วยสินค้า หรือบริการที่เหมาะสมกับลูกค้า องค์ประกอบหลักทั่วไปของ CRM ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

2.1.1 Market Automation คือการสร้างระบบการตลาดอัตโนมัติที่ใช้ฐานข้อมูลที่มีลักษณะเป็นไดนามิค (Dynamic) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

2.1.2 Sales Automation คือการนำเอาระบบ CRM มาใช้สร้างกลุ่มเป้าหมายการติดตาม (Tracking) การจัดซื้อและการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อ (Order Fulfillment)

2.1.3 Customer Service คือการติดตามในเรื่องต่างๆหลังการให้บริการ หรือการขายสินค้าไปแล้ว โดยการเก็บข้อมูล Feedback ของลูกค้า เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และสรุปผลเพื่อประโยชน์ในการสร้างการขายครั้งต่อไป

2.2 การทำเหมืองข้อความ (Text Mining)

กระบวนการที่กระทำกับข้อความที่มีจำนวนมาก เพื่อค้นหารูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อความนั้น โดยอาศัยหลักสถิติ การรู้จำ (Machine Learning) หลักคณิตศาสตร์ หลักการประมวลเอกสาร (Document Processing) หลักการประมวลผลข้อความ (Text Processing) และหลักการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) โดยใช้วิธีการ Information extraction ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ นำเสนอผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ให้เป็นความรู้ใหม่ เป้าหมายของการทำเหมืองข้อความแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

2.2.1 การสรุปเอกสารข้อความ (Document Summarization) เป็นการลดความซับซ้อนและขนาดของเอกสารข้อความ โดยไม่ทำให้ความหมายหรือสาระสำคัญของข้อมูลเอกสารสูญเสียไป

2.2.2 การแบ่งประเภทเอกสารข้อความ (Document Classification) เป็นเทคนิคที่ใช้ช่วยในจำแนกประเภทเอกสาร โดยจำเป็นต้องทำการสอนระบบ (train model) ให้รู้จำรูปแบบของเอกสารในแต่ละ class ก่อน จากนั้นจึงจำแนกเอกสารตามรูปแบบที่ได้สอนระบบไว้

2.2.3 การแบ่งกลุ่มเอกสารข้อความ (Document Clustering) เป็นการจัดแบ่งเอกสารข้อความออกเป็นกลุ่ม โดยใช้การวัดความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคุณลักษณะของเอกสารข้อความ

2.3 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคนิควิธี ในการให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ และใช้กระบวนการให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้จากประสบการณ์จากอดีต (Historical Cases) โดยประยุกต์มาจากการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นการรวมกันของกระบวนการรู้จำที่ซับซ้อนหลาย ๆ กระบวนการเข้าด้วยกัน ประเภทของการเรียนรู้แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1 การเรียนรู้แบบมีผลเฉลย (Supervised Learning) เป็นการเรียนรู้แบบมีข้อมูลฝึกทำหน้าที่ให้คำเฉลย

2.3.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผลเฉลย (Unsupervised Learning) เป็นการเรียนรู้เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล จัดกลุ่ม แยกแยะข้อมูลเป็นกลุ่ม

2.3.3 การเรียนรู้แบบกึ่งมีผลเฉลย (Semi-supervised Learning) เป็นการเรียนรู้ที่สามารถเรียนรู้จากข้อมูลฝึกที่มีคำเฉลยบางตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเรียนรู้ที่ซับซ้อนกว่าการเรียนรู้แบบมีผลเฉลย

2.4 K-Means Clustering

เป็นเทคนิคการจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อย โดยจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่ม หรือจำนวน Cluster ที่ต้องการ นำสมาชิกแต่ละตัวจัดเข้ากลุ่มที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า Centroid จากนั้นใช้การหาค่ากลางเพื่อกำหนด Centroid ของแต่ละกลุ่มใหม่ ทำซ้ำไปจนข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลง โดยสมการที่ใช้ในการคำนวนหา Centroid ใหม่ คือ

$$M_k = \frac{1}{n_k}\sum_{i=1}^{n_k} X_{ik} \quad (1)$$

โดย $x = \{ x \in k \mid k$ คือ กลุ่มของข้อมูล $\}$

$x = \{ x_1, x_2, x_3, \ldots, x_i \}$

M_k คือ ค่ากลางของข้อมูลในกลุ่ม k

n_k คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มที่ k

x_{ik} คือ ข้อมูล x ตัวที่ i ของกลุ่มข้อมูลที่ k

2.5 Self-Organizing Maps (SOM)

เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีผู้สอน คิดค้นโดย Teuvo Kohonen [2] [3] นิยมใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลหลายมิติ โครงสร้างที่ประกอบด้วยชั้นข้อมูลนำเข้าและชั้นข้อมูลนำออกในลักษณะ 2 มิติ และมีค่าน้ำหนัก (Weight Vector)

$$W_i = [W_{i1}, W_{i2}, \ldots, W_{id}] \quad (2)$$

โดยที่ W_i เป็นค่าน้ำหนักและ d เป็นมิติข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อกับนิวรอนใกล้เคียง

การเรียนรู้ของแผนผังการจัดระเบียบตัวเอง [3] เริ่มต้นจากการสุ่มค่าน้ำหนักให้กับนิวรอนแต่ละตัวโดยที่ค่า W_i เป็นการสุ่มข้อมูลนำเข้าแล้วนำไปเรียนรู้ของแต่ละรอบข้อมูลนำเข้า หลังจากนั้นจะถูกคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูล W_i กับค่าน้ำหนักของนิวรอนแต่ละตัว เมื่อนิวรอนตัวใดมีค่าน้ำหนักใกล้กับ W_i ที่สุดจะเรียกนิวรอนตัวนั้นว่า Best-Matching Unit (BMU)

$$\| X_j - W_c \| = \min_i \{ \| X_j - W_i \| \} \quad (3)$$

เมื่อ ||-|| เป็นการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลแบบวิธียูคลิด (Euclidean Distance)

จากนั้นทำการปรับค่า W_i ของนิวรอนที่เป็น BMU และนิวรอนใกล้เคียง จึงทำให้ค่านิวรอนที่ได้ใหม่นี้มีการเข้าใกล้ข้อมูลกันมากยิ่งขึ้นแล้วมีการปรับตามสมการดังนี้

$$W_i(t+1) = W_i(t) + \alpha(t) h_{ci}(t) [X_j(t) - W_i(t)] \quad (4)$$

เมื่อ t เป็นจำนวนรอบในการประมวลผลแต่ละครั้ง

$X_j(t)$ เป็นค่าที่เกิดจาก Input Vector ที่ได้จากการสุ่มข้อมูลนำเข้าการประมวลผลในแต่ละครั้ง

$\alpha(t)$ เป็นอัตราการเรียนรู้จำนวนรอบที่ t

$h_{ci}(t)$ เป็นการปรับนิวรอนที่อยู่ใกล้เคียงของนิวรอนที่เป็น BMU

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับการบริหารจัดการลูกค้าสัมพันธ์มาใช้เพื่อเพิ่มความได้เปรียบทางธุรกิจ และสร้างความภักดีของลูกค้าในสินค้าและบริการ มีส่วนช่วยในการสร้างความสำเร็จให้กับธุรกิจได้ เช่น การพัฒนาระเบียบวิธีของการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ด้วยการจัดกลุ่มโดยการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเข้ามาช่วย พบว่าเมื่อนำข้อมูลลูกค้าที่ได้จาก WRFM Model [4] มาทำการจัดกลุ่มแล้ว สามารถนำข้อมูลของการจัดกลุ่มของลูกค้ามาเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำให้กับการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ได้อีกด้วย การจัดกลุ่มข้อมูลมีหลากหลายวิธี แต่ละวิธีสามารถใช้หลากหลายขั้นตอนร่วมกัน หรือสามารถพัฒนาขั้นตอนเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การจำแนกกลุ่มของข้อมูลค่ารักษาพยาบาลในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ด้วยหลักการของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ตามคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกัน แล้วนำไปทำการ Clustering ด้วยวิธี K-Means จากนั้นหาค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปใช้สนับนุนการจัดสรรงบประมาณในแต่ละหน่วยงานของส่วนกลาง [5] การจัดกลุ่มข้อมูลขนาดสัดส่วนของเสื้อผ้าสำหรับโรงงานเพื่อใช้ในการผลิต โดยใช้วิธี K-Means และ Clustering สร้างโมเดลเพื่อจับกลุ่มของขนาดสัดส่วนที่มีความผันผวนมาก เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มธุรกิจเสื้อผ้า [6] นอกจากนี้ยังมีการจัดกลุ่มโดยใช้แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง (SOM) ในการจัดกลุ่มคุณภาพของสถานศึกษาในแต่ละมาตรฐาน โดยผู้วิจัยมุ่งเน้น 3 ด้านคือ ด้านผู้เรียน ด้านครู และด้านผู้บริหาร โดยผลลัพธ์พบว่าโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดี 22 โรงเรียนจาก 58 โรงเรียน [7] และเนื่องจากการใช้วิธีการจัดกลุ่มโดยใช้แผนผังการจัดระเบียบตัวเองนั้นใช้เวลาในการประมวลผลนาน ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอถึงวิธีการลดขนาดข้อมูลด้วยเทคนิคการสุ่มแบบเบี่ยงเบนตามความหนาแน่นและความเป็นปึกแผ่นของข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบพบว่าสมีความเร็วในการจัดกลุ่มเพิ่มขึ้นถึง 50% เมื่อเทียบกับแบบเดิม [8]

3.วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูล

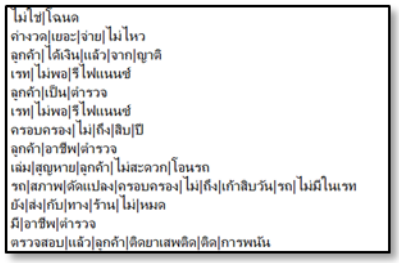
ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเหตุผลของการปฏิเสธลูกค้า ด้วยเหตุผลอื่นๆ จากฐานข้อมูลระบบบันทึกข้อมูลลูกค้าติดต่อตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคมปี 2557

3.2 การจัดเตรียมข้อมูล

3.2.1 การตรวจสอบคำ เป็นขั้นตอนของการแก้ไขคำผิดและเติมคำให้สมบูรณ์

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงคำ โดยเปลี่ยนคำย่อให้เป็นคำเต็มและเปลี่ยนตัวเลขให้เป็นตัวอักษรไทย

3.2.3 การแบ่งคำภาษาไทยด้วย THSplitLib สำหรับภาษา PHP ผู้วิจัยได้พัฒนา Web Application ด้วยภาษา PHP ร่วมกับการใช้ฐานข้อมูล PostgreSQL และ Library ของ THSplitLib ในการแบ่งคำภาษาไทยตาม Dictionary ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้มีการเพิ่มเติมคำศัพท์ทางด้านสินเชื่อเข้าไปด้วย และกำหนด character ของการแบ่งคำเป็นสัญลักษณ์ไปป์ (|)



ภาพที่ 1 : ผลลัพธ์ของการแบ่งคำภาษาไทยด้วย THSplitLib

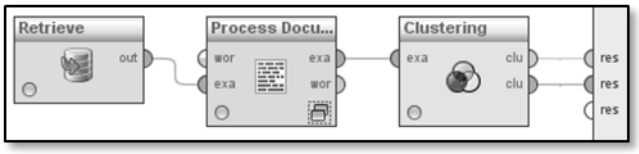
3.2.4 นำผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งคำภาษาไทยมาตัดคำด้วยโปรแกรม Rapidminer โดยใช้ Operator ชื่อ Tokenize ตั้งค่า mode เป็น specify characters และ character เป็นสัญลักษณ์ไปป์ (|)

Attribute Name	Total Occurences	Document Occurences
ลูกค้า	2092	1870
รถ	1464	1291
ต้องการ	476	456
รีไฟแนนซ์	424	419
สอบถาม	418	412
ยอด	383	365
ขอ	373	358
ไม่มี	371	353
รอ	316	315
ก่อน	301	294
ไม่มีในเรท	275	275
CRD	275	272
ไม่ได้	274	270
คนค้า	257	253
ข้อมูล	244	242
เอกสาร	240	234
สภาพ	234	232
ที่ดิน	232	220
ต้องการใช้เงิน	219	218
ยอดสูง	219	218

ภาพที่ 2 : ผลลัพธ์ของการตัดคำภาษาไทยด้วยโปรแกรม Rapidminer

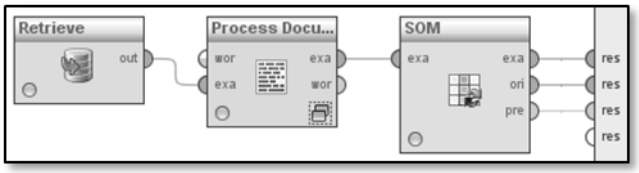
3.2.5 ตัดคำที่ไม่ต้องการออกด้วย Operator ชื่อ Filter Stopwords (Dictionary) โดยมีการกำหนดคำที่ต้องการตัดออกไว้ใน Dictionary ที่สร้างไว้

3.3 พัฒนาโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูล



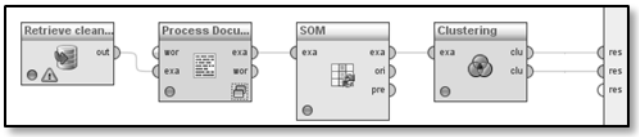
ภาพที่ 3 : K-Means Clustering ด้วยโปรแกรม Rapidminer

โดยกำหนดค่าของ vector creation เป็น TF-IDF และ prune method เป็น absolute โดยให้ค่าสมาชิกที่ปรากฏในเอกสารน้อยที่สุดคือ 5 ครั้งและมากที่สุดคือ 1,000 ครั้งคัดออกและกำหนดจำนวน Cluster เป็น 3 กลุ่ม



ภาพที่ 4 : Self-Organizing Map ด้วยโปรแกรม Rapidminer

โดยกำหนดค่าของ vector creation เป็น TF-IDF และ prune method เป็น absolute โดยให้ค่าสมาชิกที่ปรากฏในเอกสารน้อยที่สุดคือ 5 ครั้งและมากที่สุดคือ 1,000 ครั้งคัดออกและกำหนดจำนวน Dimension เป็น 3 มิติ



ภาพที่ 5 : Self-Organizing Map + K-Means ด้วยโปรแกรม Rapidminer

ใช้การลดจำนวน Dimension ของข้อมูลด้วยวิธีการ Self-Organizing Mapจากนั้นนำมาจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Means Clustering โดยกำหนดจำนวน Cluster เป็น 3 กลุ่ม

3.4 ประเมินผล

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล โดยใช้พื้นฐานของความระยะห่างของข้อมูลกับ Centroid ด้วย Operator ชื่อ Cluster Distance Performance ซึ่งใช้การวัดระยะห่างของสมาชิกกับ Centroid ด้วยสมการของ Davies–Bouldin index ดังนี้

$$DB = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \max_{j \neq i}\left(\frac{\sigma_i + \sigma_j}{d(c_i, c_j)}\right) \quad (5)$$

เมื่อ n คือจำนวนของ Cluster

C_i คือ Centroid ของ Cluster i

σ_i คือ ระยะห่างเฉลี่ยของสมาชิกทุกตัวกับ Cluster i

$d(c_i,c_j)$ คือ ระยะห่างของ Centroid C_i กับ Centroid C_j

4. ผลการดำเนินงาน

ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ K-Means โดยใช้ข้อมูลจำนวน 5,898 ข้อความได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 1 : ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Means

	cluster_0	cluster_1	cluster_2
สมาชิก	833	574	4491

ผลของการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ SOM โดยใช้ข้อมูลจำนวน 5,898 ข้อความได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 2 : ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มด้วยวิธี SOM

	Min	Max	Average	Deviation
SOM_0	0	19	9.70	5.70
SOM_1	0	19	9.84	5.70
SOM_2	0	19	9.57	5.81

ตารางที่ 3 : ผลลัพธ์ของการจัดกลุ่มด้วยวิธี SOM + K-Means

	cluster_0	cluster_1	cluster_2
สมาชิก	1918	2107	1873

โดย Cluster_0 คือกลุ่มของลูกค้าที่ต้องการสอบถามข้อมูลและยังตัดสินใจไม่ได้

Cluster_1 คือกลุ่มของลูกค้าที่ต้องการรีไฟแนนซ์

Cluster_2 คือกลุ่มของลูกค้าที่สินทรัพย์ไม่เข้าเกณฑ์

การประเมินประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ Cluster Distance Performance ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4 : การประเมินประสิทธิภาพของจัดกลุ่ม

	Average within Centroid Distance		
	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2
K-Means	-0.888	-0.834	-0.964
SOM + K-Means	-53.761	-63.907	-56.236

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

งานวิจัยนำเสนอวิธีการในการจัดเตรียมข้อมูลการแบ่งคำภาษาไทยด้วย THSplitLib ร่วมกับภาษา PHP โดยใช้คำศัพท์ในโดเมนของสินเชื่อ ของข้อมูลจำนวน 5,898 รายการ จากนั้นนำข้อมูลมาจัดกลุ่มด้วยวิธี K-Means และ SOM เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการที่ดีที่สุดของการแบ่งกลุ่มเหตุผลของการปฏิเสธลูกค้า พบว่าวิธีจัดกลุ่มด้วย K-Means มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากค่าระยะห่างของสมาชิกกับ Centroid ในแต่ละกลุ่มมีค่าสูงกว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำภาษาไทยมาตัดคำโดยใช้คำศัพท์ในโดเมนของสินเชื่อ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาต่อไปได้ เพื่อให้การจัดกลุ่มมีความถูกต้องแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ทีมวิเคราะห์สนเทศธุรกิจ, ”รายงานการประเมินเสถียรภาพระบบการเงินไทย 2557.” สืบค้นวันที่ 22 มกราคม 2558 จาก https://www.bot.or.th/Thai/FinancialInstitutions/Publications/FSR_Doc/FSR2014.pdf

[2] T. Kohonen. "The self-organizing map." *Proceedings of the IEEE*. 78(9) (September 1990) : 1464-1480.

[3] J. Vesanto, J. Himberg, E. Alhoniemi and J. Parhank angas. "Self-Oganizing Map in Matlab: the SOM Toolbox." *In Proceedings of the Matlab DSP Conference*. (2000) : 35-40.

[4] S. M. S. Hosseini, A. Maleki and M. R. Gholami an. "Cluster analysis using data mining approach to develop CRM methodology to assess the customer loyalty." *Expert Systems with Applications*. 37 (July 2010) : 5259-5264.

[5] พรชัย คำเพิงใจ. “การจัดกลุ่มข้อมูลค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยอยู่รักษาของโรงพยาบาลศูนย์ในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

[6] นภาพราว พฤกษชาติไพศาล. “การจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลขนาดมาตรฐานของเสื้อผ้า.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ(นานาชาติ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[7] นิรันด์ สารรัมย์, คำรณ สุนัติ และสิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา. ”การจัดกลุ่มโรงเรียนคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาโดยการใช้แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง: กรณีศึกษาโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา” *The 9th National Conference Computing and Information Technology*. พฤษภาคม พ.ศ.2556หน้า 7-13

[8] บัณฑิต ปุญญวัฒนะ และบุญวัฒน์ อัตชู. ”การเพิ่มความเร็ว SOM ในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิคการสุ่มแบบเบี่ยงเบนตามความหนาแน่นและความเป็นปึกแผ่นของข้อมูล.” *วิศวสารลาดกระบัง*. ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 มิถุนายน พ.ศ.2553 หน้า 25-30.

ระบบแนะนำข้อมูลเพื่อพัฒนาการศึกษาบนพื้นฐานข้อมูลส่วนบุคคล โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธ

The Recommender System for Adaptive Learning Based on Students' Competency Profile by Using FP-Growth Techniques

อุไรวรรณ อินทร์แหยม(Uraiwan Inyaem)
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
uraiwan.inyaem@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบแนะนำข้อมูลเกิดขึ้นท่ามกลางยุคปัจจุบันที่เต็มไปด้วยข้อมูลมากมาย บทความนี้นำเสนอระบบแนะนำข้อมูลเพื่อพัฒนาหลักสูตรบนพื้นฐานข้อมูลส่วนบุคคลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธ กรณีศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาประกอบด้วย 1) ข้อมูลวิธีการเข้าศึกษาต่อ 2) ข้อมูลผลการเรียน และ 3) ข้อมูลภาวะการมีงานทำถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ตามขั้นตอนของ "CRISP-DM" ในการเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการหากฎความสัมพันธ์ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ถูกนำไปพัฒนาเป็นระบบแนะนำข้อมูล โดยมีรูปแบบที่ใช้งานง่าย สะดวก และเข้าใจง่าย สามารถนำไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องการพัฒนาหลักสูตรที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอในรูปแบบของกราฟรายงาน (Dashboard) ในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและมีความชัดเจน โดยระบบมีการประเมินการใช้งานของผู้ใช้งานได้ผลการประเมินเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจเท่ากับมาก

คำสำคัญ: การทำเหมืองข้อมูล ระบบแนะนำข้อมูล กฎความสัมพันธ์ อัลกอลิทึมเอฟพี-กโรธ

Abstract

In the present time, many recommender systems are used for complex data that help users to work easily. This paper presents a recommender system which advises a student to select suitable subjects based on students' competency profile by using FP-Growth techniques. It is experimented for the bachelor's degree in Computer Science Course, Science and Technology Faculty, RMUTT. The input data used in the system is students' personal data which are: 1) how each student attends the course, 2) each student's grade and 3) a student's occupation after finishing the course. The data will be analyzed with Data Mining technique following "CRISP-DM" step to find out association rules to support the recommender system which can help a student's decision to select computer science subjects for himself/herself. The analyzed data in the recommender system are easily used with a variety presentation form of dashboard. The mean assessed from users using the recommender system is 4.32 and standard deviation is 0.54 which refer to highly satisfy.

Keywords: Data Mining, Recommender System, Association Rule, FP-Growth Algorithm.

1. บทนำ

ปัจจุบันข้อมูลข่าวสารเกิดขึ้นมากมาย ข้อมูลที่เกิดขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ให้กับผู้บริโภคข้อมูล ระบบแนะนำข้อมูลถูกนำมาใช้ตามความ

ต้องการของผู้ใช้งานซึ่งข้อมูลที่นำมาแนะนำได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามหลักการของการทำเหมืองข้อมูล เพื่อใช้สำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการทำงานด้านต่างๆ ระบบแนะนำข้อมูลจึงมีความสำคัญมากในการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันมีการนำระบบแนะนำข้อมูลไปใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะด้านการศึกษา ได้มีการนำความรู้ทางการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางด้านการทำเหมืองข้อมูลเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์กับโครงสร้างข้อมูลแล้วพัฒนาเป็น ระบบแนะนำทางการศึกษา ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร การแนะนำการเรียนต่อ เป็นต้น

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำการสำรวจภาวะการมีงานทำของบัณฑิตพบว่า อาชีพทางสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์น่าจะมีรายวิชาที่ทันสมัยและสามารถตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการได้ดี บัณฑิตจบใหม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บทความนี้จึงเป็นการนำเสนอการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษานำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการสืบค้นหากฎความสัมพันธ์ที่สามารถนำไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องการพัฒนาหลักสูตรที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบแนะนำข้อมูล (Recommender System) [1] เป็นระบบที่ช่วยแนะนำข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่คาดว่าผู้ใช้จะให้ความสนใจโดยเปรียบเทียบจากคุณลักษณะของผู้ใช้งานเพื่อสร้างคำแนะนำให้แก่ผู้ใช้ โดยระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการแนะนำข้อมูลได้ในหลากหลายประเภท เช่น ข่าว หนังสือ สินค้าหรือบริการต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 กฎความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) [2] ได้จากการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือหาปรากฏการณ์ใหม่ๆ นิยมใช้สำหรับการขายสินค้า หรือการทำโปรโมชั่นใหม่ การค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางการทำเหมืองข้อมูลจะต้องใช้เกณฑ์ในการวัดความน่าสนใจของกฎที่หามาได้โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าสนับสนุนค่าความมั่นใจและค่าความสอดคล้อง ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อ 3.5

2.3 เอฟพี-กโรธอัลกอริทึม (FP-Growth Algorithms) [3] มีหลักการทำงานคือ ใช้โครงสร้างข้อมูลที่เรียกว่า เอฟพี-ทรี ในการเก็บข้อมูลก่อนหน้าของรายการที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะรายการที่พิจารณาค่าสนับสนุนต้องมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำเท่านั้น ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมมี 2 ขั้นตอนคือ การสร้างเอฟพี-ทรีจากข้อมูลและการหาเซตรายการความถี่จากเอฟพี-ทรีที่สร้างขึ้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณะ ไวยมัยและคณะ [4] ได้นำเสนอการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลนิสิต โดยใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิง 3 กระบวนการ คือ การค้นหากฎความสัมพันธ์ การจำแนกประเภทข้อมูล และการพยากรณ์ข้อมูล เพื่อประยุกต์ใช้ในการช่วยนิสิตเลือกสาขาวิชาที่เหมาะสมและช่วยในการทำนายแนวโน้มเกรดรายวิชาต่างๆ ในภาคเรียนต่อไป เป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา แต่มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนข้อมูลบางประเภทมีปริมาณค่อนข้างน้อยทำให้โมเดลที่ได้ไม่แม่นยำเท่าที่ควร แต่หากมีการปรับปรุงโมเดลให้เหมาะสมกับโครงสร้างข้อมูลก็จะสามารถปรับใช้กับหน่วยงานอื่นได้

ณรงค์ศักดิ์ คงทิมและจิรัฏฐา ภูบุญอบ [5] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การทำเหมืองข้อมูลสำหรับงานแนะแนวการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา โดยนำผลการเรียนเฉลี่ยของรายวิชาหลักมาค้นหากฎความสัมพันธ์กับการศึกษาต่อของนักเรียน โดยใช้อัลกอริทึมเอฟพี-กโรธ ได้ค่าความถูกต้องค่อนข้างสูง และมีข้อเสนอแนะในเรื่องการแนะนำข้อมูลคณะที่ควรมีมากกว่าหนึ่งแห่ง ส่วนการสร้างตัวแบบอาจจะมีเทคนิคและวิธีการอื่นที่สามารถทำได้และนำมาเปรียบเทียบกัน

พนารัตน์ ศรีเชษฐาและพรพิมล พันธุวาปี [1] นำเสนอระบบแนะนำข้อมูลการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ โดยใช้เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ที่มีการคำนวณค่าความคล้ายคลึงกันของกลุ่มผู้ใช้ระบบ มีการทำนายและแนะนำรายการโทรศัพท์มือถือที่เหมาะสม ซึ่งการประเมินผลระบบการทำงานโดยผู้ใช้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่มีข้อจำกัดเรื่องจำนวนข้อมูลที่นำมาศึกษาจำเป็นต้องมีจำนวนมากพอ

จากการทบทวนวรรณกรรม บทความนี้นำเสนอระบบแนะนำข้อมูลเพื่อพัฒนาหลักสูตรบนพื้นฐานข้อมูลส่วนบุคคลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธ กรณีศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษานำไปใช้ในการหากฎความสัมพันธ์ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ถูกนำไปพัฒนาเป็นระบบแนะนำข้อมูล โดยมีรูปแบบที่ใช้งานง่าย สะดวก และเข้าใจง่าย สามารถนำไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องการพัฒนาหลักสูตรที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ “Cross-Industry Standard Process for Data Mining” หรือ “CRISP-DM” [6] มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางการทำเหมืองข้อมูลดังนี้

3.1 เข้าใจปัญหาและวิเคราะห์ความต้องการ (Business Understanding) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีเป้าหมายการผลิตบัณฑิตที่โดดเด่น เมื่อจบไปแล้ว สามารถทำงานในสถานประกอบการได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปัจจุบัน เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งถ้าพิจารณารายวิชาในหลักสูตรพบว่า มีบางรายวิชาที่ล้าสมัยไปแล้ว เพื่อให้หลักสูตรมีความโดดเด่นและมีความทันสมัย บทความนี้นำเสนอ ระบบแนะนำข้อมูลเพื่อพัฒนาหลักสูตรบนพื้นฐานข้อมูลส่วนบุคคลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธ

3.2 ลักษณะข้อมูล(Data Understanding) ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลนักศึกษาระหว่างปีการศึกษา 2553 ถึงปัจจุบันที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยข้อมูลนักศึกษาประกอบด้วยข้อมูล 1) ข้อมูลวิธีการเข้าศึกษาของบัณฑิต 2) ข้อมูลผลการเรียน และ 3) ข้อมูลภาวะการมีงานทำ โดยข้อมูลทั้งหมดไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทั้งหมด จะเลือกข้อมูลเฉพาะนักศึกษาที่เรียนจบเป็นบัณฑิตแล้วเท่านั้น

3.3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ข้อมูลที่รวบรวมไว้สำหรับการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในรูปไฟล์เอกเซล ซึ่งมี 3 ไฟล์ ได้แก่ข้อมูลวิธีการเข้าศึกษา ข้อมูลผลการเรียน และข้อมูลภาวะการมีงานทำ ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลเพื่อให้อยู่ในรูปไฟล์นามสกุล ARFF และใช้โปรแกรมเวกก้า [7] สำหรับการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งรายละเอียดการเตรียมข้อมูลมีดังนี้

1) ข้อมูลวิธีการเข้าศึกษาของนักศึกษาได้ทำการแปลงรหัสวิธีการเข้าศึกษาของบัณฑิตให้ตรงกัน ได้แก่ c = โควตา , d = สอบตรง , a = แอดมิชชั่น ดังแสดงในภาพที่ 1

รหัสนักศึกษา	ชื่อ - นามสกุล	วิธีการเข้า	เกรดเฉลี่ย ม.6
115310905001-9		c	3.27
115310905006-8		c	3.07
115310905015-9		d	2.88
115310905026-6		c	2.82
115310905031-6		c	3.26
115310905035-7		d	2.49
115310905036-5		d	3.34
115310905037-3		d	2.32
115310905041-5		d	3.59

ภาพที่ 1: ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการเตรียมแล้ว

2) ข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา เลือกรายวิชาจากกลุ่มวิชาชีพตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ [8] ที่จะนำมาวิเคราะห์ 16 รายวิชา ได้แก่ 1) การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 3) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2 4) โครงสร้างข้อมูลและอัลกอลิทึม 5) การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ 6) การออกแบบและวิเคราะห์ขั้นตอนวิธี 7) องค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ 8) ระบบปฏิบัติการ 9)ระบบฐานข้อมูล 10) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 11) การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย 12) การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ 13)วิศวกรรมซอฟต์แวร์ 14)การบริหารฐานข้อมูล 15)ปัญญาประดิษฐ์ และ 16)โครงสร้างดิส-ครีต โดยรายละเอียดข้อมูลประกอบด้วยชื่อวิชาและผลการเรียนในรูปของเกรดของนักศึกษาแต่ละคน ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเราจะมีการจัดระดับกลุ่มของผลการเรียนออกเป็น 4 ระดับ โดยอ้างอิงวิธีการนี้จากบทความของ [5] ที่มีการแบ่ง

ระดับของผลการเรียน เพื่อลดการกระจายของผลการเรียนในการสร้างกฎความสัมพันธ์ ที่แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1

3) ข้อมูลภาวะการมีงานทำของบัณฑิต โดยมีการจัดกลุ่มอาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา 7 อาชีพ อ้างอิงจากสมรรถนะของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต [8] และมีสถานะว่างงานเพิ่มเข้ามาด้วย รวมเป็น 8 อาชีพ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1: การจัดระดับผลการเรียน

ลำดับ	ผลการเรียนเป็นเกรด	ความหมาย	สัญลักษณ์ที่นำไปใช้สร้างกฎความสัมพันธ์
1	A	ดีมาก	VG
2	B - B+	ดี	G
3	C - C+	ปานกลาง	M
4	D- D+	พอใช้	L

ตารางที่ 2: ข้อมูลการจัดกลุ่มอาชีพ

รหัสอาชีพ	อาชีพ	ตำแหน่งงาน
P1	นักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์	โปรแกรมเมอร์
		นักเขียนโปรแกรม
		นักพัฒนาโปรแกรม
		เจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์กราฟิค
		งานกราฟฟิคสามมิติ
P2	นักพัฒนาเว็บไซต์	เว็บโปรแกรมเมอร์
P3	นักวิเคราะห์และออกแบบระบบงานสารสนเทศ	นักวิเคราะห์ธุรกิจ
		วิศวกรรมซอฟต์แวร์
P4	นักวิชาชีพในสถานประกอบการที่มีการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์	กรรมการผู้จัดการ
		ระบบสารสนเทศ
		เจ้าหน้าที่บริการลูกค้า
		เจ้าหน้าที่เทคโนโลยีสารสนเทศ
		ช่างเทคนิคไอที
		เจ้าหน้าที่ฝ่ายสินเชื่อ
		เจ้าหน้าที่การตลาด
		เจ้าหน้าที่ธุรการ
		เจ้าหน้าที่ไอที
		เจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์
P5	ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและเครือแม่ข่าย	วิศวกรเครือข่าย
P6	ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล	ผู้บริหารระบบฐานข้อมูล
P7	ผู้ประสานงานโครงการซอฟต์แวร์	เจ้าหน้าที่ประกันคุณภาพซอฟต์แวร์
P8	ว่างงาน	ยังไม่ได้ทำงานและไม่ได้ศึกษาต่อ
		อยู่ระหว่างอุปสมบท
		กำลังศึกษาต่อ
		อยู่ระหว่างเกณฑ์ทหาร

3.4 การสร้างต้นแบบ (Modeling) โดยนำข้อมูลที่ได้ผ่านการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปไฟล์นามสกุล ARFF ไปวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ด้วยซอฟต์แวร์เวกก้า ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธในการสร้างกฎความสัมพันธ์

ได้กฎออกมาหลังจากทำการลดกฎที่ซับซ้อนออกไปเหลือ 8 กฎ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แสดงกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษา

3.5 การประเมิน (Evaluation) จะทำการประเมินผลโมเดลที่เป็นกฎความสัมพันธ์ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของกฎที่ได้จากค่าสนับสนุน (Support) ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) และค่าความสอดคล้อง(Lift) โดยค่าสนับสนุน [9] จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการดำเนินการที่กฎสามารถนำไปใช้ หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของการดำเนินการของกฎที่ใช้ ส่วนค่าความเชื่อมั่น [9] จะเป็นเปอร์เซนต์ของจำนวนกรณีที่กฎถูกต้องโดยสัมพันธ์กับจำนวนของกรณีที่กฎสามารถนำไปใช้ได้ และค่าความสอดคล้อง [9] จะบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของกฎ(ข้ออ้างและข้อสรุป)ที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้าค่าความสอดคล้องน้อยกว่า 1 แสดงว่าเป็นอิสระหรือไม่ขึ้นต่อกัน แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องกัน

3.6 การพัฒนาระบบและติดตั้งสำหรับใช้งาน (Deployment) นำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟรายงาน (dashboard) โดยใช้ซอฟต์แวร์เพรทาโฮ (Pentaho) [10] เพื่อให้สามารถดูและเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น เหมาะสำหรับเป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยากรคอมพิวเตอร์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

4. ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาได้ข้อสรุปกฎความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับอาชีพของบัณฑิต จำนวน 8 กฎ ดังแสดงในตารางที่ 3 ที่อธิบายความหมายของกฎความสัมพันธ์ได้ดังนี้

กฎข้อที่ 1 : ผลการเรียนในระดับ C+ , A , A , A , A , B , B , C+ , B , B+ , A , C+ , C+ , B+ , C , B+ เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพนักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กฎข้อที่ 2 : ผลการเรียนในระดับ B+ , A , A , A , A , A , A , B , A , B , A , B+ , A , B , B+ , A เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพนักพัฒนาเว็บไซต์

กฎข้อที่ 3 : ผลการเรียนในระดับ A , A , A , A , B , B , A , C+ , B+ , B , C+ , B+ , B+ , A , B+ , B+ เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพนักวิเคราะห์และออกแบบระบบงานสารสนเทศ

กฎข้อที่ 4 : ผลการเรียนในระดับ A , A , A , A , B+ , B+ , A , B+ , A , B+ , A , A , A , A , A , B+ เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพนักวิชาชีพในสถานประกอบการที่มีการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์

กฎข้อที่ 5 : ผลการเรียนในระดับ B , B , A , B , C+ , C+ , B , B+ , A , B , C , D+ , C+ , D+ , D+ , B เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพนักวิชาชีพในสถานประกอบการที่มีการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและเครือแม่ข่าย

กฎข้อที่ 6 : ผลการเรียนในระดับ B , C+ , A , C , C+ , C , B , C+ , B+ , B , D+ , C+ , C+ , B , C , B+ เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล

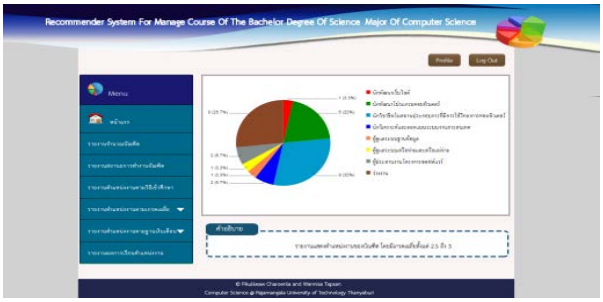
กฎข้อที่ 7 : ผลการเรียนในระดับ A , A , A , A , A , A , A , B+ , A , A , A , B , B+ , A , A , A เมื่อจบการศึกษาจะประกอบอาชีพผู้ประสานงานโครงการซอฟต์แวร์

กฎข้อที่ 8 : ผลการเรียนในระดับ B , A , A , A , A , A , C , B+ , A , B , C+ , A , A , A , A , B+ เมื่อจบการศึกษาจะยังไม่ประกอบอาชีพ

กฎความสัมพันธ์ที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำไปพัฒนาเป็นระบบแนะนำในรูปแบบของกราฟรายงาน (Dashboard) ในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและมีความชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3: แสดงหน้าเข้าสู่ระบบแนะนำ



ภาพที่ 4: แสดงรายงานในมุมมองต่างๆ เช่น ข้อมูลวิธีการสอบเข้า ตำแหน่งงาน ระดับเงินเดือน เกรด

ตารางที่ 3: กฎความสัมพันธ์ของผลการเรียนตามรายวิชาชีพและอาชีพของนักศึกษา

กฎความสัมพันธ์ของผลการเรียน	ค่าสนับสนุน	ค่าความเชื่อมั่น	ค่าความสอดคล้อง	อาชีพ
C+ , A , A , A , A , B , B , C+ , B , B+ , A , C+ , C+ , B+ , C , B+	90%	80%	1.25	นักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
B+ , A , A , A , A , A , A , B , A , B , A , B+ , A , B , B+ , A	95%	85%	1.50	นักพัฒนาเว็บไซต์
A , A , A , A , B , B , A , C+ , B+ , B , C+ , B+ , B+ , A , B+ , B+	90%	80%	1.25	นักวิเคราะห์และออกแบบระบบงานสารสนเทศ
A , A , A , A , B+ , B+ , A , B+ , A , B+ , A , A , A , A , B+	93%	85%	1.40	นักวิชาชีพในสถานประกอบการที่มีการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์
B , B , A , B , C+ , C+ , B , B+ , A , B , C , D+ , C+ , D+ , D+ , B	88%	77%	1.15	ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและเครือแม่ข่าย

B , C+ , A , C , C+ , C , B , C+ , B+ , B , D+ , C+ , C+ , B , C , B+	90%	80%	1.25	ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล
B , C+ , A , C , C+ , C , B , C+ , B+ , B , D+ , C+ , C+ , B , C , B+	86%	76%	1.05	ผู้ประสานงานโครงการซอฟต์แวร์
B , A , A , A , A , A , C , B+ , A , B , C+ , A , A , A , A , B+	92%	77%	1.35	ว่างงาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน ได้ผลการประเมินดังนี้

- ด้านการออกแบบเว็บไซต์ ได้แก่ การจัดรูปแบบง่ายต่อการอ่านและเข้าใจ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความและรูปเพื่ออธิบายสื่อความหมาย ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.58 ระดับความพึงพอใจเท่ากับมากที่สุด
- ด้านการเข้าใช้ฟังก์ชันการทำงานของระบบ ได้แก่ ข้อมูลมีความถูกต้อง คลอบคลุมและชัดเจน มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน การแสดงผลการเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.55 ระดับความพึงพอใจเท่ากับมาก

ส่วนภาพรวมของการประเมินระบบได้ผลการประเมินเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจเท่ากับมาก

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอระบบแนะนำข้อมูลเพื่อพัฒนาหลักสูตรบนพื้นฐานข้อมูลส่วนบุคคลโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอฟพี-กโรธ เพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดหลักสูตรที่มีรายวิชาไม่สอดคล้องกับการประกอบอาชีพ รายวิชาล้าสมัยและไม่ส่งเสริมต่อการประกอบอาชีพ ระบบที่นำเสนอได้รวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาที่ประกอบด้วยข้อมูลวิธีการเข้าเรียน ผลการเรียนและภาวะการมีงานทำ นำมาวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ตามขบวนการ"CRISP-DM" ซึ่งเป็นเทคนิคในการหาความสัมพันธ์ของการทำเหมืองข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้เป็นกฎความสัมพันธ์ 8 กฎของผลการเรียนในแต่รายวิชาชีพจำนวน 16 รายวิชาที่สอดคล้องกับอาชีพตามสมรรถนะของหลักสูตร จากนั้น นำกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตามกระบวนการของการทำเหมืองข้อมูลไปพัฒนาเป็นระบบแนะนำข้อมูล โดยมีรูปแบบที่ใช้งานง่าย สะดวก และเข้าใจง่าย สามารถนำไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องการพัฒนาหลักสูตรที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอในรูปแบบของกราฟรายงาน (Dashboard) ในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและมีความชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยนี้คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อยส่งผลให้กฎความสัมพันธ์ที่ได้ยังไม่สอดคล้องกับอาชีพตามความเป็นจริง ในอนาคต ถ้ามีการเพิ่มจำนวนของข้อมูลและมีการปรับรายวิชาชีพ จะทำให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความสอดคล้องกันมากและสามารถปรับรายวิชาในหลักสูตรให้เหมาะสมกับการประกอบอาชีพมากยิ่งขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] พนารัตน์ ศรีเชษฐา และพรพิมล พันธุวาปี "ระบบการแนะนำในการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือด้วยกระบวนการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม" *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10*,ภูเก็ต, ประเทศไทย, 8-9 พฤษภาคม 2557.

[2] R. Agrawal, H. Mannila, R. Srikant and A. I. Verkamo., "Fast Discovery of Association Rules". In U.M. Fayyad, G.Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, and R. Uthurusamy, editors, Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. AASAi/MIT Press, p.307-328, 1996.

[3] Han, J.,Pei, J., and Yin, Y. 2000. "Mining Frequent Patterns without Candidate Generation" *In proceeding of the 2000 ACM SIGMOD.*

[4] กฤษณะ ไวยมัย, ชิดชนก ส่งศิริ, และธนาวินท์ รักธรรมานนท์, "การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิงเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์" NECTEC Technical Journal ปีที่ 3 ฉบับที่ 11 ปี พ.ศ. 2554 หน้า 134-142.

[5] ณรงค์ศักดิ์ คงทิม และ จิรัฏฐา ภูบุญอบ, "การประยุกต์ใช้เอฟพี-กโรธกับงานแนะแนวการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา" *การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT 2011 & UniNOMS 2011),* ศาลายา, นครปฐม, ประเทศไทย, 26-28 มกราคม 2554.

[6] เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดา, An Introduction to Data Mining Techniques (Thai version), บริษัท เอเซีย ดิจิตอลการพิมพ์ จำกัด: กรุงเทพมหานคร, 2014.

[7] มหาวิทยาลัยไวกาโต. ซอฟต์แวร์เวกก้า [ออนไลน์], ค้นหาได้ที่ : http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/ [1 เมษายน 2558].

[8] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์: ปทุมธานี, 2000.

[9] วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ. Data Mining Course [ออนไลน์], ค้นหาได้ที่: http://202.28.94.51/web/wararat/ [1 เมษายน 2558].

[10] บริษัท เพรทาโฮ จำกัด. ซอฟต์แวร์เพรทาโฮ [ออนไลน์], ค้นหาได้ที่ : http://www.pentaho.com/ [1 เมษายน 2558].

การระบุความเป็นเจ้าของข้อความออนไลน์โดยใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย
Online Message Ownership Identification using Naïve Bayes Learning

นิธิภัทร์ เพชรมงคลจรัส(Nitipat Petmongkonjaras)[1] และ ธนัสนี เพียรตระกูล(Tanasaneee Phienthrakul)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[1]nitipat_boo@hotmail.com, [2]tanasanee.phi@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การสื่อสารบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความยุ่งยากในการระบุตัวบุคคล เนื่องจากข้อความต่าง ๆ สามารถคัดลอกได้โดยสะดวก หรือในบางครั้งผู้เขียนเองสามารถปลอมแปลงเป็นหลายบัญชีรายชื่อ เพื่อหลอกลวงหรือสร้างกระแสความนิยมในบางเรื่องได้ บทความนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อความที่ใช้สื่อสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ระบุตัวตนของเจ้าของข้อความ โดยทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างจำนวน 300 ข้อความจาก 30 บุคคลที่ประกาศอยู่บนเว็บไซต์และทำการสกัดคุณลักษณะ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นเจ้าของข้อความโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย ผลการทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายให้ความถูกต้องอยู่ในช่วง 70-95% ซึ่งสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ การจำแนกความเป็นเจ้าของข้อความนี้ ช่วยให้สามารถระบุได้ว่าข้อความใดมีโอกาสเป็นข้อความที่ประกาศโดยผู้หลอกลวง หรือข้อความใดถูกเขียนโดยบุคคลเดียวกัน ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบและเตือนให้ระวังข้อความเหล่านั้นได้

คำสำคัญ: ตัวจำแนกแบบเบย์อย่างง่าย ข้อความออนไลน์ การระบุความเป็นเจ้าของข้อความ การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

Communication on the Internet is difficult to identify a person. The text can be copied easily. The authors can be forged into several accounts to deceive or create trends in some topics. This article has analyzed the text communication on the Internet to identify the owner. The 300 samples from 30 authors were collected from the messages on the website. The features of text were extracted to analyze the owner of messages using Naïve Bayes learning technique. The experimental results were compared with the nearest neighbor and support vector machines. The results showed that the accuracies of Naïve Bayes learning are in the range 70-95%, which are higher than the other methods. This ownership identification method can help to identify the fraud message, the scam, or any text written by the same person. These are possible to detect and warn the suspect messages.

Keywords: Naïve Bayes Classifier, Online Message, Text Ownership Identification, Machine Learning.

1. บทนำ

การใช้สื่อออนไลน์ในการติดต่อสื่อสาร ช่วยเพิ่มความสะดวกในการติดต่อกัน สามารถกระจายข่าวสารถึงกันได้อย่างง่ายดาย และแพร่ขยายไปในวงกว้างได้อย่างรวดเร็ว แต่ปัจจุบันการหลอกลวงผ่านสื่อออนไลน์ได้มีเพิ่มมากขึ้น หลายคนใช้ช่องทางอินเตอร์เน็ตในการสร้างกระแสความนิยม หรือโจมตีคู่แข่ง บางคนทำการหลอกลวงขายสินค้าผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งการตรวจสอบหรือป้องกันทำได้ลำบาก เพราะผู้ใช้งานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่จำเป็นต้องใช้ชื่อจริงหรือข้อมูลจริงในการติดต่อกัน

มีความพยายามในการตรวจสอบข้อมูลของผู้ต้องสงสัย เช่น การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ช่วยในการสืบหาผู้หลอกลวงจากการขายสินค้าออนไลน์ โดยอาศัยข้อมูลของผู้ขาย [1] แต่ก็ยังมีจำกัดจากการที่ผู้หลอกลวงสามารถปลอมแปลงข้อมูลส่วนตัวได้ และหากข้อมูลต่างจากเดิมโดยสิ้นเชิงก็จะไม่สามารถใช้ตรวจสอบประวัติการฉ้อโกงได้เลย ด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวความคิดที่จะนำเอาข้อความประกาศมาช่วยในการยืนยันตัวบุคคล เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบข้อมูลให้มากขึ้น

ในการพิมพ์ข้อความบนสื่อต่างๆในอินเตอร์เน็ตนั้น ผู้เขียนแต่ละคนมักมีเอกลักษณ์ในการขียนเฉพาะตัว เช่น มีคำที่นิยม

ใช้บ่อยๆ สัญลักษณ์พิเศษที่นำมาใช้ในข้อความ การเว้นวรรคตอน หรือการพิมพ์ผิดตัวเดิมซ้ำๆ อันเนื่องมาจากความเคยชินกดแป้นพิมพ์ผิดพลาด หรือ ไม่ทราบวิธีการสะกดที่ถูกต้อง ดังนั้นหากใช้การสังเกตให้ดีก็อาจสามารถจำแนกเจ้าของความเหล่านั้นได้ แต่หากต้องเปรียบเทียบข้อความจำนวนมาก การสังเกตก็จำเป็นต้องใช้เวลาหรือความพยายามซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำได้ในเวลาที่จำกัด

เทคนิคหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการจำแนกข้อความที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษร คือ การจำแนกแบบเบย์ ในงานวิจัยของณัฏฐา ห่อประทุม [2] แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย กับโมเดลที่สร้างโดยเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบฟัซซี่เบเซียน โดยนำเอาทั้งสองเทคนิคนำมาใช้ในการอนุมัติสินเชื่อเบื้องต้น ซึ่งทั้งสองวิธีให้ผลการจำแนกข้อมูลที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องสูง นอกจากนั้นยังมีการใช้การเรียนรู้แบบเบย์เพื่อช่วยในการจำแนกข้อความที่เป็นความคิดเห็น [3], [4], [5] เพื่อพิจารณาว่าเป็นความคิดเห็นในเชิงบวกหรือเชิงลบ ในงานวิจัยเหล่านั้นได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการจำแนกข้อความของการเรียนรู้แบบเบย์เมื่อมีการเตรียมข้อมูลอย่างเหมาะสม

มีการจำแนกเอกสารในลักษณะเดียวกันกับข้างต้นแต่เป็นเอกสารภาษาจีน ในงานวิจัยของ S. Tan และ J. Zhang [6] พวกเขาได้ทำการทดสอบ 5 เทคนิคการจำแนกเอกสารภาษาจีน โดยหนึ่งในนั้นมีการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายอยู่ด้วย แม้ว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายจะไม่ได้ให้ผลการทดสอบที่สูงสุดในบทความดังกล่าว แต่ผลการทดสอบได้แสดงให้ว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายให้ผลใกล้เคียงค่าเฉลี่ย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อจำแนกข้อความได้ในหลายๆภาษา

บทความนี้จึงได้นำเสนอวิธีการในการวิเคราะห์ข้อความประกาศ โดยดูจากลักษณะการเขียน เช่น มีคำที่ชอบเขียนเป็นประจำหรือเขียนบ่อยเป็นพิเศษ คำที่เขียนผิด หรือ สัญลักษณ์แปลกๆที่ใช้ในข้อความประกาศ เป็นต้น การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความ และยังได้นำเสนอแนวทางในการตรวจสอบความคล้ายคลึงกันของข้อความ ซึ่งช่วยในการยืนยันตัวบุคคลได้

2. การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย

การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes Learning) [7] เป็นอัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ในงานจำแนกเอกสาร และให้ผลการจำแนกที่ดี ขั้นตอนการทำงานของการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย จะใช้สมการความน่าจะเป็นอย่างมีเงื่อนไข เพื่อคำนวณหาค่าเป้าหมายหรือกลุ่ม (Class) ของข้อมูลที่ต้องการทำนาย

ในการใช้เบย์อย่างง่ายเพื่อจำแนกเอกสาร จะให้ความถี่ของชุดคำที่ปรากฏในข้อความเป็นคุณลักษณะที่ใช้ในการจำแนก โดยสมการที่ใช้ในการจำแนกคือ

$$P(v_j|A) = P(v_j)\Pi_i P(a_i|v_j) \quad (1)$$

เมื่อ $P(v_j|A)$ คือความน่าจะเป็นที่จะเป็นเอกสารในกลุ่ม v_j ของตัวอย่าง A

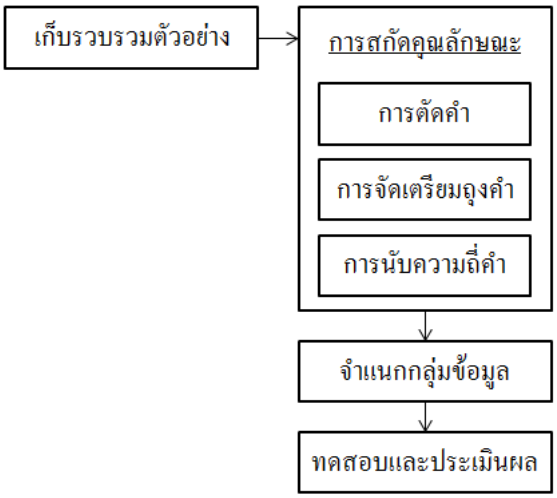
$P(v_j)$ คือความน่าจะเป็นที่เอกสารจะอยู่ในกลุ่ม v_j

$P(a_i|v_j)$ คือ ความน่าจะเป็นที่คุณลักษณะ a_i จะอยู่ในเอกสารในกลุ่ม v_j

a_i คือ คุณลักษณะตัวที่ i ของตัวอย่าง A

3. การระบุความเป็นเจ้าของข้อความออนไลน์

เพื่อที่ระบุความเป็นเจ้าของข้อความออนไลน์ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก และมีขั้นตอนย่อยดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 เก็บรวบรวมตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะทำการรวบรวมตัวอย่างข้อความที่อยู่บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยเลือกที่จะเก็บตัวอย่างข้อความจากเว็บไซต์ http://www.pantip.com เนื่องจากเป็นสังคมออนไลน์ขนาดใหญ่และมีสมาชิกเข้ามาใช้อย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถที่จะเก็บหลายๆข้อความในแต่ละบุคคลได้ ผู้วิจัยเลือกที่จะเก็บตัวอย่างข้อความจำนวน 300 ข้อความ จาก 30 บุคคล คนละ 10 ข้อความ ตัวอย่างข้อความแสดงรูปที่ 2

เปลืองก็ยอมค่ะ ไม่ใส่ไม่ได้เลย ผมพันกัน
ไม่แปลก คนเราชอบไม่เหมือนกัน ชอบอย่างไหนก็ทำไปอย่างนั้นแหละค่ะ ใครจะว่ายังไงอย่าได้แคร์
ปล. เราแต่งหน้าแต่งตัว แต่เราไม่ได้พูดแต่เรื่องผู้ชายนะ
คู่เราห่างแปดปี (ยังไม่ถึง 10 แต่ก็ใกล้เคียง) ไม่มีปัญหาเรื่องนี้เลย คุยกันเข้าใจดี เพราะความคิดไปในแนวทางเดียวกัน ไลท์สไตล์คล้าย ๆ กัน อยู่ด้วยกันสบายใจดี
เราชอบสีเขียวมาก ๆๆๆ อร่อยนุ่มลิ้นสุด ๆ วันนึงนึกครึ้มลองซื้อสีน้ำเงินมากิน กินได้คำเดียว ทิ้งถังขยะยกกล่องเลย เปรี้ยว ค่อดพ่อค่อดแม่เหอะ
ไม่ใช่แค่ชั้นในหรอก ทุกอย่างแหละ ที่เราใช้ ต้องขอสวย ๆ ไว้ก่อน ได้ใช้ได้เห็นของสวย ๆ มันรู้สึกดีอ่ะ แปรงสีฟัน เลือกแบบไม่ได้ ก็ขอเลือกสี ไม้ขัดส้วมยังขอสีสวย ๆ เลย ถึงแม่ใช้อยู่คนเดียวในส้วมอ่ะ คุณผู้ชายไม่เข้าใจเราหรอก แต่แฟนเราไม่ว่าอะไรนะ ชอบอะไรก็หามาได้หมด ขั้นในสวย ๆ ไม่สวยพี่แกก็ไม่แคร์ จับถอดอย่างเดียว อร๊ายยยย

รูปที่ 2: ตัวอย่างข้อความ

3.2 การสกัดคุณลักษณะ

การสกัดคุณลักษณะเพื่อนำมาใช้ในการจำแนกข้อความนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การตัดคำ การจัดเตรียมถุงคำ และ การนับความถี่คำ

3.2.1 การตัดคำ

เนื่องจากข้อความที่นำมาใช้ในการพิจารณาเป็นข้อความภาษาไทย ซึ่งไม่มีลักษณะของการเว้นวรรคระหว่างคำ ขั้นตอนแรกในการประมวลผลจึงต้องทำการตัดข้อความเหล่านั้นแยกเป็นคำก่อน โดยเลือกใช้วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด [8] เช่น คำว่า “ตากลม” สามารถตัดคำได้ 2 แบบคือ ตา-กลม และ ตาก-ลม โปรแกรมจะเลือกตัดคำที่ยาวที่สุดที่มีในพจนานุกรมก่อน ดังนั้นในตัวอย่างจะได้ผลการตัดคำ คือ ตาก-ลม ตัวอย่างข้อความที่ผ่านการตัดคำแล้ว แสดงดังรูปที่ 3

3.2.2 การจัดเตรียมถุงคำ

ในขั้นตอนนี้จะนำคำจากทุกๆข้อความมารวมกัน โดยไม่สนใจลำดับของคำและการซ้ำของคำ จากตัวอย่าง 300 ข้อความ เมื่อนำมาหาคำเดี่ยวที่ไม่ซ้ำกัน จะได้ออกมาจำนวน 2,808 คำ คำเหล่านี้จะถูกนำมาใช้เป็นคุณลักษณะของข้อความ เพื่อใช้ในการทดสอบการจำแนกเจ้าของข้อความ เหตุที่เลือกใช้คำเดี่ยวนี้เพื่อให้จำนวนคุณลักษณะไม่มากเกินไปนัก แต่ก็จะมีข้อจำกัดในแง่ของการใช้บางคำติดกันบ่อยๆจะไม่ถูกนำมาพิจารณาด้วย

เกลียด | มาก || จะ | เปิด | ให้ | ดัง | ไป | ถึง | สวรรค์ || ให้ | เทว | ดา | แต้น | ด้วย | รีไง | นะ || ไอ้ | พวก | หูหนวก ||| ถ้า | เป็น | วัน | อื่น | จะ | โทร | แจ้งตำรวจ | ไป | แล้ว | ล่ะ ||| แต่ | ช่วง | เทศกาล || นาน || ๆ || ที || ให้ | เค้า | ได้ | สังสรรค์ | กัน | ไป | เหอะ ||| ทุก | สงกรานต์ | เรา | ไม่ | ชอบ | เล่น | น้ำ | ไม่ | ชอบ | เที่ยว | เกลียด | คน | เยอะ || ก่อน | สงกรานต์ | วัน | สอง | วัน || เรา | จะ | เตรียม | ซื้อ | ของ | สด | ไว้ | เลย ||| ตุน | ไว้ || และ | จะ | ไม่ | ออกจาก | บ้าน | ไป | ไหน | จนกว่า | จะ | หมด | สงกรานต์ | ค่ะ ||

รูปที่ 3: ตัวอย่างการตัดคำ

3.2.3 การนับความถี่คำ

หลังจากได้ถุงคำเรียบร้อยแล้ว ถุงคำเหล่านั้นจะถูกนำมาใช้นับความถี่ของคำเหล่านั้นในแต่ละข้อความ ดังรูปที่ 4

	เก็	เก่ง	เก็ด	เกน	เก็บ	เก็บเงิน	เกม	เกรงใจ	เกรียน	เกรียบ	เกลี้ด	เกลียดเกลือแร
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 4: ตัวอย่างการนับความถี่

3.3 การจำแนกกลุ่มข้อมูล

หลังจากสกัดคุณลักษณะที่เป็นความถี่ของแต่ละคำในข้อแต่ละข้อความแล้ว ก็จะนำค่าความถี่เหล่านั้นมาใช้ในการจำแนกเจ้าของข้อความ โดยใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย ในขั้นตอนของการเรียนรู้จากตัวอย่างข้อความจะทำการคำนวณค่าความน่าจะเป็นต่างๆเตรียมไว้ เมื่อมีข้อความให้ที่ต้องการจำแนกหาเจ้าของข้อความเข้ามาก็จะนำมาคำนวณความน่าจะเป็นที่จะเป็นเจ้าของข้อความต้องสงสัยนั้น

3.4 ทดสอบและประเมินผล

ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการทดสอบและประเมินผลเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ และ เสนอแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

4. การทดสอบอัลกอริทึมที่ใช้ในการจำแนก

การวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ จะทำการเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย กับ วิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbor: KNN) กำหนดให้ค่า K=1 และวิธีการซัพพอร์ทเว็กเตอร์แมชชีน (SVM) ที่เลือกใช้เคอร์เนล Polynomial ดีกรี 2

ทำการเปรียบเทียบค่า ความถูกต้อง(Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าระลึก (Recall) ของแต่ละคู่ตัวอย่าง คือจะทำการเลือกตัวอย่างข้อความของ 2 บุคคล คนละ 10 ข้อความ และวัดประสิทธิภาพในการจำแนกข้อความของ 2 บุคคลดังกล่าวโดยใช้วิธี 10-Fold Cross-Validation ตัวอย่างผลการจำแนกโดยใช้ KNN, SVM, และ เบย์อย่างง่ายแสดงดังตารางที่ 1-3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1: ตัวอย่างผลการจำแนกข้อมูลโดยใช้ KNN

Data	K-NN		PREDICTED			Precision	Recall	Accuracy (%)
			TRUE	FALSE	SUM			
1 & 3	ACTUAL	TRUE	6	4	10	0.445	0.450	45%
		FALSE	7	3	10			
		SUM	13	7				
3 & 11	ACTUAL	TRUE	10	0	10	0.778	0.600	60%
		FALSE	8	2	10			
		SUM	18	2				
9 & 12	ACTUAL	TRUE	4	6	10	0.700	0.650	65%
		FALSE	1	9	10			
		SUM	5	15				
24 & 26	ACTUAL	TRUE	3	7	10	0.396	0.400	40%
		FALSE	5	5	10			
		SUM	8	12				
29 & 15	ACTUAL	TRUE	2	8	10	0.778	0.600	60%
		FALSE	0	10	10			
		SUM	2	18				

ตารางที่ 2: ตัวอย่างผลการจำแนกข้อมูลโดยใช้ SVM

Data	SVM		PREDICTED			Precision	Recall	Accuracy (%)
			TRUE	FALSE	SUM			
1 & 3	ACTUAL	TRUE	5	5	10	0.738	0.700	70%
		FALSE	1	9	10			
		SUM	6	14				
3 & 11	ACTUAL	TRUE	8	2	10	0.753	0.750	75%
		FALSE	3	7	10			
		SUM	11	9				
9 & 12	ACTUAL	TRUE	3	7	10	0.656	0.600	60%
		FALSE	1	9	10			
		SUM	4	16				
24 & 26	ACTUAL	TRUE	9	1	10	0.738	0.700	70%
		FALSE	5	5	10			
		SUM	14	6				
29 & 15	ACTUAL	TRUE	6	4	10	0.775	0.750	75%
		FALSE	1	9	10			
		SUM	7	13				

ตารางที่ 3: ตัวอย่างผลการจำแนกข้อมูลโดยใช้แบบเบย์อย่างง่าย

Data	Naïve Bayes		PREDICTED			Precision	Recall	Accuracy (%)
			TRUE	FALSE	SUM			
1 & 3	ACTUAL	TRUE	9	1	10	0.955	0.950	95%
		FALSE	0	10	10			
		SUM	9	11				
3 & 11	ACTUAL	TRUE	9	1	10	0.854	0.850	85%
		FALSE	2	8	10			
		SUM	11	9				
9 & 12	ACTUAL	TRUE	7	3	10	0.700	0.700	70%
		FALSE	3	7	10			
		SUM	10	10				
24 & 26	ACTUAL	TRUE	10	0	10	0.857	0.800	80%
		FALSE	4	6	10			
		SUM	14	6				
29 & 15	ACTUAL	TRUE	7	3	10	0.885	0.850	85%
		FALSE	0	10	10			
		SUM	7	13				

จากทั้ง 3 ตารางจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายให้ผลการจำแนกที่ดีกว่าวิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด และ ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน ในทุกชุดการทดลองที่นำมาแสดง ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของ 3 วิธีการดังกล่าว บน 5 ชุดการทดสอบนี้

ตารางที่ 4: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 3 วิธีการ

		KNN	SVM	Naïve Bayes
Average	Accuracy	54%	70%	83%
	Precision	0.6194	0.732	0.8502
	Recall	0.54	0.7	0.83

จากตารางที่ 4 ผลจากการเปรียบเทียบ อัลกอริทึมที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกข้อความคือ การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายเพราะให้ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำและค่าระลึกเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 83%, 0.8502 and 0.83 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ วิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด และ วิธีการซัพพอร์ทเว็กเตอร์แมชชีน

ผลการจำแนกข้อความโดยใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายของทุกคู่ใน 30 คน โดยมีข้อความคนละ 10 ข้อความ และใช้วิธีการ 10-Fold Cross-Validation ในการประเมินผล แสดงดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: ผลลัพธ์การจำแนกข้อความโดยใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายของ 30 คน

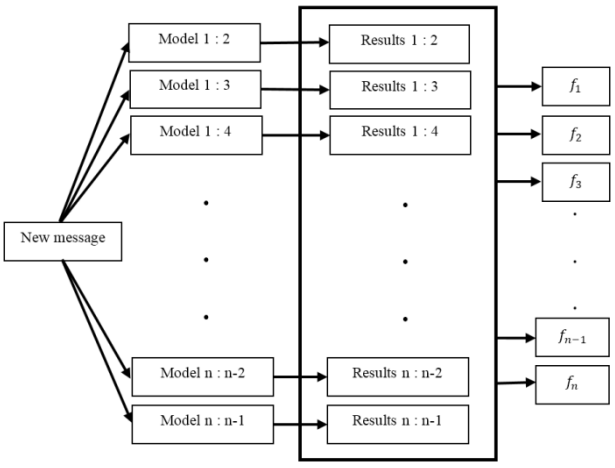
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	AVG
1		50	95	75	85	85	80	65	70	80	85	95	85	95	75	80	75	65	80	70	90	65	80	90	55	70	75	65	65	80	76.724
2	60		80	90	85	70	85	85	55	80	55	95	75	95	90	80	55	75	85	55	95	60	70	85	60	60	60	75	70	65	74.138
3	95	75		75	70	90	70	75	80	70	85	60	75	95	95	80	80	75	60	60	100	75	75	90	75	80	60	50	70	65	76.034
4	75	85	70		70	75	40	80	70	75	65	50	50	85	85	80	75	70	75	40	85	75	70	90	80	60	60	60	55	55	69.138
5	85	80	70	70		90	80	85	85	55	85	55	65	95	95	75	80	65	50	65	85	80	70	95	85	60	65	60	55	75	74.483
6	80	70	95	80	90		85	60	70	65	85	75	85	100	80	85	70	60	80	75	90	60	85	85	55	75	75	65	75	60	76.379
7	80	85	75	50	80	80		60	75	60	65	45	65	85	75	80	75	70	70	55	85	85	65	85	85	80	65	55	55	65	70.862
8	60	85	75	80	90	60	65		65	75	85	80	65	90	70	80	80	65	75	60	90	70	75	85	70	70	65	40	65	70	72.586
9	75	50	85	65	85	70	75	75		70	75	70	65	90	80	75	50	75	75	70	85	65	65	85	70	55	70	75	60	65	71.379
10	80	70	75	60	70	65	70	80		80	70	85	95	95	60	70	55	70	55	55	95	60	80	85	80	80	60	60	50	45	71.379
11	85	60	85	65	80	85	70	85	75	85		65	80	95	80	65	80	70	70	65	85	75	90	90	70	65	55	75	45	75	74.828
12	95	80	55	60	60	70	50	80	70	70	60		65	80	70	45	85	80	50	40	65	85	75	85	85	75	70	65	55	60	68.448
13	85	70	75	50	70	95	65	65	65	85	75	60		95	95	70	75	65	55	45	95	80	70	85	50	60	80	70	65	50	71.207
14	100	100	95	85	90	100	85	90	90	90	95	75	95		95	90	95	85	95	95	100	95	90	90	90	85	80	80	80	100	90.862
15	75	90	95	85	100	80	75	75	80	95	80	70	90	95		80	85	65	85	70	85	80	75	55	70	60	60	65	85	85	78.966
16	85	85	85	65	70	80	75	85	70	65	65	55	70	90	80		80	60	60	55	90	80	80	80	70	80	55	65	55	55	72.069
17	65	70	80	80	80	70	75	75	50	65	80	85	75	95	85	90		45	80	65	75	85	60	80	65	60	60	70	55	70	72.069
18	80	75	70	70	70	60	70	60	75	55	70	85	65	80	65	65	55		55	50	60	65	65	60	50	50	50	55	55	60	63.621
19	80	75	65	65	50	75	75	80	70	65	65	45	50	95	85	60	80	55		50	85	65	75	75	55	60	45	60	65	65	66.724
20	75	60	60	35	65	70	55	60	65	55	70	45	50	95	70	45	75	50	45		65	60	75	75	50	55	35	40	50	40	58.276
21	85	95	100	80	90	90	85	90	85	100	85	65	95	100	90	90	70	60	85	60		75	80	85	90	60	80	70	75	85	82.759
22	75	60	80	80	80	60	85	65	55	60	70	85	80	95	80	80	85	75	75	55	80		60	85	80	65	75	65	65	85	73.793
23	85	75	80	70	70	80	60	80	55	75	85	85	70	90	75	80	65	70	70	75	80	60		90	70	60	65	75	50	75	73.103
24	90	85	90	85	90	85	90	85	80	85	85	85	85	90	65	80	80	60	75	75	90	85	90		75	80	70	80	85	85	82.241
25	50	65	90	85	80	60	70	70	70	70	75	80	45	90	70	65	65	50	55	45	85	80	75	75		55	60	60	55	65	67.586
26	70	65	75	45	60	80	75	70	60	80	55	65	60	85	60	80	65	45	55	50	60	55	50	80	50		55	65	40	55	62.414
27	70	60	60	50	65	80	65	65	70	55	60	70	75	80	60	55	60	50	45	35	80	70	65	70	60	55		45	60	55	61.724
28	70	80	50	65	70	70	65	45	80	60	65	75	65	85	55	60	75	55	50	40	70	70	70	80	60	65	45		70	50	64.138
29	60	60	65	60	55	65	70	65	65	45	55	60	65	80	85	75	55	45	70	50	75	60	55	85	60	50	55	60		65	62.586
30	80	65	50	50	75	50	70	75	65	45	70	55	50	100	85	40	75	55	65	35	85	75	75	85	60	65	60	40	65		64.31
																															71.494

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของบุคคลที่ 1 กับ 14 และค่าเปอร์เซ็นต์ของบุคคลที่ 14 กับ 1 มีค่าไม่เท่ากัน เพราะการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลทดสอบและเรียนรู้ (cross-validation) เป็นแบบสุ่มข้อมูล จึงทำให้ได้ค่าความถูกต้องจากการจำแนกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองมีค่าต่างกันไม่เกิน 10% ซึ่งหมายความว่าความถูกต้องจากการจำแนกต่างกันไม่เกิน 2 ข้อความจากข้อความทั้งหมด 20 ข้อความ

ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่มีค่าสูงที่สุด คือบุคคลที่ 14 มีค่าเฉลี่ย 90.86% โดยคำจากข้อความของบุคคลที่ 14 มีเอกลักษณ์ในการพิมพ์เช่น พิมพ์มหัพภาค 3 ตัวติดกันในท้ายประโยคทุกครั้ง จึงเป็นผลให้มีความสามารถในการจำแนกได้ดี, ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่มีค่าต่ำที่สุด เป็นของบุคคลที่ 20 มีค่าเฉลี่ย 58.27% ค่าเปอร์เซ็นต์ของการจำแนกที่ต่ำอาจจะมาจากคำในข้อความของบุคคลดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันและมักไม่พบคำที่เขียนผิด จึงทำให้ค่าการจำแนกมีค่าเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำ และค่าเฉลี่ยของการจำแนกข้อความของแต่ละบุคคลเป็น 71.494% แสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะจำแนกข้อความของแต่ละบุคคลได้

5. แนวทางการนำไปประยุกต์ใช้

ในการนำไปประยุกต์ใช้กับตรวจสอบข้อความขอผู้ต้องสงสัยร่วมกับการใช้คุณสมบัติอื่นๆของผู้ต้องสงสัย อาจใช้การให้ค่าน้ำหนักของข้อความ เพื่อดูว่าข้อความมีความคล้ายกับข้อความของบุคคลใดบ้างและคล้ายคลึงกันมากน้อยเพียงใด โดยวิธีการให้ค่าน้ำหนักสามารถใช้วิธีการที่นำเสนอเข้ามาช่วย โดยขั้นตอนการให้ค่าน้ำหนักของข้อความดังรูปที่ 6



รูปที่ 6: ขั้นตอนการให้ค่าหนักของข้อความ

ข้อความของผู้ต้องสงสัย จะถูกนำมาประมวลผลตามหัวข้อที่ 3.2 จากนั้นจะนำเอาเวกเตอร์ของความถี่ที่ได้ มาผ่านโมเดล

สำหรับการจำแนกข้อความด้วยเบย์อย่างง่าย จำนวน $\frac{n\cdot(n-1)}{2}$ คู่ เมื่อ n เป็นจำนวนของผู้หลอกลวงที่มีประวัติอยู่เดิม โดย โมเดลที่ 1 เป็นการจำแนกข้อความของบุคคลที่ 1 กับบุคคลที่ 2 โมเดลที่ 2 เป็นการจำแนกข้อความของบุคคลที่ 1 กับบุคคลที่ 3 เช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกคู่ จากนั้นนับความถี่คำตอบที่ได้จากการจำแนกแต่ละคู่ แล้วจึงนำไปหาค่าน้ำหนักของข้อความโดยใช้สมการดังนี้

$$W_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^{n} f_i} \quad (2)$$

เมื่อ W_i คือ ค่าน้ำหนักของข้อความที่มีความคล้ายกับข้อความของบุคคลที่ i และ f_i คือ ความถี่ของผลลัพธ์จากการจำแนกข้อความ ค่าน้ำหนักนี้สามารถใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอื่นในการตรวจสอบตัวบุคคล เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการสืบค้นได้

6. สรุป

บทความนี้ได้หาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อช่วยในการยืนยันตัวบุคคล โดยการตรวจสอบความคล้ายคลึงกันของข้อความประกาศ โดยพิจารณาจากลักษณะการเขียน เช่น มีคำที่ชอบเขียนเป็นประจำหรือเขียนบ่อยเป็นพิเศษ ชอบเขียนสัญลักษณ์แปลกๆ ในข้อความประกาศ เป็นต้น ในการวิเคราะห์ข้อความประกาศได้ใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายเพื่อจำแนกบุคคล โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ จำนวน 300 ข้อความ แบ่งเป็น 30 บุคคล คนละ 10 ข้อความ

เหตุที่เลือกใช้การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายเนื่องจากผลการเปรียบเทียบ 3 วิธี คือ วิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด วิธีการซัพพอร์ทเว็กเตอร์แมชชีน และ การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายมีความสามารถในการจำแนกข้อมูลได้ดีที่สุด และจากวิเคราะห์การจำแนกข้อความโดยใช้การจำแนกแบบเบย์อย่างง่าย เฉลี่ยทุกคู่จาก 30 บุคคล พบว่าผลการจำแนกมีค่าความถูกต้องเฉลี่ย 71.49%

การวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อความประกาศเพื่อให้ทราบว่าข้อความใดมีโอกาสที่จะเป็นข้อความซึ่งประกาศโดยบุคคลเดียวกัน ซึ่งช่วยให้สามารถยืนยันตัวบุคคลได้ และยังสามารถเตือนบุคคลอื่นให้ระวังข้อความเหล่านั้น ซึ่งอาจเคยใช้หลอกลวง และนำกลับมาใช้หลอกลวงซ้ำ หรือเป็นข้อความที่พยายามชักจูงให้เชื่อ โดยปลอมเป็นบุคคลอื่นเข้ามาเกลี้ยกล่อมเพื่อสร้างความรู้สึกว่าผู้คนส่วนใหญ่ให้การสนับสนุน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] นิธิภัทร์ เพชรมงคลจรัส และ ธนัสนี เพียรตระกูล. “การให้ค่าน้ำหนักบนคุณลักษณะที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลของผู้หลอกลวงขายสินค้าออนไลน์,” *การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 (NCCIT 2014)*, หน้า 522-527, 2014.

[2] ณัฏฐา ห่อประทุม. “การประยุกต์ใช้การแบ่งกลุ่มแบบเบเซียนกับการอนุมัติสินเชื่อเบื้องต้น,” *สารนิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 2547.

[3] T. Kasemsrithanawat and T. Phienthrakul, “Sentiment Classification using Bayes' Classifier and Feature Selection with Relief Algorithm,” *National Conference on Computer Information Technologies (CIT 2011)*, NakornPathom, Thailand, 2011.

[4] B. Pang, L. Lee and S. Vaithyanathan, “Thumbs up? Sentiment Classification using Machine Learning Techniques,” *Proceedings of the ACL-02 conference on Empirical methods in natural language processing*, vol. 10, 2002.

[5] P.D. Turney, “Thumbs Up or Thumbs Down? Semantic Orientation Applied to Unsupervised Classification of Reviews,” *Proceedings of the 40th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, 2002.

[6] S. Tan and J. Zhang, “An empirical study of sentiment analysis for Chinese documents,” *Expert Systems with Application*, vol. 34, pp.2622-2629, 2008.

[7] T.M. Mitchell, *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.

[8] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, *LexTo:เล็กซ์โต-โปรแกรมตัดคำสำหรับข้อความภาษาไทย*, http://www.sansarn.com/lexto/

การปรับแต่งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์ ด้วยการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้น

A Modification of Multi-Objective Optimization Genetic Algorithm with Initial Population Partition

พฤฒิพงศ์ เพ็งศิริ(Prudtipong Pengsiri)[1] สุนันทา สดสี(Sunantha Sodsee)[2] และพยุง มีสัจ(Phayung Meesad)[3]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย [3]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]prudtipong.p@hotmail.com, [2]sunanthas@kmutnb.ac.th, [3]pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีใหม่ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์ด้วยการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้นเรียกว่า PIMOGA (Partition of Initial population for Multi-objective Genetic Algorithm) ซึ่งเป็นการประยุกต์ขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-Means เพื่อแบ่งกลุ่มย่อยของประชากรเริ่มต้น โดยมุ่งเน้นถึงประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบแบบกว้าง (Global Solution) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการประเมินโดยพิจารณาการวัดสมรรถนะในรูปแบบต่างๆ คือ ค่าระยะห่างการลู่เข้า (Convergence Distance) ค่าการกระจายของกลุ่มคำตอบ (Pareto Spread) และจำนวนการเกิดรุ่นครั้งสุดท้าย (Terminated Generation) ด้วยการใช้เกณฑ์ทดสอบฟังก์ชันมาตรฐานทั้งแบบ Convex และ Nonconvex เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนของ MOGA ซึ่งพบว่า PIMOGA สามารถค้นหาชุดคำตอบของการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว โดยค่าระยะห่างการลู่เข้า และค่าการกระจายของกลุ่มคำตอบนั้นมีค่าน้อยกว่า MOGA ยกเว้นปัญหาสมการ Murata เท่านั้น

คำสำคัญ: ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้น

Abstract

This paper proposes a new Multi-Objective Genetic Algorithm (MOGA), which is called a Partition of Initial Population for Multi-Objective Genetic Algorithm (PIMOGA). It applies a clustering algorithm, which is K-Means clustering algorithm, for partition an initial population into small groups aiming to achieve global solutions efficiently. This proposed work is, however, evaluated by considering theses following measurements: convergence distance, pareto spread and terminated generation with several convex and nonconvex benchmark functions. To show its efficiency, the work compared its results to MOGA. They showed that PIMOGA found the set of optimal solutions very fast. Its convergence distance and pareto spread were also smaller than MOGA, except only the Murata's problem.

Keywords: Optimization Problems, Multi-Objectives Genetic Algorithm, Clustering Algorithms, Initial Population Part Partition.

1. บทนำ

ในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสม (Optimization Problem) เพื่อแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์นั้นจำเป็นต้องได้คำตอบซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขปัญหาสมการ โดยเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และมีวิธีหนึ่งในการค้นหาคำตอบจากปัญหาเหล่านั้นคือขั้นตอน

วิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์หรือเรียกว่า Multi-Objective Genetic Algorithm (MOGA) [1] แต่อย่างไรก็ตามการเริ่มกระบวนการของ MOGA ยังเป็นวิธีการสุ่มค่าประชากรหรือยีนส์ในโครโมโซม ซึ่งเป็นตามขอบเขตของ Constrain ที่ถูกระบุไว้โดยประชากรเหล่านั้นส่งผลทำให้ชุดคำตอบที่เกิดควาครอบงำ และอาจไม่มีความใกล้เคียงกับคำตอบจริงทำให้ต้องใช้จำนวรอบในการทำงานมีปริมาณมากจึงเกิดความล่าช้าในการค้นหาคำตอบ

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยซึ่งได้ทำการศึกษากระบวนการ MOGA และปรับปรุงพัฒนาเป็นกระบวนการขึ้นมาใหม่อยู่ในกระบวน

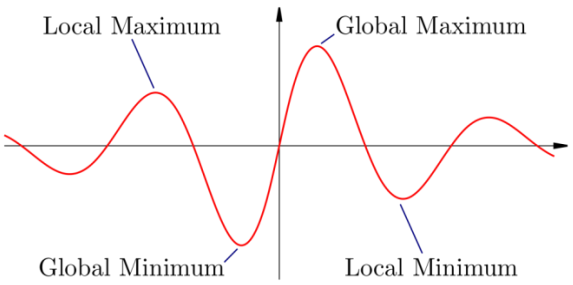
การของ Initial Population ในการแบ่งกลุ่มประชากรด้วยวิธีการแบ่งแบบ K-Means เป็นกระบวนการแรกก่อนเข้าสู่ MOGA จึงเรียกกระบวนการนี้ว่า ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุ ประสงค์ด้วยการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้น (Partition of Initial Population for Multi-objective Genetic Algorithm; PIMOGA) ในการปรับปรุงกระบวนการนี้ ทำให้การค้นหาคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่แท้จริงมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะการพิจารณาไว้ 3 ส่วนคือ ค่า Convergence Distance, ค่า Pareto Spread และการเกิดจำนวนของรุ่นครั้งสุดท้าย (Terminated Generation)

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1. ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization problem)

การหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) เป็นวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาภายใต้เงื่อนไข หรือข้อจำกัดที่กำหนดขึ้น การหาค่าเหมาะสมที่สุดถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหาในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์ การวิจัยการดำเนินงาน ซึ่งมีวิธีการทางคณิตศาสตร์มากมายที่สามารถประยุกต์ ใช้เพื่อหาจุดที่ดีที่สุด การหาจุดที่ดีที่สุด (Optimization or Mathematical Programming) [2] ก็คือ “การหาค่า **x** ซึ่งทำให้ $f(\mathbf{x})$ มีค่าต่ำสุดหรือสูงสุด”

การหาจุดที่ดีที่สุด (Global Optimum) เป็นการแก้ปัญหาที่ยากมาก สามารถทำการแก้ปัญหานี้ได้ 3 ทางด้วยกันคือ 1) เขียนเป็นกราฟ 2) ทำการสุ่มค่าเริ่มแรกให้หลากหลาย และใช้ค่าที่ดีสุดของกลุ่มเป็นจุดที่ดีที่สุด 3) กำหนดจุดเริ่มแรกให้มีความสัมพันธ์กับจุดที่สุดแบบ บริเวณแคบและดูว่าผลลัพธ์ดีขึ้นหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ลักษณะการหาค่าเหมาะสมเชิงเส้นเป็นการหาค่า Maximize และ Minimize [3]

2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ในการค้นหาคำตอบเป็นขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm; EA) [4] เป็นการคำนวณอย่างหนึ่งที่สามารถกล่าวได้ว่ามี “วิวัฒนาการ” และหนึ่งในกระบวนการที่เป็นสมาชิกของ EA คือขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm; GA) [5], [6] โดยใช้หลักการคัดเลือกแบบธรรมชาติและหลักการทางสายพันธุ์อยู่ในขั้นตอนของการค้นหาคำตอบ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ยอมรับในประสิทธิภาพและมีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด ลักษณะการทำงานของการค้นหาคำตอบแบบขั้นตอนเชิงฮิวริสติก (Heu-ristic) ในเรื่องการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแรงที่สุดเริ่มต้น GA จึงเรียกขั้นตอนนี้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการหาค่าเหมาะที่สุดวัตถุประสงค์เดียว (Single-objective Optimization Genetic Algorithm; SOGA) โดยมีกระบวนการพื้นฐานการทำงานตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: พิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากกลุ่มของคำตอบหรือประชากร (Population) [7] ของคำตอบแต่ละคำตอบจะมีคุณลักษณะเฉพาะตัวซึ่งแสดงอยู่ในรูปของโครโมโซม (Chromosome) หรือในรูปจีโนม (Genome) รูปแบบที่ง่ายที่สุดคือการกำหนดให้โครโมโซมอยู่ในรูปของตัวแปรแบบสตริง (String of Variables)

ขั้นตอนที่ 2: ทำการถอดรหัสของโครโมโซมทั้งหมดในกลุ่มประชากรเพื่อที่จะได้กลุ่มคำตอบของปัญหาที่พิจารณา

ขั้นตอนที่ 3: หลังจากได้คำตอบที่จากการถอดรหัส ทำการหาค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของแต่ละคำตอบในกลุ่มประชากรทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 4: ทำการคำนวณค่าความแข็งแรงของแต่ละคำตอบโดยใช้ค่าวัตถุประสงค์ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5: เลือกกลุ่มประชากรรุ่นพ่อแม่จากกลุ่มประชา- กรรุ่นปัจจุบัน โดยในการเลือกนั้นจะใช้ค่าความแข็งแรงเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะเลือกคำตอบใดจากประชากรปัจจุบันนี้

ขั้นตอนที่ 6: ทำการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรรุ่นพ่อแม่โดยใช้ตัวดำเนินการพันธุกรรม ซึ่งก็คือ การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) กลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ ขั้นตอนที่ 2 จนกระทั่งคำตอบลู่เข้า หรือจนกระทั่ง

ครบจำนวนการทำซ้ำที่กำหนด โดย 1 รอบของขั้นตอนที่ 2 ถึง 6 ก็คือ 1 รุ่น (Generation) ของการหาคำตอบด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คำตอบดีที่สุดของประชากรรุ่นสุดท้ายก็คือผลลัพธ์ของ GA

2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์

หลังจากขั้นตอน SOGA ได้มีการดัดแปลงใช้แก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสำหรับปัญหาที่มีวัตถุประสงค์หลายอย่าง (Multi-Objective Optimization Problem; MOOP) [8] ซึ่งจะมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เพื่อทำให้น้อยที่สุดหรือมากที่สุดจำนวนหนึ่ง โดย GA สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดจะเรียกว่า ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Genetic Algorithm; MOGA) ทำให้ปัญหาการออกแบบที่มีหลายวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย m วัตถุประสงค์ และตัวแปรตัดสินใจ เขียนอยู่ในรูปทั่วไปดังสมการที่ (1)

$$Minimize(or\ Maximize) : \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)\} \quad (1)$$

เมื่อ x คือ เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจ $f_i(x)$ คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ i เมื่อ $i = 1,2,\dots,m$ ดังนั้นรูปแบบปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์จะเป็นการค้นหาเวกเตอร์คำตอบ x ภายใต้ m ซึ่งทำให้ได้คำตอบในพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้ หรือไม่มีคำตอบใดที่สามารถครอบงำชุดคำตอบ (Non-dominated Solution Set) นี้ได้ จะเรียกว่าคำตอบนี้เป็นกลุ่มคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Pareto Optimal Set)

2.4 หลักการหาคำตอบแบบหลายวัตถุประสงค์

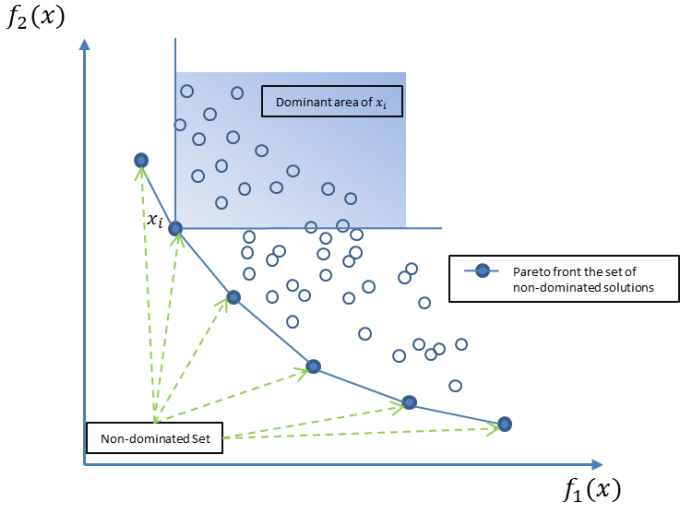
หลายปัญหาในโลกแห่งความจริงจะเป็นปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ และแต่ละวัตถุประสงค์มักจะมีความขัดแย้งกันอยู่ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะที่ต้องการคำตอบหลายคำตอบแต่ละคำตอบ ซึ่งรูปแบบคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหานั้น จะมีลักษณะพิเศษ คือ เป็นกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด โดยที่คำตอบแต่ละคำตอบนั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา และไม่มีคำตอบอื่นครอบงำ (Non-dominated Solution) เลย หรือที่เรียกว่า ใช้หลักการวิวัฒน์บนพื้นฐานของพาเรโต (Pareto-based method) [9],[10] คือ ในแต่ละรอบการคำนวณ (Generation) ขณะที่ชุดประชากรใหม่ถูกสร้างขึ้น เซตผลเฉลยที่ไม่ถูกครอบงำจะถูกจัดกลุ่มระหว่างจำนวนสมาชิกของประชากรนั้นๆ (หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า *"ผลเฉลยพาเรโตเฉพาะที่"* (Local Pareto Solutions) หลังจากนั้นจะถูกนำไปดำเนินการในรอบการคำนวณครั้งต่อไปจนกระทั่งลู่เข้าหาคำตอบ (Convergence) กลุ่มคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Pareto Optimal Solution) และเรียกสมาชิกคำตอบทุกคำตอบที่อยู่ในกลุ่มคำตอบที่เหมาะสมที่สุดว่า เซตกลุ่มคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Pareto Optimal Set) หรือเซตคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำจากทุกคำตอบ (Non-dominated Set) ดังแสดงในภาพที่ 3 ในงานวิจัยของ Fonseca และ Fleming [1] ได้ให้คำนิยามของ การครอบงำแบบพาเรโต (Pareto Dominance) และคำตอบที่ เหมาะที่สุดแบบพาเรโต (Pareto Optimality) ไว้ดังนี้

นิยาม 1 : การครอบงำแบบพาเรโต ให้เวกเตอร์คำตอบวัตถุประสงค์ $u = (u_1,\dots,u_n)$ ซึ่งครอบงำ $v = (v_1,\dots,v_n)$ เป็นคำตอบที่หาได้ ก็ต่อเมื่อถ้า u น้อยกว่า v บางส่วน คือคำตอบวัตถุประสงค์ต้องการหาค่าเป็น Minimize แต่ถ้าหาค่าเป็น Maximize ก็เป็นคำตอบวัตถุประสงค์จะมีค่าตรงข้ามกัน โดยที่ n เป็นจำนวนคำตอบของ u และ v ดังสมการที่ (2)

$$\forall_n \in \{1,\dots,n\}, u_n \le v_n \wedge \exists_n \in \{1,\dots,n\} \quad (2)$$

นิยามเกี่ยวกับการครอบงำดูจากค่าของจุดประสงค์เวกเตอร์ u ครอบงำเวกเตอร์ v ก็ต่อเมื่อในแต่ละจุดประสงค์ ค่าของ u ดีกว่าหรือเท่ากับค่าของ v และ อย่างน้อยหนึ่งกรณีที่ค่าของ u มีค่าดีกว่า v

นิยาม 2 : คำตอบเหมาะที่สุดแบบพาเรโตโซลูชัน $x_u \in [a,b]$ เป็นคำตอบเหมาะที่สุดแบบพาเรโต ถ้าไม่สามารถหาคำตอบ $x_v \in [a,b]$ ซึ่ง $v = f(x_v)$ ครอบงำ $u = f(x_u)$



ภาพที่ 3: ตัวอย่างเซตของผลเฉลยที่ไม่ถูกครอบงำของปัญหา

2.5 การวัดสมรรถนะของกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด

ในด้านการวัดประสิทธิภาพของเทคนิคต่างๆ [11] ที่นำใช้ใน การแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ จะทำโดยการวัดสมรรถนะของกลุ่มคำตอบที่หาได้

2.5.1 การวัดสมรรถนะของคำตอบด้านระยะการลู่เข้าสู่กลุ่มคำตอบที่แท้จริง (Convergence Distance Measurement) [12] เป็นตัวชี้วัดการลู่เข้าของกลุ่มคำตอบโดย เปรียบเทียบระยะทางจากสมาชิกของกลุ่มคำตอบทุกคำตอบดังสมการที่ (3) คือค่าเฉลี่ยระยะห่างภายใต้คำตอบที่หาได้ และ (4) คือระยะห่างระหว่างคำตอบที่หาได้ (Obtained Solution Set) กับกลุ่มคำตอบที่แท้จริง (True Pareto Set)

$$convergence\ distance(A) = \frac{\sum_{i=1}^{|A^*|} dt_i}{|A^*|} \quad (3)$$

$$dt_i = min_{j=1}^{|A^*|} \sqrt{\sum_{k=1}^{k} \left[\frac{f_k(x) - f_k(y)}{f_k^{max} - f_k^{min}}\right]^2} \quad (4)$$

เมื่อ *convergence distance(A)* คือ ตัวชี้วัดระยะห่างการลู่เข้าของกลุ่มคำตอบที่แท้จริง, A^*คือ เซตคำตอบที่แท้จริง, k คือ จำนวนฟังก์ชันวัตถุประสงค์, $|A^*|$คือ จำนวนคำตอบที่แท้จริงในเซต A, $f_k(y)$ คือ ฟังก์ชันคำตอบที่แท้จริงตามจำนวนวัตถุประสงค์, $f_k(x)$ คือ ฟังก์ชันคำตอบที่หาได้ตามจำนวนวัตถุประสงค์, f_k^{min} คือ ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ k ที่มีค่าน้อยที่สุด, f_k^{max} คือ ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ k ที่มีค่ามากที่สุด, dt_iคือ ระยะห่างระหว่างคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำ i จากขอบของกลุ่มคำตอบที่แท้จริง (y) และโซลูชั่นที่ได้ (x)

ถ้าค่าสมรรถนะชนิดนี้มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ถือว่ากลุ่มคำตอบที่หาได้ตามขั้นตอนวิธีนั้น เป็นกลุ่มคำตอบที่ลู่เข้าใกล้กลุ่มคำตอบที่แท้จริง

2.5.2 การวัดสมรรถนะของคำตอบด้านการกระจายของกลุ่มคำตอบที่หาได้ (Pareto Spread Measurement) [12] เป็นตัวชี้วัดที่บอกการกระจายของกลุ่มคำตอบดังสมการที่ (5) และ (6)

$$Pareto\ spread(A) = \frac{sd_f + sd_l + \sum_{i=1}^{|A|-1} \|sd_i - \overline{sd}\|}{sd_f + sd_i + (|A|-1)\overline{sd}} \quad (5)$$

$$sd_i = \sqrt{\sum_{k=1}^{m} \left[\frac{f_k(x_i) - f_k(x_{i+1})}{f_k^{max} - f_k^{min}}\right]^2} \quad (6)$$

เมื่อ $Pareto\ spread(A)$ คือ ตัวชี้วัดที่บอกการกระจายของกลุ่มคำตอบ, sd_f และ sd_l คือ ระยะห่างของคำตอบปลายสุดทั้งสองด้านของเส้นขอบเขตกลุ่มคำตอบที่หาได้, sd_i คือ ระยะห่างของคำตอบที่อยู่ต่อเนื่องกันในเซตคำตอบที่ดีที่สุดที่หาได้โดยที่ $i = \{1, \dots, |A^*|\}$, $|A|$ คือ จำนวนคำตอบที่หาได้, $\overline{sd}$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทาง sd_i

ถ้าค่าสมรรถนะชนิดนี้ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ถือว่ากลุ่มคำตอบขั้นตอนวิธีนั้นจะมีคำตอบที่มีลักษณะการกระจายที่มีลักษณะสม่ำเสมอตลอดเส้นขอบเขตของกลุ่มคำตอบที่ดีที่สุด

2.5.3 การวัดสมรรถนะการเกิดรุ่นครั้งสุดท้าย (Terminated Generation) เป็นตัวชี้วัดในการค้นหาคำตอบที่หาได้ในจำนวนการเกิดรุ่นครั้งท้ายสุด ถ้าการวัดสมรรถนะชนิดนี้มีค่าจำนวน Terminated Generation น้อยแสดงว่าค้นหาคำตอบได้เร็วและมีประสิทธิภาพ

2.6 การจัดกลุ่มแบบ K-means Clustering

K-means [13] คือ หนึ่งในอัลกอริทึมเทคนิคการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอนที่ง่ายที่สุด (Unsupervised Learning) เพราะเป็นการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มที่รู้จักกันทั่วไป โดยอัลกอริทึม K-Means จะตัดแบ่ง (Partition) วัตถุออกเป็น K กลุ่ม โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน โดยมีขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มดังนี้

1) กำหนดจำนวนกลุ่ม K กลุ่ม และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจำนวน K จุด

2) นำวัตถุทั้งหมดจัดเข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางที่อยู่ใกล้วัตถุนั้นมากที่สุด โดยคำนวณจากการวัดระยะห่างระหว่างจุดที่น้อยที่สุด

3) คำนวณจุดศูนย์กลาง K จุดใหม่ โดยหาจากค่าเฉลี่ยทุกวัตถุที่อยู่ในกลุ่ม

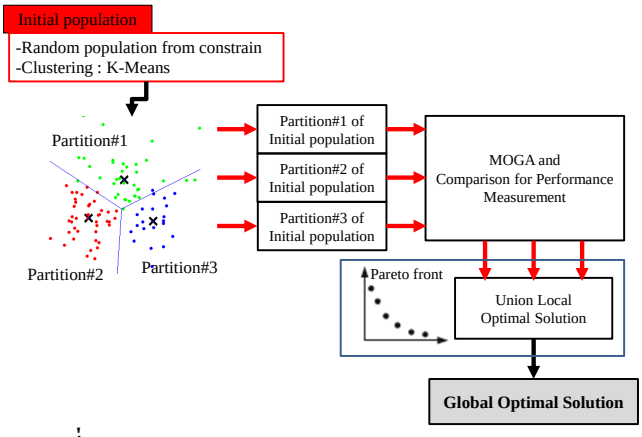
4) ทำซ้ำในข้อ 2) จนกระทั่งจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลง

การจัดกลุ่มโดยพยายามให้สิ่งที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด (Minimize Intra-Cluster Distances) และพยายามให้แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันมากที่สุด (Maximize Inter-Cluster Distances)

3. ขั้นตอนการทดลองกรอบแนวคิดด้วยวิธี PIMOGA

กระบวนการในการปรับปรุงขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์โดยใช้มีการแบ่งประชากรก่อนเริ่มและการแบ่งกลุ่มประชากรด้วยวิธี K-Means Clustering โดยทดลองได้ยกตัวอย่างการแบ่งกลุ่มไว้ 3 กลุ่มในประชากรเริ่มต้น เพื่อให้สามารถแสดงผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน จึงขอแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนของการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุด จึงเรียกวิธีนี้ว่า ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

แบบหลายวัตถุประสงค์ด้วยการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้น (Partition of Initial Population for Multi-Objective Genetic Algorithm; PIMOGA) โดยมีกระบวนการดังแสดงไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: Partition of Initial population for Multi-objective Genetic Algorithm (PIMOGA)

การทดลองได้ใช้ PIMOGA กับรูปแบบปัญหาสมการที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยม 4 รูปแบบ [8] และกำหนดค่า Minimize และ Constrain ไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สมการปัญหาที่ใช้ในการทดลอง

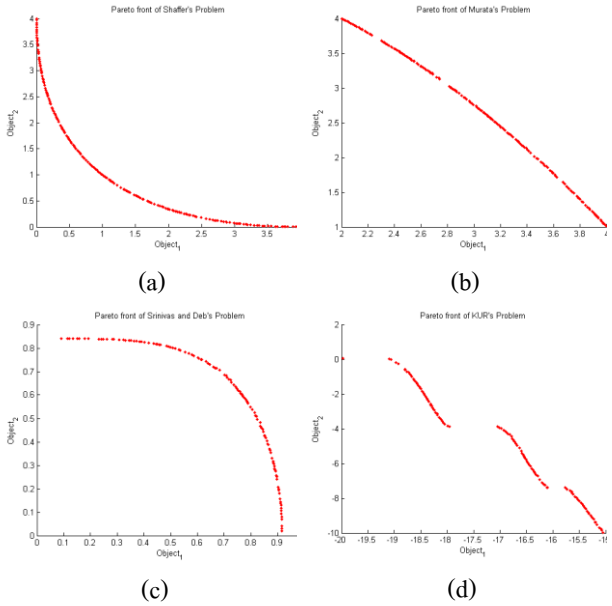
Problem	Object function	Const.	Re-mark
Shaffer	$f_1 = x^2$ $f_2 = (x-2)^2$	x $\in [0, 20]$	Convex
Murata	$f_1 = 2\sqrt{x_1}$ $f_2 = x_1(1-x_2)+5$	x_1 $\in [1, 4]$ x_2 $\in [1, 2]$	Convex
Srinivas & Deb	$f_1(x,y) = (x^2+y^2)^{1/8}$ $f_2(x,y) = ((x-0.5)^2 + (y-0.5)^2)^{1/4}$	$x = y$ $\in [-5, 10]$	Convex
KUR [14]	$f_1(x) = \sum_{i=1}^{n-1}(-10exp(-0.2\sqrt{x_i^2 + x_{i+1}^2}))$ $f_2(x) = \sum_{i=1}^{n}(\lvert x_i\rvert^{0.8} + 5\sin x_i^3)$	x_i $\in [-5, 5]$	Non-convex

4. ผลการทดลอง

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดลอง PIMOGA ไว้ในตารางที่ 2 และการทดลอง PIMOGA ด้วยปัญหาสมการทั้ง 4 รูปแบบและเปรียบเทียบกับ MOGA ได้ผลลัพธ์แสดงรูปกราฟ Pareto front ดังภาพที่ 5

ตารางที่ 2: พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

Parameter	Value
Population size	100
Maximum Number of Generation	200
Crossover probability	0.5
Mutation probability	0.01



ภาพที่ 5: Pareto front ของปัญหาแต่ละสมการ (a) Shaffer, (b)Murata, (c) Srinivas and Deb และ (d) KUR ด้วย PIMOGA

ตารางที่ 3: ค่าผลลัพธ์ของฟังก์ชันและค่าคำตอบของโซลูชั่น

Problem	Function Values	Optimal Solution
Shaffer	$[0, 4]$	$x \in [0, 2]$
Murata	$[1, 4]$	$x_1 \in [1, 4]$ $x_2 \in [1, 2]$
Srinivas & Deb	$[0, 1]$	$x \in [-3, 5]$ $y \in [0, 1]$
KUR	$[-20, 1]$	$x_i \in [-1, 1]$

ตารางที่ 4: ผลการเปรียบเทียบการทดลอง

Problem	Performance Measure	MOGA	PIMOGA
Shaffer	Convergence Distance	0.0198274	0.00854748
	Pareto Spread	0.175315	0.0807251
	Terminated Generation	200	142
Murata	Convergence Distance	0.007397	0.00686308
	Pareto Spread	0.10781	0.117972
	Terminated Generation	200	148
Srinivas & Deb	Convergence Distance	0.0104297	0.00822491
	Pareto Spread	0.121629	0.104202
	Terminated Generation	180	126
KUR	Convergence Distance	0.014596	0.013892
	Pareto Spread	0.140766	0.129873
	Terminated Generation	174	134

การทดลอง PIMOGA โดยใช้ปัญหาสมการทั้ง 4 รูปแบบ พบว่าสามารถค้นหาผลลัพธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และได้ค่าคำตอบของโซลูชั่น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษามา ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการทดลองพบว่าเมื่อผ่านกระบวนการ PIMOGA และ MOGA ซึ่งกราฟ Pareto front ของแต่ละปัญหาสมการแสดงให้เห็นถึงการค้นหาคำตอบทั้ง 4 สมการ โดยที่เป็นแบบ Convex และ Nonconvex ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 นั้น PIMOGA สามารถหาคำตอบใน Pareto front มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบจริงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากค่า Convergence Distance ที่มีค่าลู่เข้าหาศูนย์และมีค่าน้อยกว่า MOGA จึงทำให้ค้นหาคำตอบได้ดีกว่าแบบ MOGA ส่วนการกระจายของคำตอบหรือค่า Pareto Spread ที่มีค่าน้อยกว่า MOGA ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกระจายคำตอบอย่างสม่ำเสมอบนขอบเขตของ Pareto front เช่นเดียวกันนั้นจำนวนการ Terminal Generation ซึ่งการเกิดรุ่นครั้งสุดท้ายมีจำนวนน้อยกว่า MOGA ดังนั้น PIMOGA จึงมีความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหา Optimal Solution ได้ดีกว่า MOGA ยกเว้นค่า Pareto Spread ในปัญหาสมการ Murata ของ MOGA นั้นจะเห็นได้ว่ามีการกระจายตัวของคำตอบที่หาได้สม่ำเสมอดีกว่า แต่มีความแตกต่างไม่มากเมื่อเทียบกับ PIMOGA เพียง 0.010162

5. สรุปและงานในอนาคต

บทความวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นการปรับแต่งกระบวนการพื้นฐานของ MOGA โดยเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการแบ่งกลุ่มประชากรเริ่มต้น (PIMOGA) โดยทดลองกับสมการ Convex และ Nonconvex ซึ่งได้พิจารณาจากค่าระยะห่างการลู่เข้า, ค่าการกระจายคำตอบ และจำนวนการเกิดรุ่นครั้งสุดท้าย ซึ่งพบว่าในการแบ่งประชากรก่อนเริ่มกระบวนการ MOGA นั้นสามารถแบ่งภาระการทำงานที่อยู่ในกระบวนการค้นหาคำตอบลดลงและมีเวลาน้อยลงมีผลให้การค้นหาคำตอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

งานในอนาคตจะมีวิจัยเกี่ยวกับการปรับแต่งกระบวนการของ PIMOGA เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบแบบ Global Optimal Solution

6. เอกสารอ้างอิง

[1] C. M. Fonseca and P. J. Fleming, “Multiobjective optimization and multiple constraint handling with evolutionary algorithms. I. A unified formulation,” *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part Syst. Hum.*, vol. 28, no. 1, pp. 26–37, Jan. 1998.

[2] K. Sakakibara, T. Matsumoto, I. Taniguchi, and H. Tamaki, “Optimization of design of decentralized energy networks by mathematical programming techniques,” in *15th International Symposium on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS), 2014 Joint 7th International Conference on and Advanced Intelligent Systems (ISIS)*, 2014, pp. 359–364.

[3] Inductiveload, *A diagram showing local and global extrema on the graph of*. 2007.

[4] G. S. Hornby and J. B. Pollack, “Creating High-Level Components with a Generative Representation for Body-Brain Evolution,” *Artif. Life*, vol. 8, no. 3, pp. 223–246, Jul. 2002.

[5] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, 1st ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.

[6] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, “การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ด้วยขั้นตอนวิธีด้านวิวัฒนาการ,” วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, vol. 2555, no. 2, pp. 73–80.

[7] B. Kazimipour, X. Li, and A. K. Qin, “A review of population initialization techniques for evolutionary algorithms,” in *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2014, pp. 2585–2592.

[8] S. Sodsee, “A multi-objective bisexual reproduction genetic algorithm for computer network design /Sunantha Sodsee.” [Online]. Available: http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?book_id=166627. [Accessed: 19-Apr-2015].

[9] H. . Abbass, R. Sarker, and C. Newton, “PDE: a Pareto-frontier differential evolution approach for multi-objective optimization problems,” in *Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation, 2001*, 2001, vol. 2, pp. 971–978 vol. 2.

[10] J. Knowles and D. Corne, “The Pareto archived evolution strategy: a new baseline algorithm for Pareto multiobjective optimisation,” in *Proceedings of the 1999 Congress on Evolutionary Computation, 1999. CEC 99*, 1999, vol. 1, p. -105 Vol. 1.

[11] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, “การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีเดออสมีมีติกแบบหลายวัตถุประสงค์,” วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, vol. 2555, no. 8, pp. 54–61.

[12] R. Kumar and P. K. Singh, “Pareto Evolutionary Algorithm Hybridized with Local Search for Biobjective TSP,” in *Hybrid Evolutionary Algorithms*, A. Abraham, D. C. Grosan, and P. H. Ishibuchi, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 361–398.

[13] “Sapao Knowledge: Cluster K-means,” *Sapao Knowledge*. .

[14] F. Kursawe, “A Variant of Evolution Strategies for Vector Optimization,” in *Proceedings of the 1st Workshop on Parallel Problem Solving from Nature*, London, UK, UK, 1991, pp. 193–197.

algorithms," in *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2014, pp. 2585–2592.

[8] S. Sodsee, "A multi-objective bisexual reproduction genetic algorithm for computer network design /Sunantha Sodsee." [Online]. Available: http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?book_id=166627. [Accessed: 19-Apr-2015].

[9] H. . Abbass, R. Sarker, and C. Newton, "PDE: a Pareto-frontier differential evolution approach for multi-objective optimization problems," in *Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation, 2001.*, 2001, vol. 2, pp. 971–978 vol. 2.

[10] J. Knowles and D. Corne, "The Pareto archived evolution strategy: a new baseline algorithm for Pareto multiobjective optimisation," in *Proceedings of the 1999 Congress on Evolutionary Computation, 1999. CEC 99*, 1999, vol. 1, p. -105 Vol. 1.

[11] ภรัณยา อำมฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, "การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีเดออสมีมีติกแบบหลายวัตถุประสงค์," วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, vol. 2555, no. 8, pp. 54–61.

[12] R. Kumar and P. K. Singh, "Pareto Evolutionary Algorithm Hybridized with Local Search for Biobjective TSP," in *Hybrid Evolutionary Algorithms*, A. Abraham, D. C. Grosan, and P. H. Ishibuchi, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 361–398.

[13] "Sapao Knowledge: Cluster K-means," *Sapao Knowledge*. .

[14] F. Kursawe, "A Variant of Evolution Strategies for Vector Optimization," in *Proceedings of the 1st Workshop on Parallel Problem Solving from Nature*, London, UK, UK, 1991, pp. 193–197.

การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานของขั้นตอนวิธีการรู้จำอักษรไทย ลาว และเลขอารบิค
A Comparative Study on Tolerance of Thai / Laos Characters and Arabic Number Recognition Algorithms

ศศกร พิเชฐจำเริญ(Sasakorn Pichetjamroen)[1] และปกรณ์ วัฒนจตุรพร(Pakorn Watanachaturaporn)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[1]Sasakorn.Pichetjamroen@gmail.com, [2]Pakorn@live.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ความมุ่งหมายหนึ่งของการรู้จำอักษรและตัวเลขคือระบบที่สามารถทำการรู้จำตัวอักษรได้แม้ว่าจะมีสัญญาณรบกวนหรือมีสภาวะแสงที่มีมากหรือน้อยเกินปกติ ระบบรู้จำอักษรและตัวเลขมักได้รับการพัฒนาเฉพาะที่ภาษาใดภาษาหนึ่ง ทั้งนี้การรวมตัวของกลุ่มประเทศ เช่น กลุ่มประเทศในประชาคมอาเซียน ทำให้เกิดความต้องการระบบรู้จำที่สามารถรู้จำอักษรของภาษาที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่น อักษรไทยและอักษรลาว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบความทนทานของขั้นตอนวิธีการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย ตัวอักษรภาษาลาว และตัวเลขอารบิค ต่อสัญญาณรบกวนเกาส์เซียนระดับต่าง ๆ กันและเมื่อมีความสว่างเปลี่ยนแปลง โดยงานวิจัยนี้ทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าร้อยละความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีสี่แบบ คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายไปข้างหน้าย้อนกลับหลายชั้น การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด การแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ และ ต้นไม้ตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการรู้จำด้วยวิธีการเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุดและวิธีการใช้กฎของเบย์มีความถูกต้องและความทนทานดีกว่าวิธีอื่นและวิธีการใช้ต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ใช้เป็นฐานสำหรับการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะของการวิจัยและพัฒนาการรู้จำของอักษรไทย อักษรลาว และตัวเลขอารบิคต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การรู้จำอักษรและตัวเลขเลข การรู้จำอักษรไทย การรู้จำอักษรลาว การรู้จำเลขอารบิค

Abstract

An aim of character and number recognition is to perform recognition while noise is presented and in various light conditions. A character and number recognition is, generally, developed for a character set of a specific language. However, the union of countries such as ASEAN community demands a system that can recognize characters from multiple languages, especially ones that are alike such as Thai and Laos characters. This research paper aims to evaluate tolerance of current algorithms for recognition Thai characters, Laos characters, and Arabic numbers under various levels of noise and various light conditions. The percent accuracy is used to assess and compares performances among the four algorithms; namely, a multi-layer feed-forward back propagation neural network, a k-nearest neighbor, a naïve Bayes, and a decision tree algorithm. Overall results show, in term of accuracy and tolerance, that k-nearest neighbor and naïve Bayes perform better than the others while decision tree shows the least accuracy and tolerance. Results of this research are useful for benchmarking with future researches and developments of Thai and Laos characters and Arabic numbers recognition.

Keywords: Character and Number Recognition, Thai Character Recognition, Laos Character Recognition, Arabic Number Recognition.

1. บทนำ

ระบบรู้จำอักษรและตัวเลขเป็นระบบที่นำมาใช้ในการรู้จำตัวอักษรทั้งจากเอกสาร ภาพถ่าย หรือสัญญาณวีดิทัศน์ ทั้งนี้งานวิจัยส่วนมากนั้นมักจะรู้จำได้ดีภายใต้สภาวะใดสภาวะหนึ่ง แต่มักจะมีความผิดพลาดเมื่อมีสัญญาณรบกวนมาก [1] หรือมีสภาวะแสงน้อยหรือมากไป [2] หรือไม่สามารถรู้จำตัวอักษรที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันได้ [3] การรู้จำตัวอักษรของภาษาที่มีความคล้ายกัน เช่น ภาษาไทยและภาษาลาว ระบบรู้จำตัวอักษรจะต้องมีความสามารถในการรู้จำได้เป็นอย่างดี โดยความสามารถในการรู้จำได้หลายภาษานี้มีประโยชน์มากในอนาคตอันใกล้ เช่น ระบบติดตามพาหนะที่มีการเดินทางเคลื่อนย้ายระหว่างประเทศในประชาคมอาเซียน (ASEAN Community หรือ AC)

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่ามีการนำเสนอระบบรู้จำตัวอักษรภาษาไทยทั้งสำหรับการรู้จำตัวอักษรจากงานเอกสาร ภาพถ่าย ป้ายทะเบียนรถยนต์ หรือสื่ออื่น ในขณะที่มีงานวิจัยระบบรู้จำตัวอักษรภาษาลาวสำหรับการรู้จำตัวอักษรจากงานเอกสารโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการรู้จำตัวอักษร [5] เท่านั้น ไม่มีจากสื่ออื่น นอกจากนั้นแล้วยังไม่มีงานวิจัยใดที่พัฒนาเพื่อการรู้จำตัวอักษรจากทั้งภาษาไทยและภาษาลาวในเวลาเดียวกัน

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบความทนทานของขั้นตอนวิธีการสำหรับการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย ตัวอักษรภาษาลาว และตัวเลขอารบิค ที่มีสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนและมีความสว่างหลากหลายระดับ โดยตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีการสี่วิธี คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายไปข้างหน้าย้อนกลับหลายชั้น (Multi-layer feed-forward back propagation Neural Network) การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor) การแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ (Naïve Bayes) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

รายละเอียดของบทความมีดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 2 นำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 การรู้จำตัวอักษรและตัวเลข ส่วนที่ 4 การเตรียมข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และการทดสอบ ส่วนที่ 5 ผลการทดลอง และสรุปในส่วนที่ 6

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนวิธีการที่ใช้ในการรู้จำตัวอักษรที่ได้รับความนิยมนั้นมีอยู่สี่ประเภท ดังต่อไปนี้ คือ โครงข่ายประสาทเทียม การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด การแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ และต้นไม้ตัดสินใจ

โครงข่ายประสาทเทียมถูกนำมาใช้ใน การรู้จำตัวอักษร [1, 2, 4, 5] โดยขั้นตอนวิธีการที่นำมาใช้เรียนรู้ที่นิยมมากคือโครงข่ายประสาทเทียบแบบแพร่กระจายไปข้างหน้าย้อนกลับหลายชั้น วิธีดังกล่าวให้ผลลัพธ์ของความถูกต้องสูง สามารถเรียนรู้ได้ดีกับข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน

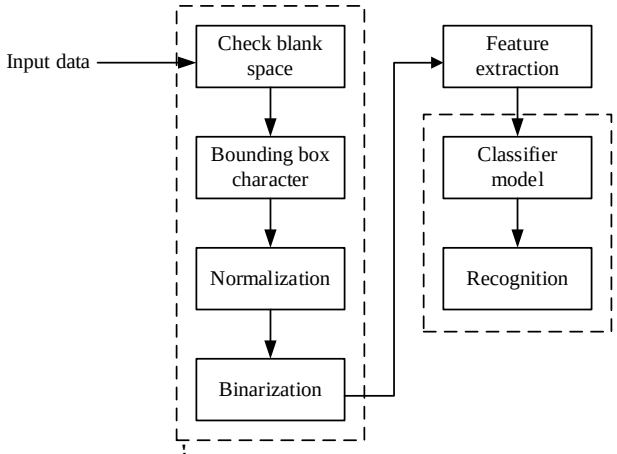
การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด หรือ K-Nearest Neighbor (KNN) เป็นแบบจำลองการจำแนกที่ง่ายที่สุดในกลุ่มวิธีแบบไม่ใช้พาราเมตริก มีรูปแบบไม่ซับซ้อนโดยมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องสองตัว คือ หาระยะทางที่ใกล้ที่สุดและจำนวนของเพื่อนบ้าน (k) การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดมีความทนทานต่อข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน และมีประสิทธิภาพดี

การรู้จำโดยใช้กฎของเบย์ (Naïve Bayes) ถูกพัฒนามาจากทฤษฎีของเบย์ ขั้นตอนวิธีนี้ขึ้นกับเงื่อนไขการประเมินความน่าจะเป็นของคลาสและค่าความน่าจะเป็นที่ทราบก่อนของคลาส [7] และการเลือกค่าความน่าจะเป็นเมื่อเกิดเหตุการณ์หลังที่สูงสุดเป็นผลลัพธ์ของคลาสการรู้จำ โดยขั้นตอนวิธีนี้มีสมมติฐานให้ทุกคุณลักษณะในคลาสเดียวกันเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน การแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการรู้จำตัวอักษร เช่น ใน [8] มีการจำแนกตัวเลขอารบิคจากลายมือ

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) จะสร้างเงื่อนไขการเลือกเส้นทางที่แต่ละโหนด และวนสร้างต้นไม้ย่อยเรื่อยไป การสร้างต้นไม้ย่อยจะหยุดเมื่อไม่มีคุณลักษณะเหลือให้แตกต้นไม้ย่อยต่อไปได้อีก ต้นไม้ตัดสินใจสามารถลดการตัดสินใจที่ซับซ้อนให้เป็นการตัดสินใจที่ง่ายขึ้น โดยทำการตัดสินใจจากบนลงล่างของต้นไม้ตัดสินใจ ตัวอย่างขั้นตอนวิธีนี้สำหรับการรู้จำตัวอักษร เช่น การรู้จำป้ายทะเบียนรถใน [9] และใน [10] การรู้จำตัวอักษรลายมือเขียนแบบออฟไลน์

3. การรู้จำตัวอักษรและตัวเลข

กระบวนการรู้จำตัวอักษรและตัวเลขสามารถแบ่งได้เป็นสี่องค์ประกอบ คือ ส่วนการประมวลผลก่อน ส่วนการสกัดคุณลักษณะสำคัญ การสร้างโมเดลการแยกประเภท และขั้นตอนการรู้จำ ดังแสดงในภาพที่ 1



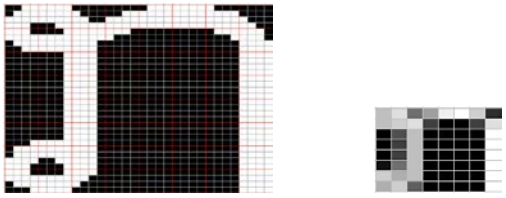
ภาพที่ 1: แสดงการทำงานรวมของระบบ

3.1 การประมวลผลก่อน (Pre-Processing)

ข้อมูลตัวอักษรที่ระบบได้รับนั้นจะได้รับการประมวลผลก่อนเริ่มดำเนินการ ประกอบด้วยสี่ขั้นตอนย่อย โดยเริ่มจากการตัดพื้นหลังของภาพทั้งสี่ด้าน กระทำโดยการพิจารณาพื้นที่พื้นหลังของตัวอักษรหรือตัวเลข โดยพื้นหลังนี้จะเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่สีดำ โดยสีดำเป็นสีที่ใช้สำหรับตัวอักษรหรือตัวเลขเท่านั้น ส่วนตัวอักษรจะเลือกออกมาดำเนินการทำนอร์มัลไลเซชัน ขั้นตอนนี้จะปรับภาพที่ได้ให้มีขนาดตามที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ภาพขนาด 32 × 32 พิกเซล จากนั้นจะส่งไปยังส่วนดำเนินการภาพสองระดับต่อไป โดยการทำภาพสองระดับจะพิจารณาระดับในการแบ่ง (Threshold) หากค่าความเข้มแสงมีระดับเกินจะกำหนดให้เป็นศูนย์ หากมีค่าต่ำกว่าจะกำหนดให้เป็นหนึ่ง

3.2 การสกัดคุณลักษณะสำคัญ (Feature Extraction)

ภาพขนาด 32 × 32 พิกเซลที่ได้จะถูกส่งไปยังกระบวนการสกัดคุณลักษณะสำคัญ โดยกระบวนการนี้จะใช้การเฉลี่ยค่าความเข้มแสงโดยจะเฉลี่ยจากกลุ่มของพิกเซลขนาด 4 × 4 ค่าเฉลี่ยของกลุ่มพิกเซลนี้จะเป็นค่าใหม่ของพิกเซล ผลลัพธ์ของกระบวนการนี้จะทำให้เหลือภาพขนาด 8 × 8 พิกเซล ซึ่งเท่ากับว่ามีจำนวนของคุณลักษณะสำคัญเท่ากับ 64 คุณลักษณะ ดังแสดงในภาพที่ 2

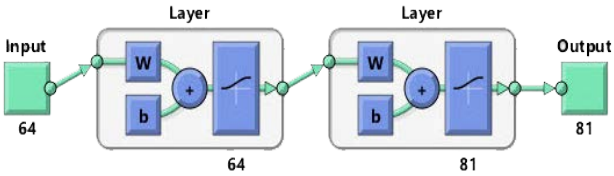


(ก) (ข)

ภาพที่ 2: (ก) แสดงการหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของพิกเซลสองระดับขนาด 32 × 32 พิกเซล และ (ข) ผลลัพธ์การหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของพิกเซลเป็นภาพระดับสีเทาขนาด 8 × 8 พิกเซล

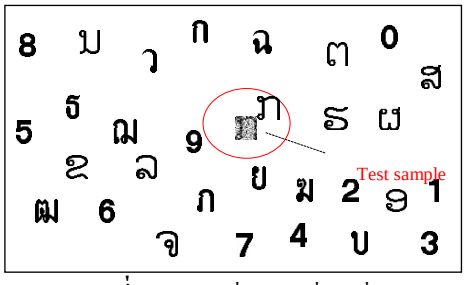
3.3 แบบจำลองการจำแนก (Classifier Model)

การสร้างแบบจำลองการจำแนกโดยใช้คุณลักษณะสำคัญมาสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 3: โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

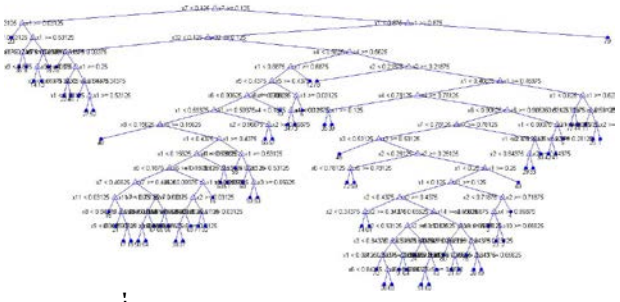
โครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่กระจายไปข้างหน้าย้อนกลับหลายชั้น โดยตัวโครงข่ายประสาทเทียมนี้จะประกอบไปด้วย อินพุท 64 อินพุท ชั้นซ่อนที่หนึ่งมี 64 นิวรอน ชั้นซ่อนที่สองมี 81 นิวรอน และเอาท์พุท 81 เอาท์พุท เพื่อใช้ในการระบุตัวอักษร ในการเคลื่อนเวกเตอร์คุณลักษณะสำคัญไปข้างหน้าของโครงข่ายประสาทเทียมใช้ฟังก์ชันการส่งผ่านแบบล็อกซิกมอลด์ (Log-Sigmoid Transfer Function) ระบบจะหยุดฝึกฝนก็ต่อเมื่อได้ค่าความผิดพลาดกำลังสองรวม (Sum-Squared Error หรือ SSE) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.001 หรือครบ 100,000 รอบการเรียนรู้



ภาพที่ 4: การหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

การหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด วิธีการนี้ขึ้นกับค่าของจำนวนเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (k) โดยกำหนดค่า k เท่ากับหนึ่ง การหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเริ่มจากการคำนวณหาระยะด้วยการหาระยะทางด้วยระยะทางแบบยุคลิด (Euclidean Distances) ระหว่างคุณลักษณะสำคัญ ข้อมูลของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยคลาส 81 คลาส แต่ละคลาสจะมีคุณลักษณะสำคัญทั้งหมด 64 คุณลักษณะ คุณลักษณะสำคัญของตัวอักษรที่นำมาทดสอบจะนำไปคำนวณหาระยะทางแบบยุคลิดกับคุณลักษณะสำคัญของตัวอักษรจากชุดฝึกฝน ระบบจะเลือกตัวอักษรที่เป็นเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุดเป็นผลลัพธ์ของการทำนาย

การรู้จำโดยใช้กฎของเบย์พัฒนามาจากทฤษฎีของเบย์ โดยตั้งสมมติฐานให้ทุกคุณลักษณะสำคัญเป็นอิสระจากกัน โดยการแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ นั้นจะขึ้นกับการประเมินความน่าจะเป็นของคลาสและค่าความน่าจะเป็นที่ทราบก่อน โดยในการจำแนกตัวอักษรนั้นผลของการทำนายจะได้มาจากคลาสที่มีค่าความน่าจะเป็นเมื่อเกิดเหตุการณ์หลังที่สูงที่สุด



ภาพที่ 5: ตัวอย่างภาพรวมโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้ตัดสินใจ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการเลือกแอทริบิวแบบดัชนีจีนี (Gini Index) โดยเลือกแอทริบิวที่มีค่าดัชนีจีนีสูงสุดไปเป็นโหนดรากและนำค่าดัชนีจีนีที่สูงสุดเป็นค่าเกณฑ์ในการแบ่งที่เหมาะสมของโหนดราก โดยที่โหนดใบไม้จะเก็บค่าคลาสไว้ ซึ่งมีทั้งหมด 81 คลาส โดยต้นไม้ตัดสินใจเริ่มสร้างขึ้นมาจากโหนดรากและแตกกิ่งออกไปยังโหนดลูกในชั้นถัดไป ทำการแตกซ้ำเป็นลำดับชั้นไป โดยกระบวนการสิ้นสุดเมื่อคุณลักษณะสำคัญของโหนดลูกเป็นกลุ่มของข้อมูลที่อยู่ในคลาสเดียวกันทั้งหมด หรือไม่มีคุณลักษณะสำคัญเหลือให้แตกต้นไม้ย่อยต่อไปได้อีก

3.4 การรู้จำ (Recognition)

ในขั้นนี้จะใช้เวกเตอร์คุณลักษณะสำคัญของตัวอักษรที่ใช้ทดสอบ 64 คุณลักษณะสำคัญต่อ 1 ตัวอักษร เข้าไปทดสอบกับขั้นตอนวิธีรู้จำทั้งสี่วิธี ผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำนั้นจะถูกนำไปประเมินหาค่าร้อยละความถูกต้องต่อไป

4. การเตรียมข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และการทดสอบ

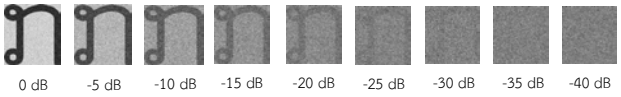
ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และการทดสอบในงานวิจัยนี้ใช้ฟอนต์ของภาษาไทยและภาษาลาวที่คล้ายกันโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างตัวอักษรสำหรับใช้ฝึกฝน

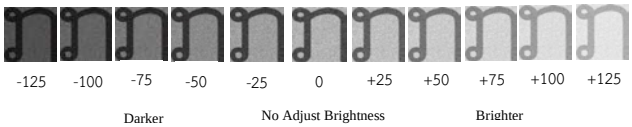
ตัวอักษรที่จะนำไปใช้ฝึกฝนนั้น เป็นตัวอักษรที่มีความสะอาดไม่มีสัญญาณรบกวน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบอักษร Phetsarath OT สำหรับตัวอักษรภาษาลาวและแบบอักษร Sarun's ThangLuang สำหรับตัวอักษรภาษาไทยและตัวเลขอารบิค รวมจำนวนของตัวอักษรที่ใช้ฝึกฝนมีทั้งหมด 81 ตัวอักษร โดยเป็นตัวอักษรภาษาไทย 44 ตัวอักษร ภาษาลาว 27 ตัวอักษรและตัวเลขอารบิค 10 ตัว โดยที่ตัวอักษรทั้งหมดจะมีพื้นหลังเป็นสีขาวและมีตัวอักษรเป็นสีดำ

2) สร้างตัวอักษรสำหรับใช้ทดสอบ

ขั้นตอนนี้ทำการสังเคราะห์ตัวอักษรที่ใช้สำหรับทดสอบให้มีสัญญาณรบกวนเกาเซียนส์ที่มีค่า SNR ที่ระดับต่าง ๆ และทำการปรับค่าความสว่างให้มากขึ้น น้อยลง และความสว่างปกติ



ภาพที่ 6: ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างสัญญาณรบกวนเกาเซียนส์



ภาพที่ 7: ตัวอย่างภาพผลลัพธ์จากการปรับความสว่างตัวอักษรที่มีสัญญาณรบกวนเกาเซียนส์ SNR ที่ -5 dB

งานวิจัยนี้สร้างสัญญาณรบกวนเกาเซียนส์ที่ปริมาณ 0, -5, -10, -15, -20, -25, -30, -35 และ -40 dB ผสมในภาพตัวอักษรสะอาด สำหรับการทดสอบระดับความสว่างที่ต่างกันนั้น มีการปรับค่าความสว่าง 10 ระดับ จากจำนวนตัวอักษรและตัวเลขทั้งหมด 81 ตัว แต่ละตัวทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนและการปรับสว่าง และสังเคราะห์ขึ้น 10 ชุดต่อกรณีรวมเป็นข้อมูลทั้งหมด 72,900 ตัว

5. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลลัพธ์จากการทดสอบแสดงเป็นค่าร้อยละความถูกต้องของการรู้จำชุดตัวอักษรและตัวเลขที่มีสัญญาณรบกวนและความสว่างระดับต่าง ๆ กันในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 4

ตารางที่ 1: ร้อยละความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีการแยกแยะด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (โดยย่อ)

Noise (dB)	Brightness (Level)						
	-125	-75	-25	0	+25	+75	+125
0	1.23	99.26	100.00	100.00	100.00	99.14	1.23
-5	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-10	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-15	1.23	1.23	82.72	100.00	97.16	1.23	1.23
-20	1.23	1.23	6.17	100.00	12.72	1.23	1.23
-25	1.23	1.23	1.73	96.91	1.98	1.23	1.23
-30	1.23	1.23	1.36	61.98	1.36	1.23	1.23
-35	1.23	1.23	1.23	22.59	1.60	1.23	1.23

ตารางที่ 2: ร้อยละความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีการแยกแยะด้วยเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุด (โดยย่อ)

Noise (dB)	Brightness (Level)						
	-125	-75	-25	0	+25	+75	+125
0	1.23	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1.23
-5	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-10	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-15	1.23	1.23	93.83	100.00	98.15	1.23	1.23
-20	1.23	1.23	6.42	100.00	2.47	1.23	1.23
-25	1.23	1.23	1.98	99.75	1.23	1.23	1.23
-30	1.23	1.23	1.23	94.44	1.23	1.23	1.23
-35	1.23	1.23	1.23	49.88	1.23	1.23	1.23

ตารางที่ 3: ร้อยละความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีการแยกแยะด้วยการแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์ (โดยย่อ)

Noise (dB)	Brightness (Level)						
	-125	-75	-25	0	+25	+75	+125
0	1.23	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1.23
-5	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-10	1.23	1.23	100.00	100.00	100.00	1.23	1.23
-15	1.23	1.23	93.83	100.00	98.27	1.23	1.23
-20	1.23	1.23	6.42	100.00	2.84	1.23	1.23
-25	1.23	1.23	1.98	99.75	1.23	1.23	1.23
-30	1.23	1.23	1.23	94.44	1.23	1.23	1.23
-35	1.23	1.23	1.23	50.37	1.23	1.23	1.23

ตารางที่ 4: ร้อยละความถูกต้องของการรู้จำของขั้นตอนวิธีการแยกแยะด้วยต้นไม้ตัดสินใจ (โดยย่อ)

Noise (dB)	Brightness (Level)						
	-125	-75	-25	0	+25	+75	+125
0	1.23	11.85	45.80	89.63	59.14	14.69	1.23
-5	1.23	1.23	37.16	79.51	48.27	1.23	1.23
-10	1.23	1.23	23.33	69.38	35.06	1.23	1.23
-15	1.23	1.23	2.22	57.53	12.84	1.23	1.23
-20	1.23	1.23	1.23	31.73	3.70	1.23	1.23
-25	1.23	1.23	1.23	11.98	2.47	1.23	1.23
-30	1.23	1.23	1.23	4.69	1.98	1.23	1.23
-35	1.23	1.23	1.23	1.85	1.60	1.23	1.23

ผลการทดสอบที่ได้จากตารางที่ 1 พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมที่ความสว่างปกตินั้นสามารถทนต่อสัญญาณรบกวนและยังสามารถรู้จำตัวอักษรและตัวเลขที่ระดับสัญญาณรบกวน -25 dB โดยมีร้อยละความถูกต้องอยู่ที่ 96.91 สำหรับภาพตัวอักษรที่มีค่าความสว่างลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากปกติ โครงข่ายประสาทเทียมสามารถรู้จำตัวอักษรและตัวเลขที่ -/+ 25 ระดับ โดยมีสัญญาณรบกวนได้ถึง -15 dB ที่ร้อยละความถูกต้องที่ 82.72 และ 97.16 แต่เมื่อมีค่าความสว่างมีค่า -/+ 75 ระดับจากระดับปกติและมีสัญญาณรบกวนต่ำ (0 dB) ค่าร้อยละความถูกต้องจะอยู่ที่ 99.26 และ 99.14 โดยระบบไม่สามารถทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูงกว่านี้ได้

ผลการทดลองจากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุดในการรู้จำ ระบบสามารถรู้จำที่ความสว่างปกติได้จนถึงเมื่อระดับสัญญาณรบกวนถึง -30 dB โดยมีค่าร้อยละความถูกต้องที่ 94.44 เมื่อค่าความสว่างอยู่ที่ -/+ 25 ระดับ ระบบยังสามารถรู้จำได้ถึงระดับสัญญาณรบกวน -15 dB โดยมีร้อยละความถูกต้องอยู่ที่ 93.83 และ 98.15 ตามลำดับ แต่เมื่อค่าความสว่างอยู่ที่ -/+ 75 ระดับแล้ว ระบบสามารถรู้จำได้เมื่อมีสัญญาณรบกวนต่ำมาก (0 dB) เท่านั้น

ผลการทดลองที่ได้จากการแยกประเภทโดยใช้กฎของเบย์จากตารางที่ 3 พบว่า ระบบสามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้มากที่สุดที่ความสว่างปกติ โดยระบบสามารถรู้จำได้อยู่ถึงระดับสัญญาณรบกวน -30 dB โดยมีร้อยละความถูกต้องอยู่ที่ 94.44 เมื่อค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงไป -/+ 25 ระดับแล้วระบบทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้น้อยลงเหลือที่ระดับ -15dB โดยมีร้อยละความถูกต้องอยู่ที่ 93.83 และ 98.27 ตามลำดับ เมื่อค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงไป -/+ 75 ระดับแล้ว ระบบสามารถรู้จำได้เมื่อมีสัญญาณรบกวนต่ำมาก (0 dB) เท่านั้น

ผลการทดลองที่ได้จากต้นไม้ตัดสินใจจากตารางที่ 4 พบว่าระบบสามารถรู้จำตัวอักษรได้ที่ความสว่างปกติและไม่มีสัญญาณรบกวนโดยมีร้อยละความถูกต้องอยู่ที่ 89.63 แต่เมื่อระดับความสว่างเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติแล้ว ระบบไม่สามารถรู้จำได้ในค่าร้อยละความถูกต้องที่ยอมรับได้เลยทั้งในกรณีที่มีหรือไม่มีสัญญาณรบกวน แสดงว่าระบบที่ใช้วิธีการต้นไม้ตัดสินใจนี้ไม่ทนทานต่อสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงของแสงและไม่ทนทานต่อสัญญาณรบกวน

โดยสรุปจากผลการทดลองแสดงว่าที่สภาวะแสงปกติ การรู้จำโดยใช้วิธีการเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุดและวิธีการใช้กฎของเบย์ จะให้ประสิทธิภาพในการรู้จำตัวอักษรและตัวเลขที่ดีกว่าอีกสองวิธี และยังสามารถทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้ถึง

ระดับ -30 dB ซึ่งเป็นระดับที่ทนทานกว่าการใช้โครงข่ายประสาทเทียมอยู่เล็กน้อยแต่ทนทานกว่าการใช้ต้นไม้ตัดสินใจเป็นอย่างมาก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแสงไปจากระดับปกติเล็กน้อยแล้วระบบการรู้จำด้วยเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุด การใช้กฎของเบย์ และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม ยังสามารถทำงานได้ดีอยู่แม้เมื่อมีสัญญาณรบกวนในระบบร่วมอยู่ด้วยเล็กน้อยที่ระดับ -15 dB แต่เมื่อมีสัญญาณรบกวนมากขึ้นระบบมีความทนทานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้การรู้จำที่ใช้ต้นไม้ตัดสินใจไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงอย่างมากแล้วระบบทุกวิธีไม่ทนทานต่อสัญญาณรบกวน

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมในมิติด้านประสิทธิภาพในการรู้จำ ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแสง และสัญญาณรบกวน เห็นได้ว่าการรู้จำโดยใช้วิธีการเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุดและวิธีการใช้กฎของเบย์มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน โดยมีการรู้จำด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเพียงเล็กน้อย ในขณะที่การรู้จำโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในสี่วิธีการนี้

6. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นงานเริ่มต้นของการศึกษาประสิทธิภาพ สภาพแสงที่เปลี่ยนแปลง และความทนทานต่อสัญญาณรบกวน เพื่อการรู้จำภาษาไทย ลาว และตัวเลขอารบิค โดยทดสอบกับข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นที่จะได้รับการวิจัยพัฒนาขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] M.H. ter Brugge, K.A. Helmholt, J.P.W. Pluim, L. Spaanenburg, R.S. Venema, M.A. Westenberg J.A.G. Nijhuis, "Car License Plate Recognition with Neural Networks and Fuzzy Logic," *Proceeding of the IEEE International Conference on Neural Network*, 1995.

[2] Wei Yeang Kow, Wei Leong Khong, Mei Yeen Choong, Kenneth Tze Kin Teo Lorita Angeline, "License Plate Character Recognition via Signature Analysis and Features Extraction," in *The Fourth International Conference on Computational Intelligence, Modeling and Simulation*, 2012, pp. 1-6.

[3] Li-Shien Chen, Yun-Chung Chung, and Sei-Wan Chen Shyang-Lih Chang, "Automatic License Plate Recognition," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2004, pp. 42-53.

[4] Adnan Amin and Watbiq Mansoor, "Recognition of Printed Arabic Text using Neural Networks," in *The 12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, 1997, pp. 612-615.

[5] Chittaphone Chansylilath Wasin Sinthupinyo, "Lao Optical Character Recognition (Lao OCR)," in *Technical Report* from National Electronic and Computer Technology Center, 2008

[6] Z. Cai, D. Wang, S. Jiang L. Jiang, "Survey of Improving K-Nearest-Neighbor for Classification," in *The Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 2007

[7] S. D. Lee, X. Chen, B. Kao, R. Cheng and D. Cheung J. Ren, "Naive Bayes Classification of Uncertain Data," in *The Ninth IEEE International Conference on Data Mining*, 2009, pp. 944-949.

[8] F. Fontanella, A. Scotto di Freca C. De Stefano, "A Novel Naive Bayes Voting Strategy for Combining Classifiers," in *International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, Cassino, 2012, pp. 467-472.

[9] W. Zhu, M. Xie, and Jian-Feng Xie, “A Decision Tree Algorithm for License Plate Recognition Based on Bagging,” in *Internationa Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing*, 2012, pp. 136-139.

[10] Iman Yousif and Adnan Shaout "Off-Line Handwriting Arabic Text Recognition: A Survey," in *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 4, no. 9, pp. 68-82, 2014.

การปรับปรุงวิธีการเติมค่าข้อมูลในขั้นตอนวิธีการกรองร่วมโดยพิจารณาจากข้อมูลความชอบของผู้ใช้และการแยกเมตริกซ์

Imputation-Boosted Collaborative Filtering Algorithm based on User Preference Information and Matrix Factorization

จักริน สุขสวัสดิ์ชน(Jakkarin Suksawatchon)[1] และอุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน(Ureerat Suksawatchon)[2]

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

[1]jakkaman@gmail.com, [2]ureerat.w@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาความเบาบางของข้อมูล เริ่มต้นงานวิจัยนี้จะเติมค่าคะแนนที่หายไปของผู้ใช้แต่ละคนตามประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบ และเติมค่าคะแนนด้วยค่ามัธยฐานที่ได้จากการจัดกลุ่มผู้ใช้ จากนั้นประยุกต์ใช้เทคนิคการแยกเมตริกซ์ที่เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญและวิธีแอลยูในขั้นตอนการคำนวณหาความคล้ายคลึงร่วมกับวิธีการกรองร่วม เรียกว่าวิธีการ PCAUPMedianCF และ LUUPMedianCF ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองกับข้อมูลภาพยนตร์ของ Movielens โดยใช้วิธีการตรวจสอบข้ามชุดจำนวน 5 ชุด และเปรียบเทียบการวิธีการ SVDUPMedianCF พบว่าวิธีการ PCAUPMedianCF นั้นมีค่าผิดพลาด เฉลี่ยต่ำสุดจากชุดข้อมูล 5 ชุดเท่ากับ 0.7581 จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการทำนายค่าความชอบในระบบแนะนำภาพยนตร์

คำสำคัญ: ระบบแนะนำ ระบบแนะนำภาพยนตร์
การกรองร่วม ปัญหาความเบาบางของข้อมูล

Abstract

This research presents this paper proposes the new approach for solving data sparsity problem. It starts with filling in missing values for each customer with user preference genre and the cluster centroid, obtained from improving K-means algorithm. Then Matrix Factorizations especially principal component analysis (PCA) and LU Decomposition are applied and incorporated with collaborative filtering, called PCAUPMedianCF and LUUPMedianCF, respectively. According to the experimental evaluation based on Movielens dataset by using 5-fold cross validation, it has found that PCAUPMedianCF presents the lowest of mean absolute error which is 0.7581 with when comparison with SVDUPMedianCF and LUUPMedianCF. Therefore, the proposed model PCAUPMedianCF can enhance the quality of recommendation results.

Keywords: Recommender System,
Movie Recommendation System,
Collaborative Filtering, Sparsity Problem.

1. บทนำ

วิธีการกรองร่วม (Collaborative Filtering) เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้าหรือผู้ใช้เป้าหมาย วิธีการนี้จะค้นหาเพื่อนที่มีความชอบคล้ายกันกับผู้ใช้เป้าหมาย โดยที่ผู้ใช้เป้าหมายไม่จำเป็นต้องรู้จักคนเหล่านั้น แล้วนำสินค้าหรือบริการของเพื่อนเหล่านั้นมาช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าหรือบริการให้กับผู้ใช้เป้าหมาย ถึงแม้ปัจจุบันมีหลายงานวิจัยด้วยกันที่พัฒนาปรับปรุงให้ขั้นตอนวิธีการกรองร่วมมีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่ปัญหาที่เกิดจากวิธีการกรองร่อมก็ยังเป็นปัญหาที่มีความท้าทายที่จะทำให้ระบบแนะนำให้มีประสิทธิภาพและแนะนำสินค้าหรือบริการให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้เป้าหมาย อาทิเช่น ปัญหาที่เกิดจากผู้ใช้เป็นคนแรกของระบบ (First Rate Problem) ปัญหาความเบาบางของข้อมูล (Sparsity Problem) ปัญหาที่เกิดจากข้อมูลของผู้ใช้และจำนวนสินค้าที่เก็บในระบบมีปริมาณมาก

(Scalability Problem) [1] เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาความเบาบางของข้อมูล เนื่องจากปัญหาความเบาบางของข้อมูลถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในระบบพาณิชย์อิเล็คทรอนิกส์ที่มีขนาดใหญ่ โดยปกติผู้ใช้งานระบบแนะนำมักให้ค่าคะแนน (Rating) ต่อสินค้าหรือบริการที่อยู่ในระบบไม่กี่รายการ จึงทำให้ระบบแนะนำไม่สามารถหาข้อมูลของเพื่อนที่มีความชอบคล้ายกันและแนะนำสินค้าหรือบริการให้กับผู้ใช้เป้าหมายได้ ในระบบแนะนำส่วนใหญ่จะมีผู้ใช้ให้ค่าคะแนนกับข้อมูลที่อยู่ในระบบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่น้อยกว่า 1 % [2]

สำหรับงานวิจัยที่แก้ไขปัญหาความเบาบางของข้อมูลที่มีอยู่สามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวทางหลัก คือ 1) เติมค่าคะแนนเพื่อให้ค่าคะแนนที่มีอยู่เดิมมีจำนวนมากขึ้น 2) กำจัดหรือตัดสินค้าหรือบริการที่ไม่สำคัญหรือสำคัญน้อยออก โดยใช้เทคนิคของการลดจำนวนมิติข้อมูล (Dimension Reduction) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แนวทางแรกในการแก้ปัญหา ได้แก่ งานวิจัย [3] เป็นการนำเสนอวิธีการแนะนำข้อมูลแบบผสม (Hybrid Recommendation) เพื่อแก้ไขปัญหาความเบาบางของข้อมูลโดยใช้การจัดกลุ่มจากความหลากหลายของประวัติผู้ใช้ร่วมกับวิธีการกรองร่วมสินค้า ส่วนงานวิจัย [4] เป็นการแก้ปัญหาความเบาบางของข้อมูลด้วยการจัดกลุ่มผู้ใช้ด้วยวิธีจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ จากนั้นข้อมูลค่าคะแนนที่ขาดหายไปของผู้ใช้แต่ละคนถูกเติมด้วยค่าคะแนนที่เป็นค่ากลางของกลุ่มที่ผู้ใช้คนนั้นเป็นสมาชิกอยู่

สำหรับงานวิจัยที่ใช้แนวทางที่สองในการแก้ปัญหา ได้แก่ งานวิจัย [5] เป็นงานวิจัยที่นำการแตกค่าแบบเอกฐาน (Singular Value Decomposition หรือ SVD) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการแยกเมตริกซ์ออกเป็นเมตริกซ์ย่อย (Matrix Factorization) มาใช้แก้ปัญหาในระบบแนะนำ เช่นเดียวกันในงานวิจัย [6] ได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาความเบาบางของข้อมูลโดยใช้ SVD เพื่อลดหรือกำจัดสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่มีความสำคัญออกไป และเปรียบเทียบกับวิธีการกรองข้อมูลร่วมแบบดั้งเดิม พบว่าข้อดีคือการใช้ SVD ร่วมกับการกรองข้อมูลร่วมนั้นมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่น้อยกว่าวิธีการกรองร่วมแบบเดิม หลังจากนั้นก็มีงานวิจัยหลายงานวิจัยที่นำ SVD มาใช้ร่วมกับวิธีการกรองร่วมที่พิจารณาจากสินค้าเป็นหลัก (Item-based Collaborative Filtering) [7, 8, 9] ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้อ้างว่าการนำ SVD ร่วมกับวิธีการกรองร่วมที่พิจารณาตามสินค้า ทำให้ได้ผลการแนะนำที่ดีกว่าวิธีการกรองร่วม นอกจากใช้ SVD แล้วยังมีงานวิจัย [10] ที่ประยุกต์ใช้ PCA (Principle Component Analysis) ในการลดหรือกำจัดสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากทั้ง PCA และ SVD เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการลดปัจจัยหรือมิติที่ไม่เกี่ยวข้อง

แต่อย่างไรก็ตามการนำเทคนิค Matrix Factorization เข้ามาช่วยในระบบแนะนำ อาจทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เดิมสูญเสียข้อมูลที่สำคัญไปได้ และส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบแนะนำลดลง อีกทั้งข้อมูลที่มีอยู่เดิมก็มีความเบาบางอยู่แล้ว ดังนั้นก่อนที่จะกำจัดสินค้าหรือผู้ใช้ที่ไม่มีความสำคัญออกไป ควรจะเติมค่าคะแนนที่หายไปเสียก่อนเพื่อให้มีข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ดังเช่นในงานวิจัยของ วณพล และคณะ [11]ได้นำเสนอวิธีการที่เรียกว่า “SVDUPMedianCF” ที่ใช้การเติมค่าคะแนนที่หายไปด้วยค่ามัธยฐานที่ได้การจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีการปรับปรุง และจึงประยุกต์ใช้ SVD ร่วมกับขั้นตอนการกรองร่วม ซึ่งผลการทดลองจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้ให้ความแม่นยำมากกว่าเดิม และมีความยืดหยุ่นมากกว่าวิธีการกรองข้อมูลร่วมแบบดั้งเดิม แต่อย่างไรก็ตาม นอกจาก SVD แล้วยังมีเทคนิค Matrix Factorization อื่น ๆ ที่น่าสนใจและน่าจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้ SVD

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่ต่อยอดจากงานวิจัยเดิม [11] เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์หาเทคนิค Matrix Factorization อื่นที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแก้ปัญหาความเบาบางของข้อมูลและปรับปรุงประสิทธิภาพความถูกต้องของระบบแนะนำให้สูงขึ้น โดยเทคนิค Matrix Factorization ที่จะทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพได้แก่ วิธีการ PCA และวิธีการ LU (LU Decomposition) โดยจะเรียกวิธีการนี้ว่าวิธีการ “*PCAUPMedianCF*” และ “*LUUPMedianCF*” ตามลำดับ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบแนะนำ (Recommender System)

ในวิธีการกรองร่วมนั้นเริ่มต้นด้วยการให้ผู้ใช้กรอกประวัติส่วนตัว ที่เรียกว่า ข้อมูลเชิงประชากร (Demographic information) ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ เป็นต้น จากนั้นระบบแนะนำก็จะสุ่มสินค้าหรือบริการเพื่อให้ผู้ใช้ให้ค่าความคะแนนความชอบ (Rating) ที่มีต่อสินค้าหรือบริการ ซึ่งถือว่า User

Preference ของผู้ใช้คนนั้น โดยขั้นตอนวิธีการกรองร่วมนี้เริ่มต้นจากการหาความคล้ายคลึงระหว่างผู้ใช้ u กับผู้ใช้ v โดยวิธีการหาค่าความคล้ายคลึงที่นิยม [1]ได้แก่ วิธีการหาค่าความคล้ายคลึงแบบโคไซน์ (Cosine-based Similarity) วิธีการหาค่าความคล้ายคลึงแบบโคไซน์แบบปรับแก้ (Adjusted Cosine Similarity) การหาค่าความคล้ายคลึงแบบค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) และเมื่อหาค่าความคล้ายคลึงระหว่างผู้ใช้แล้ว ก็จะทำนายว่าผู้ใช้แต่ละคนจะมีค่าคะแนนความชอบกับแต่ละไอเท็มเป็นอย่างไร โดยใช้สมการ (1)

$$p_{u,i} = \bar{r}_u + \frac{\sum_{v \in N} sim(u,v)\left[r_{v,i} - \bar{r}_v\right]}{\sum_{v \in N} |sim(u,v)|} \quad (1)$$

โดย $r_{u,i}$ คือคะแนนความชอบที่ผู้ใช้ vให้กับไอเท็ม i

$\bar{r}_u$ คือค่าเฉลี่ยของผู้ใช้ u

$\bar{r}_v$ คือค่าเฉลี่ยของผู้ใช้ v

$i \epsilon I_u \cap I_v$คือไอเท็มที่ผู้ใช้ทั้งสองให้คะแนนร่วมกัน

$\bar{r}_i$ คือค่าเฉลี่ยของไอเท็มที่ i

N คือจำนวนเพื่อนบ้านของผู้ใช้ u

2.2 การแตกค่าแบบเอกฐาน (Singular Value Decomposition)

การแตกค่าแบบเอกฐาน หรือ SVD [11, 12] เป็นหนึ่งในเทคนิคการแตกเมตริกซ์ออกเป็นเมตริกซ์ย่อย (Matrix Factorization) ที่ใช้ค้นหาความสัมพันธ์ที่ซ่อนเร้น (Latent Semantic Indexing หรือ LSI) ที่ใช้อย่างกว้างขวางในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและลดจำนวนมิติของข้อมูล โดย SVD เป็นเทคนิคที่ใช้สร้างเมตริกซ์ที่ซึ่งมีขนาด $m \times p$ มิติกับอันดับ r โดยสามารถแยกองค์ประกอบได้ดังนี้

$$Z = U \sum V^T \quad (2)$$

ซึ่ง U เป็นเมตริกซ์ขนาด $m \times r$ โดยมิติที่เป็นคอลัมน์เป็นไอเกนเวกเตอร์ตั้งฉาก (Orthogonal Eigenvectors) ของ ZZ^T ส่วน V เป็นเมตริกซ์ขนาด $p \times r$ โดยมิติที่เป็นคอลัมน์เป็นไอเกนเวกเตอร์ตั้งฉาก ของ $Z^T Z$ และ $\sum$ เป็นเมตริกซ์ขนาด $r \times r$ โดยค่าในแนวเส้นทแยงมุมเท่านั้นมีค่าไม่เป็นศูนย์และเป็นค่า Eigen Value ของ $Z^T Z$ ด้วย

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญเป็นวิธีการ [13] หนึ่งที่ใช้สำหรับในการลดมิติหรือองค์ประกอบของข้อมูล เพื่อสร้างข้อมูลที่มีความซับซ้อนน้อยลง โดยใช้การวิเคราะห์จากค่าไอเกนเวคเตอร์และค่าไอเกน (Eigenvectors and Eigenvalues)

นิยามของค่าไอเกนเวคเตอร์ของเมทริกซ์จัตุรัส A ขนาด nxn คือ เวกเตอร์ X เวกเตอร์หนึ่งที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์ที่มีความสัมพันธ์กับเมทริกซ์ A ดังนี้

$$Ax = \lambda x \quad (3)$$

เมื่อ λ เป็นค่าคงที่หนึ่งที่เรียกว่า “ค่าไอเกน”ของเมทริกซ์ A

2.3 การแยกองค์ประกอบแบบ LU (LU Decomposition)

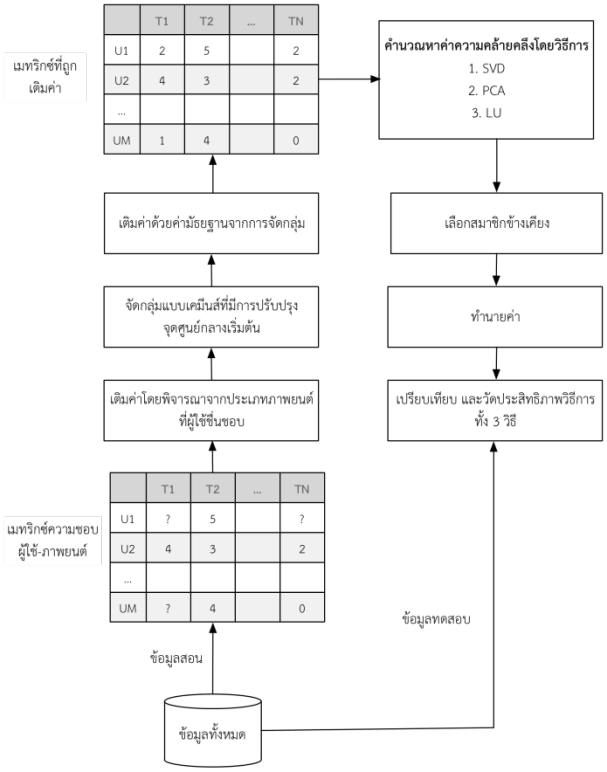
การแยกองค์ประกอบแบบ LU [13] จะเป็นวิธีที่ใช้ความสัมพันธ์จากผลคูณของเมทริกซ์สามเหลี่ยมบน (Upper Triangular Matrix) และเมทริกซ์สามเหลี่ยมล่าง (Lower triangular matrix) ที่ใช้หาความเปลี่ยนแปลงของเมทริกซ์

เมื่อ L เป็นเมทริกซ์สามเหลี่ยมล่าง (Lower Triangular Matrix) ขนาด และ U เป็นเมทริกซ์สามเหลี่ยมบน (Upper Triangular Matrix) ขนาด ที่อยู่ในรูปแบบขั้นบันไดจากการดำเนินการตามแถวนอนขั้นมูลฐานเมทริกซ์ A

$$A = LU = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ * & 1 & 0 & 0 \\ * & * & 1 & 0 \\ * & * & * & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bullet & * & * & * & * \\ 0 & \bullet & * & * & * \\ 0 & 0 & \bullet & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & * \end{bmatrix} \quad (4)$$

3. วิธีการที่นำเสนอ

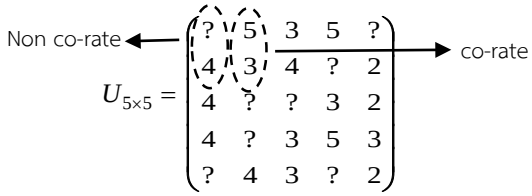
งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการใหม่ที่เรียกว่า “PCAUPMedianCF” และ “LUUPMedianCF” โดยเปรียบเทียบกับวิธี “SVDUPMedianCF” [11] ซึ่งมีภาพรวมการทำงานดังภาพที่ 1 โดยทั้งสองวิธีการที่นำเสนอนี้จะมีการทำงานที่เหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงวิธีการหาความคล้ายคลึงที่ใช้เทคนิค Matrix Factorization ต่างกัน



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของวิธีการที่นำเสนอ

3.1 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นฐานข้อมูลภาพยนตร์จากเว็บไซต์ MovieLens (http://movielens.umn.edu) โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลค่าคะแนน (Rating) ซึ่งมีลักษณะเป็นตารางเมตริกซ์ที่เรียกว่า User-Item Matrix เช่น เมตริกซ์ $U_{5\times5}$ เป็นเมตริกซ์ที่เก็บคะแนนความชอบของผู้ใช้ 5 คน (แถว) ต่อภาพยนตร์ 5 ชนิด (คอลัมภ์) ซึ่งค่าคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 โดยที่ 1 แสดงว่าไม่ชอบ ส่วน 5 คือชอบมากที่สุด และเครื่องหมาย " ? " หมายความว่ายังไม่มีการให้คะแนนความชอบ



ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ประเภทภาพยนตร์ ซึ่งในฐานข้อมูลของ MovieLens จะสามารถจำแนกประเภทของชนิดภาพยนตร์ (Movie Genre) ออกเป็น 18 ประเภท ตั้งแต่ G1 ถึง G18 โดยภาพยนตร์แต่ละเรื่องนั้นสามารถจำแนกประเภทภาพยนตร์ได้อย่างน้อย 1 ประเภท, ตัวอย่างเช่น ภาพยนตร์เรื่องที่ 1 จำแนกประเภทได้เป็น Action (G1), Adventure (G2) และ Comedy (G5) เป็นต้น

3.2 เติมค่าคะแนนโดยพิจารณาประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบ

จากข้อมูลประเภทภาพยนตร์สามารถหาค่าความชอบประเภทภาพยนตร์ของผู้ใช้ (User Preferences Movie Genre) แต่ละคนได้จากการการนับความถี่ประเภทภาพยนตร์แต่ละเรื่องที่ผู้ใช้แต่ละคนให้คะแนน โดยประเภทภาพยนตร์ที่มีค่าความถี่สูงจะแสดงได้ว่าผู้ใช้ชื่นชอบต่อประเภทภาพยนตร์นี้ และเรียงตามลำดับของความถี่จากมากไปหาน้อย โดยในวิธีการนำเสนอนี้เลือกใช้ 5 อันดับแรกของความถี่ที่มีค่าสูงที่สุดเรียงลำดับลงมาเป็นประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบ ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้ที่ 1 ชอบประเภท Action (G1)>Adventure (G2)>Animation (G3)>Children's (G4)>Comedy (G5) ดังนั้นผู้ใช้ที่ 1 มีประเภทภาพยนตร์ที่ได้ชอบได้แก่ {G1, G2, G3, G4, G5}

ส่วนการเติมค่าคะแนนที่ขาดหายไปจะพิจารณาจากประเภทของภาพยนตร์ที่ไม่ได้ถูกให้คะแนนที่ตรงกับประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบ โดยพิจารณาจากประเภทภาพยนตร์ที่เป็นค่าว่างสอดคล้องกับทุกความต้องการของประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบทั้งหมด ซึ่งจะเติมค่าที่ขาดหายไปในภาพยนตร์เรื่องดังกล่าวเท่ากับ 5 และถ้าประเภทภาพยนตร์ที่สอดคล้องเพียงสี่ประเภทของประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบเราจะเติมค่าที่หายไปในภาพยนตร์เรื่องดังกล่าวเท่ากับ 4 ตัวอย่างเช่น ประเภทของภาพยนตร์เรื่องที่ 1 ที่ให้คะแนน คือ {G3, G4, G5, G7, G13, G12} และ ผู้ใช้ที่ 1 มีประเภทภาพยนตร์ที่ชื่นชอบคือ {G3, G4, G5, G7, G13} เราจะสามารถบ่งบอกได้ว่า ผู้ใช้ที่ 4 นั้นชอบภาพยนตร์เรื่องที่ 1 เพราะในภาพยนตร์เรื่องที่ 1 นั้นมีประเภทภาพยนตร์สอดคล้องกับประเภทภายนตร์ที่ผู้ใช้ที่ 4 ชื่นชอบทั้งหมด ดังนั้นเราจึงเติมค่าคะแนนที่หายไปของภาพยนตร์เรื่องนี้เท่ากับ 5 เมื่อเติมค่าคะแนนในขั้นตอนนี้แล้วจะได้เมตริกซ์ $A_{5\times5}$

$$A_{5\times5} = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 3 & 5 & ? \\ 4 & 3 & 4 & 5 & 2 \\ 4 & ? & ? & 3 & 2 \\ 4 & ? & 3 & 5 & 3 \\ ? & 4 & 3 & ? & 2 \end{pmatrix}$$

3.3 จัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีการปรับจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้น

การเติมค่าคะแนนในขั้นตอนที่ 3.2 ยังคงพบข้อมูลคะแนนที่หายไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จะมีแนวคิดที่จะเติมค่าคะแนนที่หายไปอีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ แต่ก่อนจะเติมค่าของข้อมูลที่ขาดหาย เราจำเป็นจัดกลุ่มข้อมูลที่เป็น User-Item Matrix ($A_{5\times5}$) เสียก่อน เพื่อทำให้ทราบว่าผู้ใช้คนใดอยู่ในกลุ่มเดียวกันบ้าง นั่นหมายถึงมีความชอบภาพยนตร์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบเคมีนส์ที่มีการปรับปรุงจุดศูนย์กลางกลุ่มเริ่มต้นเช่นเดียวกันกับที่ใช้ในงานวิจัย [11]

3.4 เติมค่าคะแนนด้วยค่ามัธยฐานจากการจัดกลุ่ม

หลังจากการจัดกลุ่มแล้ว ก็จะเติมค่าคะแนนของภาพยนตร์ที่หายไปในแต่ละกลุ่มด้วยค่ามัธยฐานของกลุ่มนั้น ตัวอย่างเช่น ผลการจัดกลุ่มสามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้เป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ผู้ใช้คนที่ 2, 3 และ 5 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ผู้ใช้คนที่ 1 และ 4 และมีค่ามัธยฐานของแต่ละกลุ่มดังตารางที่ 1 ดังนั้นค่าคะแนนที่หายไปของผู้ใช้คนที่ 3 ภาพยนตร์เรื่องที่ 3 จึงเติมด้วยคะแนน 3 ดังแสดงในเมตริกซ์ $B_{5\times5}$ เมื่อทำเช่นนี้แล้วจะทำให้ข้อมูลมีความหนาแน่นมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1: ค่ามัธยฐานของแต่ละกลุ่ม

	Movie1	*Movie2*	*Movie3*	*Movie4*	*Movie5*
Cluster 1	4	3	3	4	2
Cluster 2	4	5	3	5	3

$$B_{5x5} = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 3 & 4 & 5 & 2 \\ 4 & 3 & (3) & (3) & 2 \\ 4 & 5 & (3) & 5 & 3 \\ 4 & (4) & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

3.4 การคำนวนหาความคล้ายคลึงโดยใช้เทคนิค Matrix Factorization

3.4.2 การคำนวนหาความคล้ายคลึงด้วยวิธี SVD

การคำนวนหาความคล้ายคลึงด้วยวิธี SVD นี้ใช้ในขั้นตอนวิธีการของ “SVDUPMedianCF” [11] โดยนำข้อมูลเมตริกซ์ $B_{5\times5}$ ทำให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน (Normalization) ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการ SVD ตามสมการที่ 5

$$Z_{u_i,k} = \frac{B_{u_i,k} - \overline{B}_k}{\sigma_k} \quad (5)$$

โดยที่ $Z_{u_i,k}$ คือ ข้อมูลผู้ใช้ u_i กับสินค้า k ที่เป็นมาตรฐาน

$B_{u_i,k}$ คือ ข้อมูลผู้ใช้ u_i กับสินค้า k

$\overline{B_k}$ คือ ค่าเฉลี่ยของสินค้า k

σ_k คือ ค่าความแปรปรวนของสินค้า k

จะได้

$$N_{5\times5} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.671 & -0.730 & 0.447 & -0.447 \\ 0.000 & -1.565 & 1.095 & 0.447 & -0.447 \\ 0.000 & 0.671 & 1.095 & -1.789 & -0.447 \\ 0.000 & 0.671 & -0.730 & 0.447 & 1.789 \\ 0.000 & -0.447 & -0.730 & 0.447 & -0.447 \end{pmatrix}$$

นำ $N_{5\times5}$ ผ่านกระบวนการแตกค่าแบบเอกฐาน(SVD) ตามสมการที่ 5 จะได้เมตริกซ์ U และ $\sum$ จะได้

$$U = \begin{pmatrix} -0.432 & -0.103 & 0.776 & -0.443 & -0.056 \\ 0.529 & 0.129 & 0.054 & -0.532 & 0.645 \\ 0.529 & 0.129 & 0.054 & -0.354 & -0.757 \\ -0.480 & 0.609 & -0.443 & -0.443 & -0.056 \\ -0.146 & -0.764 & -0.441 & -0.443 & -0.056 \end{pmatrix}$$

และ

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 3.694 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 1.415 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.585 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \end{pmatrix}$$

หาผลคูณของเมตริกซ์ U_d และ $\sum_d^{1/2}$ โดยในที่นี้กำหนดการลดจำนวนมิติดังสมการที่ 6

$$U_d \sum_d^{1/2} \quad (6)$$

โดยที่ d คือ จำนวนมิติ

ดังนั้นถ้าให้ $d = 2$ จะได้ U_2 ที่มีขนาด 5×2 มิติ และ $\sum_2^{1/2}$ จะมีขนาด 2×2 มิติ ดังนั้นผลคูณของทั้งสองจะได้

$$U_2 \sum_2^{1/2} = \begin{pmatrix} -0.432 & -0.103 \\ 0.529 & 0.129 \\ 0.529 & 0.129 \\ -0.480 & 0.609 \\ -0.146 & -0.764 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3.694 & 0.000 \\ 0.000 & 1.415 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.831 & -0.123 \\ 1.017 & 0.153 \\ 1.017 & 0.153 \\ -0.923 & 0.725 \\ -0.281 & -0.909 \end{pmatrix}$$

นำผลคูณเมตริกซ์ $U_2 \sum_2^{1/2}$ ที่ได้มาคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงแบบโคไซน์ ซึ่งจะได้

$$U_2\Sigma_2^{1/2} \Rightarrow sim_{5\times5} = \begin{pmatrix} 1.000 & -1.000 & -1.000 & 0.792 & 1.000 \\ -1.000 & 1.000 & 1.000 & -0.789 & -1.000 \\ -1.000 & 1.000 & 1.000 & -0.789 & -1.000 \\ 0.792 & -0.789 & -0.789 & 1.000 & -0.435 \\ 1.000 & -1.000 & -1.000 & -0.435 & 1.000 \end{pmatrix}$$

3.4.2 การคำนวนหาความคล้ายคลึงด้วยวิธี PCA

การคำนวนหาความคล้ายคลึงนี้ใช้ในขั้นตอนวิธีการของ “PCAUPMedianCF” โดยนำข้อมูลเมตริกซ์ $B_{5\times5}$ ทำให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน (Normalization) ก่อนเช่นเดียวกัน โดยใช้สมการที่ 7

$$Z_{u_i,k} = B_{u_i,k} - \overline{B}_k \qquad (7)$$

โดยที่ $Z_{u_i,k}$ คือ ข้อมูลผู้ใช้ u_i กับภาพยนตร์ k ที่เป็นมาตรฐาน

$B_{u_i,k}$ คือ ข้อมูลผู้ใช้ u_i กับภาพยนตร์ k

$\overline{B_k}$ คือ ค่าเฉลี่ยของภาพยนตร์ k

ซึ่งจะได้

$$Z_{5\times5} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.600 & -0.400 & 0.400 & -0.200 \\ 0.000 & -1.400 & 0.600 & 0.400 & -0.200 \\ 0.000 & 0.600 & 0.600 & -1.600 & -0.200 \\ 0.000 & 0.600 & -0.400 & 0.400 & 0.800 \\ 0.000 & -0.400 & -0.400 & 0.400 & -0.200 \end{pmatrix}$$

หาค่าความแปรปรนจาก $Z_{5\times5}$

ซึ่งจะได้

$$C_{5\times5} = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.800 & -0.200 & -0.300 & 0.150 \\ 0.000 & -0.200 & 0.300 & -0.300 & -0.100 \\ 0.000 & -0.300 & -0.300 & 0.800 & 0.100 \\ 0.000 & 0.150 & -0.100 & 0.100 & 0.200 \end{pmatrix}$$

คำนวณหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues) และเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvectors) จาก และเรียงลำดับเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะตามค่าลักษณะเฉพาะจากมากไปน้อย จะได้

$$V = \begin{pmatrix} 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \\ -0.658 & -0.614 & -0.124 & -0.416 & 0.000 \\ -0.111 & 0.555 & 0.345 & -0.748 & 0.000 \\ 0.744 & -0.466 & -0.040 & -0.476 & 0.000 \\ -0.014 & -0.309 & 0.929 & 0.911 & 0.200 \end{pmatrix}$$

และ

$$D = \begin{pmatrix} 1.108 & 0.828 & 0.138 & 0.024 & 0.000 \end{pmatrix}$$

โดยที่ D คือ ค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues)

V คือ ค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ(Eigenvectors)

หาผลคูณของเมตริกซ์มาตรฐานกับค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ $Z\,V_d$ โดยกำหนดองค์ประกอบ $d = 2$

$$ZV = \begin{pmatrix} -0.050 & -0.715 \\ 1.155 & 1.069 \\ -1.649 & 0.773 \\ -0.064 & -1.025 \\ 0.608 & -0.101 \end{pmatrix}$$

นำผลคูณเมตริกซ์ ZV_2 ที่ได้มาคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงแบบโคไซน์

$$ZV_2 \Rightarrow sim_{5\times5} = \begin{pmatrix} 1.000 & -1.000 & -0.741 & 1.000 & 0.409 \\ -1.000 & 1.000 & -0.395 & -1.000 & 0.733 \\ -0.741 & -0.395 & 1.000 & -0.763 & -1.000 \\ 1.000 & -1.000 & -0.763 & 1.000 & 0.451 \\ 0.409 & 0.733 & -1.000 & 0.451 & 1.000 \end{pmatrix}$$

3.4.2 การคำนวนหาความคล้ายคลึงด้วยวิธี LU

การคำนวนหาความคล้ายคลึงนี้ใช้ในขั้นตอนวิธีการของ “LUUPMedianCF” โดยนำข้อมูลเมตริกซ์ $B_{5\times5}$ ทำให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน (Normalization) ก่อนเช่นเดียวกัน โดยใช้สมการที่ 5 ซึ่งจะได้ $N_{5\times5}$ เช่นเดียวกันกับวิธี SVD ขั้นตอนต่อไปจะใช้ฟังก์ชั่นของ Matlab คือ $L = LU(A)$ เพื่อแยกองค์ประกอบของเมตริกซ์ N_{5x5} โดยตัวอย่าง กำหนดการลดองค์ประกอบเท่ากับ 2 ($d = 2$) จะได้

$$L = \begin{pmatrix} 0.670 & -0.730 \\ -1.565 & 1.095 \\ -0.428 & 1.564 \\ 0.285 & -0.666 \\ -0.428 & -0.166 \end{pmatrix}$$

นำผลคูณเมตริกซ์ L ที่ได้มาคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงแบบโคไซน์

$$L \Rightarrow sim_{5\times5} = \begin{pmatrix} 1.000 & -1.000 & -1.000 & 1.000 & -0.405 \\ -1.000 & 1.000 & 1.000 & -1.000 & 0.572 \\ -1.000 & 1.000 & 1.000 & -1.000 & -0.174 \\ 1.000 & -1.000 & -1.000 & 1.000 & -0.049 \\ -0.405 & 0.572 & -0.174 & -0.049 & 1.000 \end{pmatrix}$$

3.5 เลือกสมาชิกข้างเคียง

วิธีนำเสนอนี้ทั้ง 3 วิธีข้างต้นเลือกใช้วิธีการ Best K-Nearest Neighbor ในการเลือกสมาชิกข้างเคียงที่มีค่าความคล้ายคลึงกับผู้ใช้เป้าหมายมากที่สุดโดยกำหนดจำนวนเพื่อนบ้านเท่ากับ 50

3.6 ทำนายค่าความชอบ

การทำนายเป็นการพยากรณ์ค่าคะแนนหรือความชอบของผู้ใช้เป้าหมายที่มีต่อภาพยนตร์แต่ละเรื่องโดยใช้สมการที่ 4 และใช้ค่าความคล้ายคลึงที่คำนวณได้จากหัวข้อที่ 3.4 ดังนั้นจากตัวอย่างต่อเนื่องข้างต้น ถ้าใช้การวัดความคล้ายคลึงด้วยวิธี SVD สามารถทำนายค่าความชอบได้ดังนี้

$$R_{5\times5} = \begin{pmatrix} 3.950 & 4.575 & 2.950 & 4.950 & 2.575 \\ 3.797 & 3.543 & 3.051 & 4.797 & 2.812 \\ 3.489 & 3.043 & 4.213 & 2.489 & 4.766 \\ 4.219 & 5.000 & 3.219 & 5.000 & 2.219 \\ 3.896 & 3.937 & 3.375 & 4.896 & 1.896 \end{pmatrix}$$

3.7 การวัดประสิทธิภาพในการทำนาย

ในส่วนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายคือ การวัดประสิทธิภาพของการทำนายค่าคะแนนความชอบโดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการวัดค่าความผิดพลาด (Mean Absolute Error) หรือ MAE [14] ซึ่งเป็นขั้นตอนการวัดค่าความผิดพลาดเฉลี่ยจากการทำนาย โดยการนำค่าคะแนนความชอบที่ถูกต้อง มาเปรียบกับค่าคะแนนที่ได้จากการทำนาย ดังสมการที่ 8 และ 9 ซึ่งถ้าค่า MAE ที่คำนวณได้มีค่ายิ่งต่ำ นั่นหมายความว่าระบบแนะนำมีความแม่นยำในการทำนายมาก

$$MAE_{u_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} |v_{u_i,m_j} - pv_{u_i,m_j}|}{n} \quad (8)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{N} MAE_{u_i}}{N} \quad (9)$$

โดยที่ v_{u_i,m_j} คือคะแนนความชอบภาพยนตร์ m_j ที่ผู้ใช้ u_i ให้ไว้

pv_{u_i,m_j} คือคะแนนความชอบภาพยนตร์ m_j ที่ผู้ใช้ u_i ที่ได้จากการทำนาย

n คือ จำนวนภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ให้คะแนนไว้

N คือ จำนวนผู้ใช้

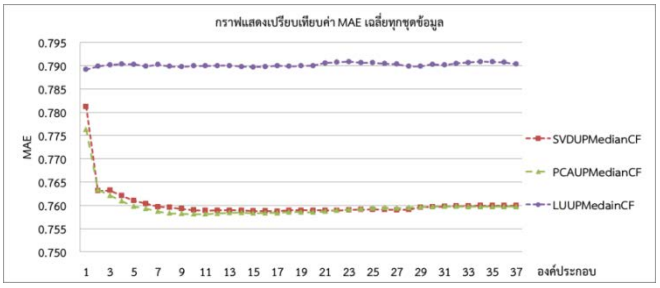
4. ผลการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลค่าคะแนน (Rating) ภาพยนตร์จากเว็บไซต์ MovieLens ที่มีค่าคะแนนจำนวน 100,000 ค่า จากผู้ใช้ระบบจำนวน 943 ราย และข้อมูลภาพยนตร์ 1,682 โดยมีเงื่อนไขว่าผู้ใช้ต้องให้ค่าคะแนนภาพยนตร์ไม่ต่ำกว่า 20 เรื่องถึงจะใช้ระบบแนะนำภาพยนตร์ได้ และในการทดลองประสิทธิภาพจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุด (5-Fold Cross Validation) และวัดประสิทธิภาพของการทำนายค่าคะแนนความชอบโดยใช้การวัด MAE ซึ่งผลการวัดประสิทธิภาพแสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2: การเปรียบเทียบค่า MAE เฉลี่ยจาก 5 ชุดการทดลองของวิธีการทั้ง 3 วิธี

วิธีการ	ค่า MAE เฉลี่ย	จำนวนองค์ประกอบที่ใช้
SVDUPMedianCF	0.7588	15
PCAUPMedianCF	0.7581	10
LUUPMedianCF	0.7898	9

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า วิธีการ SVDUPMedianCF นั้น จะมีค่า MAE เฉลี่ยจากชุดข้อมูล 5 ชุด เท่ากับ 0.7588 และมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้จำนวนองค์ประกอบ (จำนวนเพลง) เท่ากับ 15 ส่วนวิธีการ PCAUPMedianCF นั้น จะมีค่า MAE เฉลี่ยจากชุดข้อมูล 5 ชุดเท่ากับ 0.7581 และมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้จำนวนองค์ประกอบเท่ากับ 10 และวิธีการ LUUPMedianCF นั้น จะมีค่า MAE เฉลี่ยจากชุดข้อมูล 5 ชุด เท่ากับ 0.7898 และมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้จำนวนองค์ประกอบเท่ากับ 9 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า วิธีการSVDUPMedianCF และ PCAUPMedianCF นั้นมีประสิทธิภาพในการแนะนำที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีค่า MAE เฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมาก และทั้งสองวิธียังมีประสิทธิภาพในการแนะนำมากที่สุด เพราะมีค่า MAE เฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ LUUPMedianCF ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่แสดงดังภาพที่ 2 ดังนั้นจากผลการทดลองนี้วิธีการ PCAUPMedianCF จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการทำนายค่าความชอบในระบบแนะนำภาพยนตร์ เนื่องจากให้ค่า MAE เฉลี่ยที่ต่ำและใช้จำนวนองค์ประกอบที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการ SVDUPMedianCF



ภาพที่ 2: กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วย MAE เฉลี่ยจาก 5 ชุดการทดลองของวิธีการทั้ง 3 วิธีที่พิจารณาเพียง 1 องค์ประกอบจนถึง 37 องค์ประกอบ

5. สรุปผลการทดลอง

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิธีการกรองร่วมคือปัญหาความเบาบางของข้อมูล ซึ่งเกิดจากผู้ใช้ที่เข้ามาใช้งานระบบ

แนะนำมีการให้คะแนนกับภาพยนตร์ที่อยู่ในระบบเพียงไม่กี่ชนิด ทำให้ข้อมูลในตารางเมตริกซ์ที่เรียกว่า User-Item Matrix ว่างเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้ความถูกต้องของในระบบแนะนำลดลงไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการใหม่สองวิธีที่เรียกว่าวิธีการ PCAUPMedianCF และ วิธีการ LUUPMedianCF เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และยังทำให้การทำนายค่าคะแนนของระบบแนะนำภาพยนตร์นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนแรกจะเติมค่าคะแนนที่หายไปของผู้ใช้แต่ละคนตามประเภทภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ชื่นชอบและเติมค่าคะแนนด้วยค่ามัธยฐานที่ได้จากการจัดกลุ่มผู้ใช้ จากนั้นประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ PCA และวิธีแบบ LU ในขั้นตอนการคำนวณหาความคล้ายคลึง แล้วจึงนำเข้าสู่วิธีการกรองร่วมต่อไป ซึ่งผลการทดลองกับข้อมูลภาพยนตร์ของ Movielens โดยใช้วิธีการตรวจสอบข้ามชุดจำนวน 5 ชุด และเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีการ SVDUPMedianCF พบว่าวิธีการ PCAUPMedianCF นั้นมีค่า MAE เฉลี่ยจากชุดข้อมูล 5 ชุดเท่ากับ 0.7581 และมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้จำนวนองค์ประกอบเท่ากับ 10 จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการทำนายค่าความชอบในระบบแนะนำภาพยนตร์

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินอุดหนุนทุนวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2557 และต้องขอขอบคุณนายวณพล อินทร์สุวรรณ์ ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Bobadilla, F. Ortega, A. Hernando, and A. Gutierrez, Recommender systems survey, Knowledge-Based Systems 46 (2013) 109-132.

[2] M. A. Ghazanfar and A. P. Bennett, The advantage of careful imputation sources in sparse data-enviornment of recommender systems: generating improved SVD-based recommendations, Informatica 37 (2013) 61-92.

[3] X. Li and T. Murata, Multidimensional clustering based collaborative filtering approach for diversified recommendation, in: Proceedings of the 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2012), 2012, pp. 905-910.

[4] S. Gong, A collaborative filtering recommendation algorithm based on user clustering and item clustering, Journal of software 5 (7) (2010) 745-752.

[5] B. M. Sarwar, G. Karypis, J. A. Konstan, and J. T. Riedl, Application of dimensinality reduction in recommender system--a case study, in: IN ACM WEBKDD Workshop, Citeseer, 2000.

[6] M. Vozalis and K. G. Margaritis, Using svd and demographic data for the enhancement of generalized collaborative filtering, Information Science 177 (2007) 3017-3037.

[7] M. G. Vozalis and K. G. Margaritis, Applying svd on item-based filtering, in: Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'05), 2005, pp. 464-469.

[8] M. Vozalis and K. G. Margaritis, Applying svd on generalized item-based filtering, International Journal of Computer Science and Applications 3 (3) (2006) 27-51.

[9] A. Martinez, J. Arias, A. Vilas, J. Garcia Duque, and M. Lopez Nores, What's on tv tonight? an efficient and effective personalized recommender system of tv program, IEEE Transactions on Consumer Electronics 55 (1) (2009) 286-294.

[10] K. Goldberg, T. Roeder, D. Gupta, and C. Perkins, Eigentaste: a constant time collaborative filtering algorithm, Information Retrieval 4 (2001) 133-151.

[11] W. Insuwan, U. Suksawatchon, and J. Suksawatchon. Improving Missing Values Imputation in Collaborative Filtering With User-Preference Genre and Singular Value Decomposition, in: Proceedings of the 6th International Conference on Knowledge and Smart Technologies, 2014,pp. 87-92.

[12] V. C. Klema , A. J. Laub, The singular value decomposition: its computation and some application, IEEE Transactions on Automatic Control 25 (2) (1980) 164-176.

[13] C. Yin and Q. Peng, A Careful Assessment of Recommendation Algorithms Related to Dimension Reduction Technique, Knowledge-Based Systems, 27 (2012) 407-423.

[14] V. Emmanouil and G. M. Konstandtinos, Analysis of recommender system' algorithm, in: Proceedings of the 6th Hellenic European Conf. on Computer Mathematics and Its Application (HERCMA 2003), 2003.

ระบบวิเคราะห์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา
Electronic Document Analysis System for Educational Quality Assurance

พรพรรณ โพธิ์ศรีแก้ว(Phonphan Posrikaew)[1] และทิพยา จินตโกวิท(Thippaya Chintakovid)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Ponparn.pos@rmutp.ac.th, [2]thippaya.c@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการทุกขั้นตอนของการจัดการศึกษาต้องมีการรายงานผลการดำเนินงานอย่างมีคุณภาพ เป็นประจำทุกปี การจัดทำรายงานผลการดำเนินงานนั้น จำเป็นต้องมีการแนบเอกสารเพื่อเป็นหลักฐานประกอบผลการดำเนินงาน งานวิจัยที่ผ่านมาได้พัฒนาระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการประกันคุณภาพการศึกษา แต่ขาดความสามารถในการวิเคราะห์และจัดเก็บเอกสารให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้อย่างอัตโนมัติ งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบที่สามารถวิเคราะห์ชื่อเอกสารและข้อความภายในเอกสารว่าเกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ใดอย่างอัตโนมัติ โดยทดสอบอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกหมวดหมู่พบว่า อัลกอริทึม J48 ให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 90.46% รองลงมาเป็นอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ ซึ่งมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 68.05% และอัลกอริทึม NBTree มีประสิทธิภาพต่ำสุด โดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 11.32% ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้อัลกอริทึม J48 ในการสร้างโมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่ของเอกสาร ความพึงพอใจต่อระบบได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ พบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 สำหรับกลุ่มผู้ใช้ด้านการประกันคุณภาพการศึกษา มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการใช้ระบบเท่ากับ 3.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 สรุปได้ว่าผลการประเมินความพึงพอใจของทั้งสองกลุ่มอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การจัดหมวดหมู่เอกสาร การวิเคราะห์เอกสาร การประกันคุณภาพการศึกษา

Abstract

Annually, the quality performance of all processes related to educational management need to be reported. To show an evidence of the quality performance, additional documents must be attached to this report. Prior works have developed information systems helping users to store these supporting documents electronically; however, these systems could not automatically analyze and store the documents based on related quality assurance indicators. This research, therefore, developed an information system which can automatically classify documents according to related indicators by analyzing document titles and text within documents. Classification algorithms were tested. Results showed that J48 was the most efficient with 90.46% accuracy rate, followed by Naïve Bayes with 68.05% accuracy rate. The NBTree algorithm was the least efficient with 11.32% accuracy rate. This research, thus, used J48 decision tree algorithm to generate the document classification model. The system satisfaction was assessed by IT professionals and educational quality assurance staff. The satisfaction evaluation results by IT professionals showed an average of 4.20 with a standard deviation of 0.29. For the educational quality staff, the average of their satisfaction was 3.83, with a standard deviation of 0.14. In conclusion, the IT professionals and educational quality assurance staff were satisfied with the system.

Keywords: Document Classification, Document Analysis, Educational Quality Assurance

1.บทนำ

การประกันคุณภาพการศึกษาเข้ามามีบทบาทสำคัญในการควบคุม ดูแล และเป็นกลไกขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ ของสถาบันการศึกษา เพื่อให้มีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ และมั่นใจได้ว่าสถาบันการศึกษาให้บริการที่มีคุณภาพแก่นักศึกษาหรือผู้รับบริการอย่างเต็มที่และมีมาตรฐาน กล่าวอีกนัยหนึ่ง การประกันคุณภาพการศึกษาเป็นการติดตาม ตรวจสอบและประเมินการดำเนินงานของสถานศึกษาให้เป็นไปตามเป้าหมายอย่างมีคุณภาพ และได้มาตรฐาน โดยมาตรฐานการศึกษา หมายถึงข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ/คุณภาพที่พึงประสงค์และมาตรฐานที่ต้องการให้เกิดขึ้น [1] สถาบันการศึกษาทุกแห่งจึงต้องดำเนินการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เป็นประจำทุกปี [2]

กระบวนการทำงานทุกขั้นตอนของการจัดการศึกษา เช่น การจัดทำหลักสูตร การจัดกิจกรรมเสริมทักษะแก่นักศึกษา การบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอน การบริการนักศึกษา รวมถึงการพัฒนาบุคลากรทั้งฝ่ายวิชาการและฝ่ายสนับสนุน เป็นต้น จึงมีความเกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน ผู้รับผิดชอบงานในส่วนต่างๆ จำเป็นต้องบริหารจัดการและจัดเก็บเอกสารหรือข้อมูลต่างๆ จำนวนมาก เพื่อใช้ประกอบการเขียนรายงานผลการดำเนินงานในแต่ละปี และเพื่อรองรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิต่อไป

โดยปกติ ผู้รับผิดชอบงานในส่วนต่างๆ ต้องมีความเข้าใจในเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ของการประกันคุณภาพการศึกษา จึงจะสามารถจัดเก็บเอกสารหลักฐานให้ถูกต้องตรงตามเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ของการประกันคุณภาพการศึกษามีจำนวนมาก และมีรายละเอียดค่อนข้างมาก ทำให้ผู้รับผิดชอบงานอาจไม่สามารถทำความเข้าใจกับเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ได้อย่างถ่องแท้ จึงไม่ทราบว่าเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้ใด ควรจัดเก็บเอกสารใดเพื่อเป็นหลักฐานประกอบการรายงานผลการดำเนินงาน การจัดเก็บเอกสารให้สอดคล้องกับเกณฑ์หรือตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษานี้ อาจยิ่งเป็นปัญหาสำหรับผู้รับผิดชอบงานมือใหม่

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบวิเคราะห์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถระบุได้ว่าเอกสารชิ้นใดสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ใดของการประกันคุณภาพการศึกษา ระบบนี้ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเรียนรู้จากเอกสารที่ทราบว่าสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ใด และสร้างเป็นโมเดลสำหรับการวิเคราะห์เอกสารที่ยังไม่ทราบตัวบ่งชี้ เมื่อมีเอกสารใหม่ที่ต้องการวิเคราะห์ ระบบจะทำการวิเคราะห์เอกสารใหม่ โดยพิจารณาจากชื่อและข้อความภายในเอกสาร และจัดหมวดหมู่เอกสารตามตัวบ่งชี้อย่างอัตโนมัติโดยวิเคราะห์ตามหลักความน่าจะเป็นเทียบกับโมเดลที่สร้างไว้แล้ว กล่าวคือ ระบบจะวิเคราะห์ว่าเอกสารใหม่ที่ประกอบด้วยคำเหล่านี้ควรจะถูกจัดอยู่ในตัวบ่งชี้ใด ผู้วิจัยหวังว่าระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นี้จะช่วยให้ผู้รับผิดชอบงานในส่วนต่างๆ สามารถระบุหลักฐานเพื่ออ้างอิงผลการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ได้อย่างถูกต้อง และสะดวกรวดเร็วเพิ่มมากขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการของการจัดการศึกษาอย่างมีคุณภาพนั้น ต้องอาศัยความเข้าใจในความหมายของการดำเนินงานอย่างมีคุณภาพ รวมถึงการจัดเก็บเอกสารต่างๆ เพื่อเป็นหลักฐานประกอบการเขียนรายงานผลการดำเนินงาน ดังที่ได้อธิบายในบทนำ งานวิจัยจำนวนไม่น้อยตระหนักถึงความยุ่งยากของการจัดเก็บเอกสารหลักฐานต่างๆ นี้ จึงได้ดำเนินการพัฒนาระบบที่ช่วยจัดเก็บข้อมูลและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษา เช่น ด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านการวิจัย ด้านการบริการวิชาการ ด้านการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม เป็นต้น [2] หรือระบบที่ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลโครงการที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ [3] บางระบบนั้น นอกจากความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลแล้ว ยังสามารถแสดงรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาด้วย [1] นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่พัฒนาระบบสารสนเทศช่วยในการดำเนินงานของกระบวนการบางด้านโดยเฉพาะ เพื่อให้มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยในการประกันคุณภาพการศึกษาเช่นกัน เช่น ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาและหลักสูตร [4]

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่าระบบสารสนเทศเหล่านี้มีความสามารถเพียงการจัดเก็บข้อมูลหรือเอกสารที่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษา แต่ไม่ได้มีความสามารถในการวิเคราะห์เอกสารเพื่อให้สามารถจัดเก็บได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของฐิติพร วิธีจงเจริญ และวิเศษ ศักดิ์ศิริ[5] ที่พัฒนาระบบการแนบเอกสารสนับสนุนการประเมินตนเอง ที่สามารถเปรียบเทียบชื่อของเอกสารกับคำสำคัญของเกณฑ์การประเมิน หากชื่อเอกสารตรงกับคำสำคัญ ระบบจะจัดเก็บเอกสารนั้นให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินโดยอัตโนมัติ

จากการทบทวนงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าระบบสารสนเทศส่วนใหญ่เป็นเพียงระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถกำหนดให้เชื่อมโยงกับตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษา อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บยังต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องสามารถระบุได้ว่าเอกสารชิ้นนี้มีความเกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ใด ดังนั้น การจัดเก็บจึงยังไม่เป็นแบบอัตโนมัติ

อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยจำนวนไม่มากนักที่ช่วยจัดเก็บเอกสารได้อย่างอัตโนมัติ แต่ก็ทำได้เพียงการเปรียบเทียบชื่อของเอกสารกับคำสำคัญของตัวบ่งชี้ นั่นหมายความว่า ระบบยังต้องอาศัยความรู้ของผู้ปฏิบัติงานในการกำหนดคำสำคัญของตัวบ่งชี้ และการจัดเก็บอย่างอัตโนมัตินั้นจะสามารถทำได้เฉพาะในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานตั้งชื่อเอกสารได้ตรงกับคำสำคัญ

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบที่มีความสามารถเพิ่มมากขึ้นจากระบบที่มีอยู่เดิม เพื่อช่วยให้การจัดเก็บเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบวิเคราะห์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการประกันคุณภาพการศึกษานี้สามารถช่วยวิเคราะห์ชื่อและข้อความภายในเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และใช้อัลกอริทึมสำหรับการจัดหมวดหมู่เอกสาร ในการสร้างโมเดลที่จะใช้สำหรับการจัดหมวดหมู่เอกสารใหม่ที่เข้าสู่ระบบ ให้ตรงกับตัวบ่งชี้อย่างอัตโนมัติ

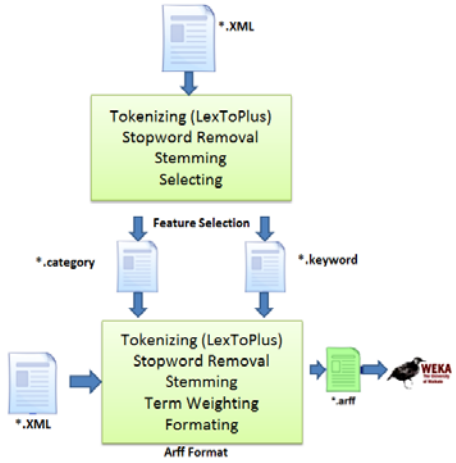
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษานิยามของตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.2 ทดสอบเพื่อค้นหาอัลกอริทึมการจัดหมวดหมู่ที่เหมาะสม รายละเอียดของผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1 ในหัวข้อที่ 4 ผลการดำเนินงาน จากผลการทดสอบ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ J48 โดยกำหนดให้ตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษาเป็นหมวดหมู่ที่ต้องการจัดเก็บเอกสาร ตามตัวบ่งชี้ที่ 2.1, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 4.1 และ 4.2

3.3 รวบรวมและคัดเลือกเอกสารที่ถูกระบุตัวบ่งชี้เรียบร้อยแล้วจำนวน 500 ชิ้น เพื่อใช้ในการสร้างโมเดลการจัดหมวดหมู่ เอกสารเหล่านี้รวบรวมจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร รูปแบบของเอกสารมีทั้งเอกสารของโปรแกรมประมวลผลคำ (.doc) เอกสารของโปรแกรมตารางข้อมูล (.xls) และเอกสารในรูปแบบ .pdf

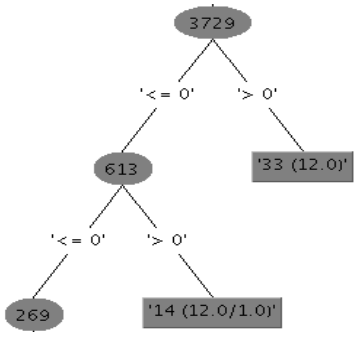
3.4 เตรียมเอกสารเพื่อใช้ในการสร้างโมเดล โดยใช้ LextoPlus.java โปรแกรมตัดคำที่อิงพจนานุกรมแบบเลือกยาวที่สุด (Longest Matching Dictionary-Based Program) ร่วมกับอัลกอริทึมที่ช่วยรวบคำไม่รู้จักเข้าเป็นคำ (Unknown Merging) ในการตัดคำจากชื่อของไฟล์เอกสารและข้อความภายในเอกสาร ทั้งข้อความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จากนั้นกำจัดคำหยุด (Stop-Word Removal) นำคำที่ไม่มีนัยสำคัญออก และหารากศัพท์ (Stemming) หาคำที่มีความหมายคล้ายกัน เพื่อลดขนาดของดัชนีลง แล้วหาค่าน้ำหนัก (Term Weighting) เพื่อคำนวณหาค่าที่จะมาใช้เป็นค่าคุณลักษณะของเอกสาร จากนั้นก็เลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) เป็นการเพิ่มคุณลักษณะในการจำแนกหมวดหมู่เอกสารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และจึงจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ ARFF เพื่อนำไปสร้างโมเดลโดยใช้โปรแกรม Weka ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพการเตรียมข้อมูล

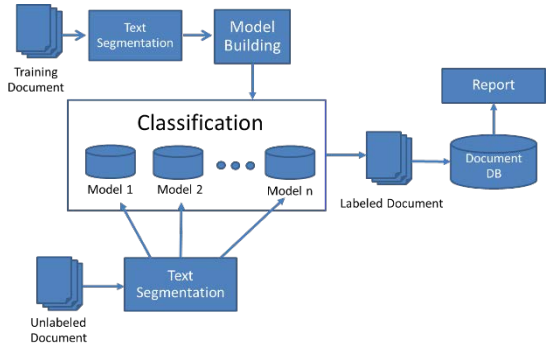
ตัวอย่างข้อความในเอกสารที่แสดงในไฟล์ ARFF เช่น ตัวบ่งชี้ที่ 2.1 ถูกแทนด้วยหมายเลข 1 ซึ่งมีคำสำคัญที่ระบุถึงตัวบ่งชี้นี้แทนด้วยตัวเลขดังนี้ {3, 11, 132, 478 , 1582 , 1478, 478} เมื่อเทียบกับคำที่อยู่ในไฟล์ keyword ได้แก่ {ระบบ, เรื่อง, การจัดการพลังงาน, กำกับ, อุดมศึกษาแห่งชาติ, ฐาน}

3.5 สร้างโมเดลการจัดหมวดหมู่ โดยใช้ข้อมูล 500 ชุด ตามที่รวบรวมได้ในขั้นตอน 3.3 แบ่งข้อมูลร้อยละ 70 ใช้สำหรับการเรียนรู้ (train) โมเดลการจัดหมวดหมู่ด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ J48 และแบ่งข้อมูลร้อยละ 30 สำหรับการทดสอบ (test) ตัวอย่างของกฎต้นไม้ตัดสินใจแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ตัวอย่างกฎต้นไม้ตัดสินใจ J48

จากภาพที่ 2 โหนดบนสุด ตัวเลข 3729 แทนคำว่า “สร้างบัณฑิต” ถ้าจำนวนคำในเอกสารมี >0 จะอยู่ในกลุ่มที่ 33 ซึ่งหมายถึงตัวบ่งชี้ที่ 2.7 เกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 ถ้าจำนวนเอกสารมีคำนี้ <=0 โมเดลจะหาคำต่อไป คือ 613 ซึ่งแทนคำว่า “ความต้องการ” ถ้าจำนวนคำในเอกสาร >0 เอกสารนี้จะอยู่ในกลุ่มที่ 14 ซึ่งหมายถึงตัวบ่งชี้ที่ 2.5 เกณฑ์มาตรฐานข้อ 3 ถ้าคำในเอกสารมี <=0 โมเดลจะหาคำต่อไปในต้นไม้ตัดสินใจ เป็นต้น



ภาพที่ 3: กรอบแนวความคิดของระบบ

ภาพที่ 3 แสดงกรอบแนวความคิดของระบบ โดยเริ่มจากเรียนรู้เอกสารที่ทราบตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้อง (training document) เพื่อสร้างโมเดลการจัดหมวดหมู่เอกสาร เมื่อมีเอกสารใหม่ที่ยังไม่ทราบตัวบ่งชี้ (unlabeled document) ระบบจะใช้โมเดลการจัดหมวดหมู่เอกสาร เพื่อจัดเก็บเอกสารให้ตรงกับตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้อง (labeled document)

3.6 ออกแบบระบบโดยใช้ Microsoft Visual Studio.NET Version 2012 พัฒนาระบบด้วยภาษา ASP.NET ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008

3.7 ประเมินความพึงพอใจต่อระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 5 คนและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา จำนวน 12 คน ซึ่งคัดเลือกจากผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 20 คน การประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่

3.7.1 การประเมินด้านความสามารถของระบบตรงกับความต้องการ (Functional Requirement Test)

3.7.2 การประเมินด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test)

3.7.3 การประเมินด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)

3.7.4 การประเมินด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ (Performance Test)

3.7.5 การประเมินด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test)

4. ผลการดำเนินงาน

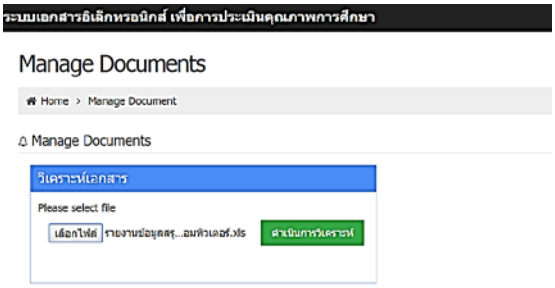
4.1 ผลการทดสอบอัลกอริทึม J48, อัลกอริทึม NBTree และอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามอัลกอริทึม อัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุด คือ J48 เนื่องจากผลการทดสอบมีค่าความถูกต้องสูงอยู่ที่ 90.4562% และมีค่าความผิดพลาดต่ำที่สุดอยู่ที่ 9.5438% อัลกอริทึมที่เหมาะสมรองลงมาคือ นาอีฟเบย์ ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 68.0473% และค่าความผิดพลาดที่ 31.9527% ในขณะที่อัลกอริทึม NBTree มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 11.3208% และมีค่าความผิดพลาดสูงถึง 88.6792% จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเรียนรู้และทดสอบข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่เอกสารต่อไป ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของแต่ละอัลกอริทึม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบอัลกอริทึม J48, NBTree และนาอีฟเบย์

Algorithm	J48	Naïve Baye	NBTree
Correctly Classified Instances	90.4562%	68.0473%	11.3208%
Incorrectly Classified Instances	9.5438%	31.9527%	88.6792%
Mean absolute error	0.0042	0.0131	0.0276

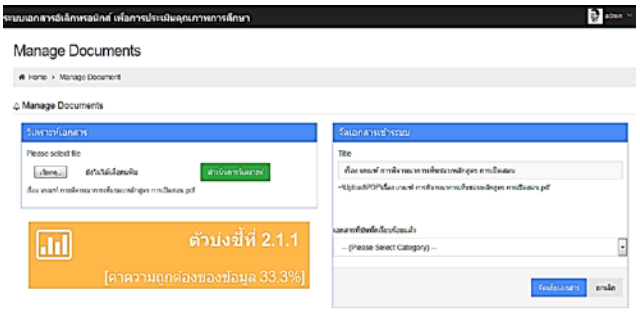
4.2 ผลการพัฒนาระบบ

เมื่อผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษาเข้าสู่ระบบ ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำเอกสารเข้าสู่ระบบ และกดปุ่มดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้ระบบวิเคราะห์ว่าเอกสารมีความเกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ใด แสดงดังภาพที่ 4



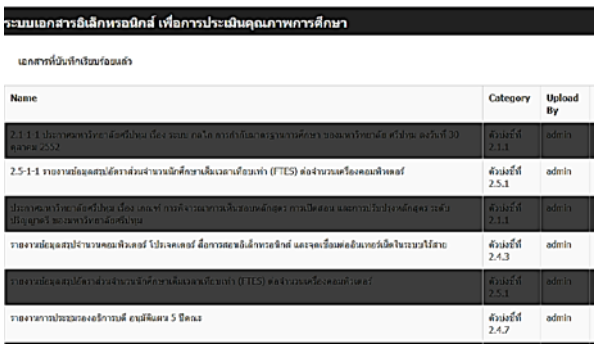
ภาพที่ 4: การอัพโหลดเอกสารเข้าสู่ระบบ

เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้น ระบบจะแสดงตัวบ่งชี้ที่น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับเอกสารชิ้นนี้มากที่สุด พร้อมทั้งแสดงค่าความถูกต้องของคำแนะนำนี้ในรูปของร้อยละ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ผลการแนะนำเอกสารตามตัวบ่งชี้

หากผู้ปฏิบัติงานพึงพอใจกับคำแนะนำนี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถบันทึกเอกสารลงในฐานข้อมูลของระบบได้ โดยกดปุ่มจัดเก็บเอกสาร เอกสารที่ถูกจัดเก็บตามตัวบ่งชี้จะถูกแสดงในรายการเอกสารทั้งหมดในระบบ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: รายการเอกสารที่ถูกจัดเก็บตามตัวบ่งชี้

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ สรุปได้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีความพึงพอใจใน

การใช้ระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 ส่วนกลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษามีความพึงพอใจในการใช้ระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การประกันคุณภาพการศึกษาต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินงานอย่างมีคุณภาพของผู้ปฏิบัติงานในทุกกระบวนการของการจัดการศึกษา โดยต้องมีการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานอย่างมีคุณภาพเป็นประจำทุกปี การจัดเก็บเอกสารเพื่อเป็นหลักฐานประกอบผลการดำเนินงานอย่างมีคุณภาพนั้น เป็นกิจกรรมหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยให้การจัดเก็บเอกสารหลักฐานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในระบบสารสนเทศเหล่านี้ ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ระบุว่าเอกสารชิ้นหนึ่งสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ใด กล่าวคือ ระบบเป็นเพียงระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่สามารถแนะนำตัวบ่งชี้ให้ผู้ใช้ได้อย่างอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบวิเคราะห์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา ที่สามารถวิเคราะห์ชื่อของเอกสารและข้อความต่างๆ ภายในเอกสาร และให้คำแนะนำว่าเอกสารชิ้นนี้ควรจัดเก็บภายใต้ตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพการศึกษาใด โมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่ของเอกสารตามตัวบ่งชี้นี้ เป็นผลลัพธ์จากการเรียนรู้เอกสารที่ระบุตัวบ่งชี้แล้วจำนวน 500 เรื่อง โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ J48 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี

ในอนาคต ควรเพิ่มฟังก์ชันการจัดการโมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่ ให้ผู้ปฏิบัติงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษาสามารถปรับโมเดลได้เอง เมื่อมีเอกสารที่ระบุตัวบ่งชี้แล้วเพิ่มเติม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ปรัชญา นวนแก้ว, *การพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษาออนไลน์ กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550.

[2] ลัญฉณาประยูรหงส์, *การพัฒนาระบบสนับสนุนการประกันคุณภาพการศึกษาในส่วนของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์*, ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[3] รุจิรา จันทร์สุวรรณ, *ระบบบริหารจัดการโครงการเพื่องานประกันคุณภาพ*, ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[4] สุวิท มหานิยม, *ระบบสนับสนุนการประกันคุณภาพการศึกษา ในส่วนของระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์*, ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[5] ฐิติพร วิธีจงเจริญ และวิเศษ ศักดิ์ศิริ, “การพัฒนาระบบการแนบเอกสารสนับสนุนการประเมินตนเองสำหรับการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 4 (NCCIT'08)*, มหาสารคาม, ประเทศไทย, 23-24 พฤษภาคม 2551, หน้า 645-650.

ทักษะที่จำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนาในสกรัม
Necessary Skills for Scrum's Development Team Members

เพ็ญประภา บุตรละ(Penprapa Bootla)[1] โอฬาร โรจนพรพันธุ์(Olarn Rojanapornpun)[2]
และพรชัย มงคลนาม(Pornchai Mongkolnam)[3]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[1]penprapa.bootla@gmail.com, [2]Olarnr@sit.kmutt.ac.th, [3]pornchai@sit.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ลักษณะเด่นของทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม คือ เป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ สมาชิกของทีมไม่ได้ถูกกำหนดหน้าที่กันอย่างชัดเจนตายตัว ส่งผลให้สมาชิกทุกคนจำเป็นต้องมีทักษะที่เพียงพอสำหรับการทำงาน จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การขาดทักษะที่จำเป็นส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม แต่ในขณะเดียวกัน กรอบการทำงานของสกรัมไม่ได้มีการกำหนดทักษะที่จำเป็นดังกล่าวไว้อย่างแน่นอน มีเพียงแนวทางคร่าว ๆ ที่จะนำไปสู่การเป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ไว้เท่านั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อรวบรวมและนำเสนอทักษะที่มีความจำเป็น สำหรับสมาชิกทีมพัฒนา ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม เพื่อให้สมาชิกของทีมสามารถเลือกทักษะดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาตนเองได้ โดยทำการรวบรวมทักษะต่าง ๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงผู้ที่นำสกรัมไปใช้จริงในประเทศไทย ซึ่งทักษะดังกล่าวถูกจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ทักษะทางด้านเทคนิค ทักษะทางด้านบุคคล และทัศนคติ ผลจากการศึกษาพบว่า ทักษะทางด้านบุคคล และทัศนคติส่วนใหญ่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้สกรัมเห็นด้วยว่ามีความจำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนาของสกรัม

คำสำคัญ: ทักษะทางด้านเทคนิค ทักษะทางด้านบุคคล ทัศนคติ สกรัม

Abstract

Scrum team is a cross-functional team which is composed of multi-disciplinary individuals, and there are no clearly specified positions. It means that the team members must perform many tasks in both functional area and aptitude area toward a common goal. Team members should have enough skill set in order to carry out their own work and also help the team to meet the goal. Lacking necessary skills can affect the Scrum team's success. This study proposes the necessary skills of the development team, which has been collected from relevant skills found in Scrum sources and subsequently opined by Thai Scrum experts and practitioners. Our skills are categorized into 3 categories: technical skills, people or soft skills, and attitudes. The results show that most of the proposed soft skills and attitudes are necessary for Scrum's development team members.

Keywords: Attitude, People Skills, Scrum, Soft Skills, Technical Skills.

1. บทนำ

สกรัม (Scrum) เป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ (Agile Software Development) ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ผลการสำรวจในปี ค.ศ. 2010 พบว่ามีผู้ใช้สกรัมในการพัฒนาซอฟต์แวร์ถึง 54% และเพิ่มขึ้นในปี ค.ศ. 2013 เป็น 55%, ใช้สกรัมร่วมกับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอื่น 18%, และที่เหลือคือใช้การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์วิธีอื่น ๆ [1-2]

สกรัมเป็นกรอบสำหรับการจัดการโครงการ ทุกกิจกรรมอยู่ภายใต้กรอบเวลา (Time Box) ที่มีการตกลงไว้ร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในทีม โดยสกรัมจะเน้นการตรวจสอบและการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ (Inspection and Adaptation) ให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพ และติดตามความคืบหน้างานผ่านซอฟต์แวร์ที่ทำงานได้จริง (Working Software) [3-6] ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม เป็นทีมที่สามารถจัดการตนเอง

ได้ (Self-Organizing Team) กล่าวคือ สมาชิกของทีมรู้บทบาทหน้าที่ของตนเอง และทำงานแบบ “ข้ามฟังก์ชั่นงาน” (Cross-Functional) ไม่มีการกำหนดหน้าที่หรือตำแหน่งงานภายในทีมกันอย่างชัดเจนตายตัว มีเพียงแค่การกำหนดบาทบาทหลัก ๆ ไว้ 3 บทบาทเท่านั้น คือ ทีมพัฒนา (Development Team) สกรัมมาสเตอร์ (Scrum Master) และเจ้าของผลิตภัณฑ์ (Product Owner) ส่งผลให้สมาชิกภายในทีมต้องทำงานที่หลากหลาย ทั้งที่ตนเองถนัดและไม่ถนัด ดังนั้นสมาชิกของทีมจำเป็นต้องมีทักษะที่เพียงพอ เพื่อให้สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ร่วมกันได้

ปัจจุบันซอฟต์แวร์มีความซับซ้อนมากขึ้น ในขณะที่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปล่อยซอฟต์แวร์ออกสู่ตลาดก็มีมากเช่นกัน อาทิ คุณภาพซอฟต์แวร์ การแข่งขันทางการตลาด ความต้องการที่ไม่แน่นอน แรงงานและกรอบเวลาที่มีอย่างจำกัด เป็นต้น ทำให้บางครั้งการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบดั้งเดิม อาจไม่สนับสนุนปัจจัยดังกล่าว ในขณะที่สกรัมมีความยืดหยุ่นตามสถานการณ์ทั้งเรื่องการนำส่ง เวลา ขนาดทีม และมีการตรวจสอบงานที่บ่อยขึ้น [7] ทำให้หลายบริษัทพยายามนำสกรัมไปปรับใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ของตน

ผลการวิจัยพบว่า ไม่ใช่ทุกทีมที่นำสกรัมไปใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แล้วจะประสบความสำเร็จได้ ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ทีมล้มเหลว คือ ปัจจัยทางด้านบุคคล เช่น สมาชิกของทีมขาดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ขาดทักษะที่จำเป็น รวมถึงขาดความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและธุรกิจนั้น ๆ [8] T. Dingsoyr และ T. Dyba ทำการศึกษาทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ในสกรัม พวกเขาได้อธิบายว่า “ทักษะที่เกี่ยวข้องเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม และยังเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำทีมไปสู่การเป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้” [9] แต่เนื่องจากกรอบการทำงานของสกรัม ไม่ได้มีการกำหนดทักษะที่จำเป็นไว้อย่างชัดเจน งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษา รวบรวมและนำเสนอทักษะที่มีความจำเป็น สำหรับสมาชิกทีมพัฒนาเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงสกรัมมาสเตอร์ และเจ้าของผลิตภัณฑ์ โดยทักษะที่นำเสนอดังกล่าว ถูกนำไปสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้นำสกรัมไปใช้จริงในประเทศไทย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวใจของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม คือ การเป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ โดยแนวทางในการไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้แฝงอยู่ในหลักปฏิบัติของอไจล์ 12 ข้อ อาทิ เช่น ความถี่และต่อเนื่องในการนำส่งซอฟต์แวร์ที่ทำงานได้จริง การยินดีและพร้อมตอบรับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการจัดการงาน การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การมีแรงผลักดันในการทำงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะสนับสนุนทีมให้ประสบความสำเร็จได้ ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาด้วยวิธีการใด สมาชิกของทีมต้องมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน มีความไว้เนื้อเชื่อใจกัน เคารพซื่อสัตย์ต่อกัน รวมถึงมีความสามารถที่จะทำงานที่ตนได้รับมอบหมายได้ในทุกสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป [10-14]

ในสกรัมไม่เคยมีการกำหนดทักษะที่จำเป็นขึ้นมาอย่างเป็นทางการ ดังที่ Moe et al. [15] ได้ชี้ว่า “สกรัมเน้นการเป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ แต่ก็มิได้กำหนดแนวทางหรือทักษะที่จำเป็นไว้อย่างชัดเจน” แต่จากการศึกษาพบว่า มีบางงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงทักษะที่ใช้ในสกรัมให้เห็นอยู่บ้าง

ทักษะหลักที่มีความสำคัญ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม คือ ทักษะการสื่อสาร (Communication) สกรัมเน้นการทำงานในสถานที่เดียวกัน เพื่อให้ได้การสื่อสารที่รวดเร็ว หากเกิดข้อสงสัยหรือปัญหาจะได้แก้ได้ทันท่วงที การสื่อสารที่ไม่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อาจทำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นมาได้ [16-18]

ในปี ค.ศ. 2010 P. Prabhakaran [19] ได้เขียนบทความในนิตยสาร “Agile Record, the Magazine for Agile Developers and Agile Testers” เกี่ยวกับทักษะของสกรัมทีม โดยมีการแบ่งทักษะที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะทางด้านเทคนิค (Technical Skills) และทักษะที่เห็นได้ทางด้านพฤติกรรม (Behavioural Skills) สำหรับนักพัฒนา (Developer), นักควบคุมคุณภาพ (Quality Assurance: QA), และสกรัมมาสเตอร์ (Scrum Master) ข้อสังเกตพบว่า P. Prabhakaran มีการแยกนักควบคุมคุณภาพออกมาเป็นอีก 1 บทบาท ซึ่งการแยกดังกล่าวขึ้นอยู่กับทีมพัฒนานั้น ๆ ด้วย โดยที่ทักษะส่วนใหญ่ของนักพัฒนาและนักควบคุมคุณภาพไม่ได้มีความแตกต่างกัน ในขณะที่สกรัมมาสเตอร์ต้องมีทักษะการ

อำนวยความสะดวกให้แก่ทีมเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากบางทักษะไม่ได้มีการอธิบายความหมายเอาไว้ในบทความ อาจส่งผลให้เกิดความสับสน หรือเกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกันได้

เนื่องจากงานวิจัยที่กล่าวถึงทักษะของสกรัมโดยตรงมีอยู่ค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาทักษะที่นิยมใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์วิธีอื่น ๆ มาร่วมในการนำเสนอทักษะที่จำเป็นสำหรับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม เพราะเชื่อว่าทั้งหมดตั้งอยู่บนหลักปฏิบัติ (Principles) และการให้คุณค่า (Value) ร่วมกัน

ในปี ค.ศ. 2012 A. A. Lorber และ S. R. Tieszen [20] ได้ทำการศึกษา พัฒนาวิธีในการสร้างความสมดุลงานก่อนที่จะเข้าพัฒนาในแต่ละสปรินท์ งานวิจัยดังกล่าวให้ความสำคัญกับการนำส่งซอฟต์แวร์ให้ตรงตามความต้องการ และทันเวลาในแต่ละสปรินท์ ซึ่งพวกเขาได้อธิบายว่า “ทีมที่ดีควรมีความพยายามที่จะปรับปรุงความสามารถ ในการทำงานแบบข้ามหน้าที่การทำงาน โดยใช้หลักปฏิบัติที่ดี เช่น แพร์โปรแกรมมิ่ง (Pair Programming) เพียร์โค้ดรีวิว (Peer Code Review) และทำงานอยู่ในสถานที่เดียวกัน ควรมีทักษะด้านการประมาณการ (Effort Estimation) เพื่อประเมินทรัพยากรที่ต้องใช้ในการพัฒนา อีกทั้งยังต้องมีความสามารถในการเจรจาต่อรอง (Negotiation) กรณีที่ต้องต่อรองเพื่อลดขอบเขตงานกับเจ้าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย”

B. Kovitz [21] นำเสนอทักษะสำหรับการพัฒนาความต้องการของลูกค้า (Requirement Engineering Phase) ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ ซึ่งทักษะที่ถูกกล่าวถึง เช่น ทักษะการแตกงานให้เป็นงานย่อย ๆ (Breaking Big Thing into Tiny Things) เพื่อให้ทีมสามารถเลือกไปใช้ในการพัฒนาได้, ทักษะการมีส่วนร่วมและการสื่อสาร (Collaboration and Communication), ทักษะการเขียนโค้ดแบบใช้การทดสอบในการขับเคลื่อน (Test-Driven), และทักษะการออกแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Design) เป็นต้น โดยมีงานของ A. Viljakainen และ T. Turunen [22] กล่าวสนับสนุนทักษะดังกล่าวด้วยเช่นกัน

R. J. Wirfs-Brock [23-24] ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะสำหรับนักออกแบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ (Agile Designer) ซึ่งใช้สกรัมเป็นตัวอย่างของการศึกษา โดยอธิบายว่าการออกแบบจะถูกทำในสปรินท์ ซึ่งสกรัมต้องการทราบปัญหาและหาแนวทางแก้ไขให้ได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว ฉะนั้นการออกแบบจะทำอย่างพอเพียงเท่านั้น เน้นไปที่ความเรียบง่ายแต่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ หากในกรณีที่แนวทางดังกล่าวไม่สามารถตอบโจทย์ของลูกค้า การออกแบบจะถูกทำซ้ำ โดยมีการร่วมมือและสื่อสารกันภายในทีม (Collaboration and Communication) ทุกคนต้องกล้าที่จะเปิดใจ มีความจริงใจต่อกัน รวมถึงการมีทัศนคติที่ดี ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเหนือกว่าเทคนิคและกระบวนการใด ๆ อันจะส่งผลให้การทำงานประสบความสำเร็จได้

C. Tan และ H. Teo [25] ทำการทดลองสอนนักศึกษาเกี่ยวกับทักษะการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ และมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการสอน ผลพบว่า หลังจากที่นักศึกษาได้เรียนรู้ทักษะดังกล่าว ส่งผลทางด้านบวกกับคุณภาพของซอฟต์แวร์ (Software Quality) รวมถึงความคืบหน้าของการพัฒนาโครงการด้วย (Work Progress) โดยทักษะที่ถูกนำเสนอ เช่น ทักษะการรับมือกับการเปลี่ยนแปลง (Dealing with Changes) การจัดการความขัดแย้ง (Conflict Management) รวมไปถึงทักษะที่สะท้อนออกมาจากบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในทีม เป็นต้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การรวบรวมทักษะที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมทักษะทั้งที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรง และเกิดจากการพิจารณาลักษณะของสกรัม อาทิ เช่น กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ถ้อยแถลงอไจล์ (Agile Manifesto) หลักปฏิบัติของอไจล์ (Agile Principle) เป็นต้น [26-27] รวมถึงมีการพิจารณาทักษะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และทักษะทางด้านบุคคลทั่วไป ที่น่าจะมีประโยชน์กับทีมพัฒนาในสกรัมร่วมด้วย จากนั้นทำการจำแนกทักษะดังกล่าวออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ทักษะทางด้านเทคนิค (Technical Skills), (2) ทักษะทางด้านบุคคล (People/ Soft Skills), และ (3) ทัศนคติ (Attitude) ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

3.2 การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้สกรัม

ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถาม เพื่อประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะที่นำเสนอ ว่ามีความจำเป็นกับทีมพัฒนาในสกรัมมากน้อยเพียงใด โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะนั้น ๆ และยังสามารถนำเสนอทักษะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจครั้งนี้คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสกรัมในประเทศไทย จำนวน 7 ท่าน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนผลักดันให้การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์เป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในประเทศไทย โดยที่ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ และมีผู้ตอบแบบสอบถามอีกจำนวน 31 คน ที่เป็นผู้ใช้สกรัมจริงในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย (Scrum Practitioners) ซึ่งแบบสอบถามประกอบไปด้วย (1) ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะและทัศนคติที่จำเป็นต่อความสำเร็จของทีม สำหรับสมาชิกทีมพัฒนาของสรัม (3) ข้อเสนอแนะ

โดยแบบสอบถามในส่วนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) มาใช้เป็นระดับคะแนนในการประเมินความคิดเห็น ซึ่งมีค่าดังต่อไปนี้ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 4 = เห็นด้วย, 3 = ไม่มั่นใจ, 2 = ไม่เห็นด้วย, และ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 1: ทักษะทางด้านเทคนิค และทักษะทางด้านบุคคลที่ผู้วิจัยนำเสนอ

ทักษะทางด้านเทคนิค	ทักษะทางด้านบุคคล
ทักษะที่เกี่ยวข้องกับสกรัมโดยตรง (Scrum Skills) - ทักษะการทำกระบวนการสกรัม (Scrum Process) - ทักษะการแตกงาน (Breaking the Product Backlog) - ทักษะการประมาณการแรงงาน (Effort Estimation) - ทักษะการลำดับความสำคัญของงาน (Advance Prioritization) **ทักษะที่ได้รับความนิยมจากการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอื่น ๆ (Popular Skills)** - ทักษะการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบใช้การทดสอบเป็นตัวขับเคลื่อน (Test Driven Practice) - ทักษะการทำแพร์โปรแกรมมิ่ง (Pair Programming) **ทักษะเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่วไป (Related Software Development Skills)** - ทักษะการคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) - ทักษะการออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Design : OOD) - ทักษะการใช้ดีไซน์แพทเทิร์น (Design Pattern) - ทักษะการเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Environment Preparation) - ทักษะการเขียนโค้ดตามมาตรฐาน (Coding Standard) - ทักษะการตรวจสอบโค้ด (Code Review) - ทักษะการหากรณีการทดสอบให้ครอบคลุม (Code Coverage) - ทักษะการทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) - ทักษะการระบุโค้ดที่น่าจะนำไปสู่ปัญหา (Code Smelling) - ทักษะการทำรีแฟคเตอร์ (Refactoring) - ทักษะการตรวจสอบความผิดพลาด (Debugging)	- ทักษะในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ (Active Learning) - ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking) - ทักษะในการตัดสินใจ/การคิดแบบมีวิจารณญาณ (Decision Making/ Critical Thinking) - ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) - ทักษะการจัดการเวลา/การวางแผน (Time Management/ Planning) - ทักษะการจัดการกับการเปลี่ยนแปลง (Dealing with Change) - ทักษะการจัดการความเครียด (Stress Handling) - ทักษะการสื่อสาร (Communication) - ทักษะความเป็นผู้นำ (Leadership) - ทักษะการทำงานเป็นทีม/การสร้างทีม (Teamwork/ Team Building) - ทักษะการสร้างสัมพันธภาพและความเข้าใจกัน (Diplomacy) - ทักษะการจัดการความขัดแย้ง (Conflict Management) - ทักษะการเจรจาต่อรอง (Negotiation) - ทักษะในการนำเสนองาน (Presentation)

เนื่องจากทักษะส่วนใหญ่ที่นำเสนอ เป็นทักษะทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์และทักษะทางด้านบุคคลทั่ว ๆ ไปที่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ทราบกันดีอยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงขออธิบายเพิ่มเติมเฉพาะในส่วนทักษะที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม ดังนี้

ทักษะการทำกระบวนการสกรัม คือ ทักษะในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในกระบวนการของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม (Scrum) ต้องมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการพัฒนาไม่ว่าจะเป็นบทบาท (Scrum Role), กิจกรรม (Scrum Activity), งานหรือผลจากกิจกรรมที่กระทำ (Artifact), หลักปฏิบัติสำคัญที่เกี่ยวข้อง (Practice), รวมถึงความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการพัฒนาแบบ

ทักษะการลำดับความสำคัญของงาน คือ ทักษะในการจัดลำดับความสำคัญของงานที่ทำ (Task) รู้ว่างานอะไรที่ต้องทำก่อน-ทำหลัง และงานใดต้องรอให้งานอื่นเสร็จเรียบร้อยก่อน ถึงจะสามารถทำงานนั้นได้

ทักษะการประเมินแรงงาน คือ ทักษะในการประมาณการแรงงาน (Effort) ที่ใช้ในการพัฒนา การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์กำหนดให้ทีมแสดงความคิดเห็น และตัดสินใจร่วมกันในการประมาณการแรงงานของแต่ละโพรดัคแบคล็อก (Product Backlog) หากมีสมาชิกคนใดมีความเห็นที่แตกต่าง สมาชิกคนอื่น ๆ ต้องอธิบายและแสดงความเห็น จนกว่าสมาชิกคนดังกล่าว จะเห็นด้วยกับการประมาณการนั้น ๆ

ทักษะการแตกงาน คือ ทักษะในการคิดวิเคราะห์แตก โพรดัคแบคล็อกให้เป็นงานย่อย ๆ เพื่อให้สมาชิกภายในทีมนำไปพัฒนาหรือแก้ปัญหาทีละส่วนได้

ตารางที่ 2: ทัศนคติที่ผู้วิจัยนำเสนอ

ทัศนคติ	คำจำกัดความ
ให้ความสำคัญกับซอฟต์แวร์ที่ทำงานได้จริง (Focus on Working Software)	การมีมุมมองหรือการตระหนักว่า ซอฟต์แวร์ที่ทำงานได้จริงมีความสำคัญมากกว่าเอกสารหรือไดอะแกรมที่ต้องนำส่งลูกค้า และสามารถนำมาใช้ในการวัดความก้าวหน้าของงานได้
ตระหนักในเรื่องคุณภาพ (Focus on Quality)	การมีมุมมองหรือการตระหนักถึงเรื่องคุณภาพอยู่ตลอดเวลา โดยเชื่อว่าการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีคุณภาพตลอดเวลาและทุกขั้นตอน จะช่วยทำให้ซอฟต์แวร์มีข้อผิดพลาดน้อยลง
เชื่อในความเรียบง่าย (Belief in Simplicity)	การมีมุมมองในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ง่ายและทำเท่าที่จำเป็น แต่ยังต้องเพียงพอกับความต้องการ มุมมองดังกล่าวจะทำให้งานที่ต้องทำมีจำนวนไม่มากเกินไป
เชื่อในการเป็นเจ้าของโค้ดร่วมกัน (Belief in Collective Code Ownership)	การมีมุมมองที่ว่า “โค้ดหรือผลิตภัณฑ์เป็นของทุกคนภายในทีม” ทุกคนเป็นเจ้าของร่วมกัน ดังนั้นในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้น และผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบหลักไม่อยู่ สามารถให้คนอื่น ๆ ภายในทีมทำการแก้ไข และทำงานต่อไปได้
ความเคารพและไว้เนื้อเชื่อใจซึ่งกันและกัน (Respect and Trust)	การมีความไว้เนื้อเชื่อใจ และการเคารพซึ่งกันและกัน เชื่อว่าสมาชิกของทีมแต่ละคนมีความรู้ และความสามารถเพียงพอที่จะทำงานให้สำเร็จลุล่วงลงได้ เพราะสมาชิกของทีมมีความหลากหลาย ทั้งในแง่ของประสบการณ์พื้นฐานและวัฒนธรรม
ความกล้า (Courage)	การมีมุมมองที่กล้าที่จะเผชิญหน้ากับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงของการพัฒนา ทำให้กิจกรรมสามารถลุล่วงไปได้ รวมถึงกล้าที่จะสื่อสารหรือบอกความผิดพลาดของตนเองที่เกิดขึ้น สมาชิกของทีมจะได้หารือร่วมกันในการแก้ปัญหาดังกล่าว
ให้ความสำคัญกับกรอบเวลาที่กำหนด (Focus on Time Boxing)	การมีมุมมองในเรื่องการเคารพกรอบเวลา (Time Boxing) ที่ได้กำหนดไว้ร่วมกัน โดยเมื่อถึงเวลาที่กำหนดดังกล่าว ไม่ว่างานจะเสร็จตามกำหนดเวลาหรือไม่ จำเป็นต้องหยุดทันที เพื่อทำกิจกรรมถัดไป
เชื่อในทีมที่สามารถจัดการตนเองได้ (Belief in Self-Directing Team)	การมีมุมมองที่ว่า หากสมาชิกทุกคนภายในทีมรู้บทบาทหน้าที่ของตน สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง รู้ว่าต้องทำอะไร ตอนไหนต้องนำหรือตอนไหนต้องตาม จะทำให้เกิดเป็นทีมที่สามารถจัดการตนเองได้
มีมุมมองในการทำบูรณาการโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง (Continuous Integration)	การมีมุมมองในการบูรณาการ (Integration) โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและบ่อยครั้ง รวมถึงเล็งเห็นความสำคัญของการทำบูรณาการบ่อย ๆ ว่าจะทำให้ได้ทดสอบ และเห็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานได้จริงได้เร็วขึ้น

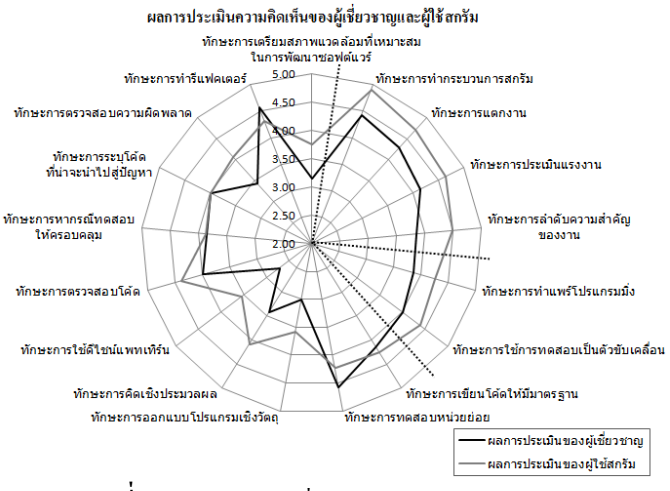
4. ผลการวิจัย

การตีความคะแนนการประเมินผล แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 4.51–5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 3.51–4.50 หมายถึง เห็นด้วย, 2.51–3.50 หมายถึง ไม่มั่นใจ, 1.51–2.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วย, และ 1.00–1.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ผลการประเมินเป็นดังภาพที่ 1 ภาพที่ 2 และภาพที่ 3

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีการใช้เส้นประแบ่งทักษะทางด้านเทคนิคออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ทักษะที่เกี่ยวข้องกับสกรัมโดยตรง ผู้ประเมินทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้สกรัม เห็นด้วยว่ามีความจำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนาในสกรัม ในขณะที่มีผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่งได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า “ปกติเจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นผู้จัดลำดับโพรดัคแบคล็อกตามความต้องการ ในขณะเดียวกันทีมพัฒนาต้องสามารถแตกโพรดัคแบคล็อกนั้น ๆออกเป็นงานย่อย ๆ ให้ได้ พร้อมทั้งกำหนดความสำคัญ รู้ว่างานใดมาก่อนมาหลังก่อนที่จะนำไปพัฒนาจริง”

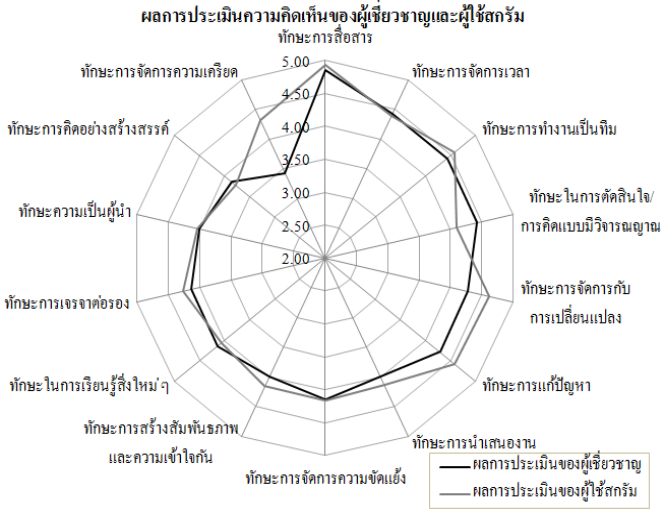
กลุ่มที่ 2 ทักษะที่ได้รับความนิยมจากการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอื่น ๆ กล่าวคือ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสกรัมโดยตรง แต่ถูกกล่าวถึงว่าเป็นกระบวนการที่ดี ที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในสกรัม ทักษะกลุ่มนี้ผู้ประเมินเห็นด้วยว่ามีความจำเป็นกับทีมพัฒนาในสกรัม และผู้เชี่ยวชาญได้อธิบายว่า “ในสกรัมเน้นการทำงานเป็นทีม การใช้แพร์โปรแกรมมิ่งจะช่วยในการตรวจสอบโค้ด และเป็นการแชร์ความรู้ร่วมกันระหว่างสมาชิกของทีม อีกทั้งการใช้ Test Driven Practice ยังเป็นการช่วยให้โค้ดได้ถูกตรวจสอบได้บ่อยครั้งอีกด้วย”



ภาพที่ 1: ผลการประเมินเกี่ยวกับทักษะทางด้านเทคนิค

กลุ่มที่ 3 ทักษะที่เกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่วไป (Related Software Development Skills) โดยทักษะกลุ่มนี้ผู้ใช้สกรัมเห็นด้วยว่า มีความจำเป็นกับสมาชิกทีมพัฒนาในสกรัม และยังมีความสำคัญกับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอื่น ๆ เพราะเป็นทักษะพื้นฐานของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสกรัมเห็นว่า ทักษะการใช้ดีไซน์แพทเทิร์นและทักษะการออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุ ไม่จำเป็นสำหรับสมาชิกทีมสกรัม เพราะขึ้นอยู่กับการตกลงของทีม อาทิ เช่น จะออกแบบอย่างไร เป็นโปรแกรมเชิงวัตถุหรือไม่ จะมีการใช้ดีไซน์แพทเทิร์นเข้าช่วยในการพัฒนาครั้งนั้นหรือไม่ เป็นต้น

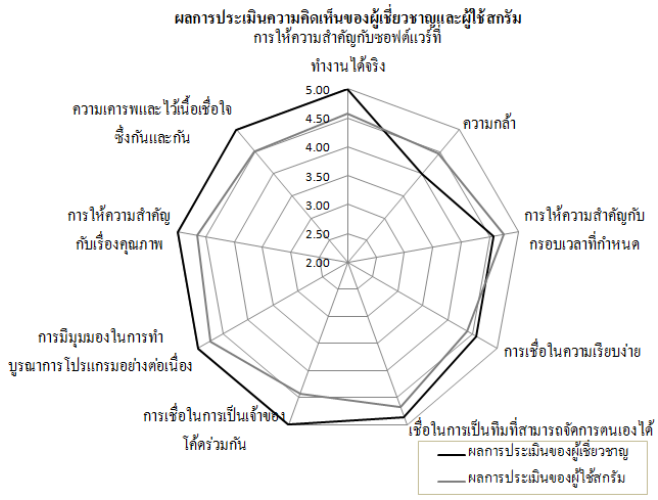
ในทักษะกลุ่มที่ 3 นี้ผู้เชี่ยวชาญยังไม่มั่นใจว่า ทักษะการเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนาซอฟต์แวร์, ทักษะการตรวจสอบความผิดพลาด, และทักษะการคิดเชิงประมวลผล มีความจำเป็นสำหรับทีมพัฒนาในสกรัม เพราะบางครั้งการเตรียมสภาพแวดล้อมในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ถูกทำโดยเจ้าหน้าที่สนับสนุนไอที (IT Support) ไม่ใช่ทีมพัฒนาของสกรัม ส่วนทักษะการตรวจสอบความผิดพลาด ผู้เชี่ยวชาญได้อธิบายว่า ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการใช้การทดสอบเป็นตัวขับเคลื่อนแล้ว ไม่จำเป็นต้องแยกทักษะดังกล่าวออกมาต่างหาก



ภาพที่ 2: ผลการประเมินเกี่ยวกับทักษะทางด้านบุคคล

จากภาพที่ 2 ผู้ใช้สกรัมเห็นด้วยว่าทักษะทางด้านบุคคลที่นำเสนอ จำเป็นกับทีมพัฒนาในสกรัม และมีเพียงทักษะการจัดการความเครียดเท่านั้น ที่ผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยว่าจำเป็น

กับทีมพัฒนาในสกรัม เนื่องจากความเครียดส่วนใหญ่เกิดกับโครงการที่มีเวลาจำกัด ขอบเขตของงานขนาดใหญ่ แต่สกรัมมีการเลือกจำนวนงานตามความสามารถของทีม ที่จะนำมาพัฒนาในรอบสปรินท์นั้น ๆ รวมถึงสามารถที่จะต่อรองกับเจ้าของผลิตภัณฑ์กรณีที่ต้องการลดขอบเขตของงาน ส่งผลให้ความเครียดที่เกิดขึ้นมีค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 3: ผลการประเมินเกี่ยวกับทัศนคติ

จากภาพที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้สกรัมต่างเห็นด้วยว่าทัศนคติทั้งหมดที่นำเสนอจำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนาของสกรัม และมีผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่งได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ “ความกล้า” ว่า บ่อยครั้งที่ต้องใช้ความกล้าในการตัดสินใจ หากทีมไม่มีความเชื่อมั่นและเชื่อใจกัน ความกล้าดังกล่าวอาจถูกตีความมาเป็นความบ้าบิ่นของคนที่มีทักษะดังกล่าวได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะทางด้านเทคนิคที่จำเป็นสำหรับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม ไม่ได้แตกต่างจากการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบดั้งเดิมมากนัก จะมีบ้างตามลักษณะเฉพาะของกิจกรรมของสกรัม ในขณะที่ทักษะทางด้านบุคคลและทัศนคติ ดูเหมือนจะเป็นสิ่งที่สกรัมมุ่งเน้นให้สมาชิกในทีมต้องมีเพิ่มขึ้น มากกว่าที่จะมองทักษะทางด้านเทคนิคเป็นหลักเพียงด้านเดียว

5. สรุปผล

เนื่องจากปัจจัยทางด้านบุคคลอันหมายถึงสมาชิกของทีมได้กลายมาเป็นกุญแจสำคัญ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม การที่สมาชิกของทีมมีความรู้ความสามารถ รวมถึงการมีทักษะที่เพียงพอ จะช่วยนำทีมไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ร่วมกันได้ งานวิจัยนี้นำเสนอทักษะที่จำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนาของสกรัม ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมทักษะที่เกี่ยวข้อง และทำการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวทางด้านสกรัมและผู้ที่นำสกรัมไปใช้พัฒนาซอฟต์แวร์จริงในประเทศไทย โดยแบ่งทักษะดังกล่าวออกเป็น 3 ประเภท คือ ทักษะทางด้านเทคนิค ที่ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์, ทักษะทางด้านบุคคล เป็นทักษะที่ช่วยในการสนับสนุนให้การพัฒนาซอฟต์แวร์มีประสิทธภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคนในทีม, และทัศนคติ ซึ่งเป็นมุมมองที่ดีที่สมาชิกของทีมควรมี ปัจจุบันมีงานวิจัยไม่มากนักที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบดังกล่าว งานวิจัยนี้ช่วยให้ทราบถึงทักษะที่จำเป็นสำหรับสมาชิกทีมพัฒนา ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม ซึ่งสมาชิกของทีมสามารถเลือกทักษะที่ยังไม่เชี่ยวชาญ มาใช้ในการพัฒนาตนเองได้ ส่วนงานที่สามารถทำได้ในอนาคต คือ การศึกษาหาวิธีการวัดระดับความสามารถในแต่ละทักษะดังกล่าว เพื่อให้สมาชิกของทีมรู้ว่า ณ ปัจจุบัน ตนเองมีความสามารถในระดับใด และต้องการที่จะก้าวไปสู่ระดับใดในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Azizyan, M. N. Magarian, and M. Kajko-Mattson, “Survey of Agile Tool Usage and Needs,” *Agile Conference (AGILE)*, August 7-13, pp. 29-38, 2011.

[2] “State of Agile Survey” [Online], Available: http://stateofagile.versionone.com, accessed on Jul. 20, 2014.

[3] “The Scrum Primer Version 2.0” [Online], Available: http://www.scrumprimer.org/scrumprimer20_small.pdf, accessed on Oct. 20, 2014.

[4] K. S. Rubin, “*Essential Scrum: a practical guide to the most popular agile process*,” First printing, Pearson Education, Inc., USA, pp. 198- 211, 2012.

[5] S. Viscardi, “*The Professional Scrum Master's Handbook*,” First printing, Packt Publishing Ltd., 35 Livery Street Birmingham B3 2PB, UK, p. 99, 2013.

[6] K. Schwaber, “Scrum Guide,” [Online], Available: http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf, accessed on Jul. 15, 2014

[7] K. Schwaber, “Scrum Development Process,” *Springer* London, pp. 117-134, 1997.

[8] N. Chantachaimongkol and P. Sincharoenpanich, “Critical factors for implementing the Scrum software development methodology,” Master Thesis in IT Management, School of Business, Society, and Engineering, Malardalen University, 2013.

[9] N. B. Moe, T. Dingsoyr, and T. Dyba, “Understanding Self-organizing Teams in Agile Software Development,” *Australian Conference on Software Engineering*, March 26- 28, pp. 76-85, 2008.

[10] M. Fowler and J. Highsmith, "The agile manifesto," Software Development, August, 2001.

[11] A. Cockburn and J. Highsmith, “Agile Software Development: The People Factor,” *Computer*, Vol. 34, Issue 11, pp. 131-133, 2001.

[12] R. Hoda, J. Noble and S. Marshall, “Organizing self-organizing teams,” *ACM/IEEE 32nd International Conference on Software Engineering*, Vol. 1, pp. 285-294, 2010.

[13] R. Hoda, J. Noble and S. Marshall, “Self-Organizing Roles on Agile Software Development Teams,” *The IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 39, Issue 3, pp. 422-444, 2013.

[14] T. Chow and D. Cao, “A Survey Study of Critical Success Factors in Agile Software Projects,” *The journal of Systems and Software*, Vol. 81, No. 6, pp. 961-971, 2008.

[15] N. B. Moe and T. Dingsoyr, “Scrum and team effectiveness: theory and practice,” *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol. 9, pp. 11-20, 2008.

[16] J. Cho, “Issue and Challenges of Agile Software Development with Scrum,” Vol. IX, Issue 2, pp. 188-195, 2008.

[17] Y. I. Alzoubi and A. Q. Gill, “Agile global software development communication challenges: A systematic review”, [Online], Available: http://pacis2014.org/data/PACIS_mainconference/pdf/pacis2014_submission_352.pdf, accessed on Aug. 05, 2014

[18] D. Kumlander, “Semi-and Fully Self-Organised Teams,” *Advanced Techniques in Computing Sciences and Software Engineering*. Springer Netherlands, pp. 257-261, 2010.

[19] P. Prabhakaran, “Skills for Scrum Agile Teams,” *Agile Record*, July 2010, Issue 3, pp. 55-57, 2010.

[20] A. A. Lorber and S. R. Tieszen, “A Starting Point for Negotiations - Delivering with a Heterogeneous Team,” *Agile Conference (AGILE)*, August 13-17, pp. 148-155, 2012.

[21] B. Kovitz, “Hidden Skills that Support Phased and Agile Requirements Engineering,” *Requirements Engineering*, April 8, pp. 135-141, 2003.

[22] A. Viljakainen and T. Turunen, “Requirements Engineering in Agile software projects,” [Online], Available: http://www.cs.joensuu.fi/~teturun/RE/REandAgile-final.pdf, accessed on Aug. 20, 2014.

[23] R. J. Wirfs-Brock, “Skills for the agile designer: seeing, shaping and discussing design ideas,” *Proceedings of the ACM international conference companion on Object oriented programming systems languages and applications companion*, pp. 323-326, 2010.

[24] R. J. Wirfs-Brock, “Designing with an Agile Attitude,” IEEE Software Magazine, Vol. 26, Issue 2, pp. 68-69, 2009.

[25] C. Tan and H. Teo, “Training Future Software Developers to Acquire Agile Development Skills,” Communication of The ACM, Vol. 50, No. 12, pp. 97-98, 2007.

[26] M. Cohn, “*Succeeding with Agile: Software development using Scrum*,” Second printing, Pearson Education, Inc., USA, pp. 31, 155-173, 2010.

[27] L. Williams, G. Brown, A. Meltzer, and N. Nagappan, “Scrum + Engineering Practices: Experiences of Three Microsoft Teams,” *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, September 22-23, pp. 463- 471, 2011.

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ รูปแบบทีมแข่งขัน แนวใหม่ ตามทฤษฎีของบลูม

The Development of E-Learning by a New Team Games Tournament Cooperative Learning Techniques, based on Bloom's Taxonomy

สมควร ฝายสระน้อย(Somkuan Faisanoi)[1] จงกล จันทร์เรือง(Jongkol Janruang)[2] และสนั่น การค้า(Sanun Karnka)[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[1]faisanoi44@gmail.com, [2]jj@sci.rmuti.ac.th, [3]karnka1@gmail.com

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ตามเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ และทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม มุ่งเน้นการทำงานแบบมีส่วนร่วมเฉพาะบุคคล ซึ่งยังขาดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือลักษณะการร่วมทีม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ และทดสอบการทำงานของเทคนิคผ่านระบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนออนไลน์ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักเรียนโรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 24 คน ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ซึ่งผลทดลองพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.05/82.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี คุณภาพของบทเรียนที่ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 จากผลการทดสอบใช้งานบทเรียนออนไลน์แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่นำเสนอสามารถนำไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบร่วมมือ ทีมแข่งขัน ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ระบบบริหารจัดการเรียนรู้

Abstract

The learning management based on collaborative learning techniques and Bloom's Taxonomy emphasize as the team's learning in the form of individual collaborative learning. However, their techniques do not have the activities for team collaborative learning. Therefore, this paper presents a new TGT techniques and its evaluation using LMS. There are four objectives in this research; (1) to develop the E-Learning based on a new TGT technique (2) to evaluate the efficiency of E-learning (3) to compare the achievement of students (4) to study the satisfaction of learners. The representative sample is derived by simple random sampling. This sample included students in total 24 learners who are studying at Huayluek Phadungwittaya School in Nakhon Ratchasima province. Experimental shows that the efficiency of E-Learning is equal to 81.05/ 82.50 which is higher than that 80/80. Also, the achievement of learners is increasing and their satisfied is in the good level. Moreover, the effectiveness by 3 experts is equal to 4.52, which is in very good level. That mean a new TGT technique can be used as well.

Keywords: Cooperative Learning, Team Games Tournament, Bloom's Taxonomy, Learning Management System.

1. บทนำ

การศึกษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นบุคคลที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย และจิตใจ เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ กระบวนการในการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ อย่างเสมอภาคและเท่าเทียม [1] แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนที่ยังเน้นรูปแบบการเรียนการสอนแบบทางเดียว นักเรียนขาดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอน ขาดแรงจูงใจในการเรียน ดังนั้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม [2] ผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะร่วมกันทำกิจกรรมรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเดียวกัน [3] นอกจากนี้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าและมีความครอบคลุมมากขึ้น การเรียนรู้แบบร่วมมือและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จึงควรถูกนำมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและสนับสนุนด้านการเรียนการสอน สามารถลดข้อจำกัดในด้านเวลา สถานที่ รวมถึงการเปิดโอกาสให้มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพิ่มมากขึ้น [4]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันผ่านระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) คือ มูเดิล (Moodle) เป็นระบบการจัดการเรียนการสอนสำเร็จรูป ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานง่าย มีองค์ประกอบของการจัดการเรียนที่ครบถ้วนสมบูรณ์ และใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียน [4]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อย ได้เรียนรู้และรับผลตอบแทนร่วมกัน ผลตอบแทนอาจอยู่ในรูปคะแนนหรือสิ่งอื่น ที่เป็นสิ่งจูงใจหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มย่อยร่วมมือกันเรียนรู้ [2]

2.1.2 เทคนิคการสอนแบบกลุ่มแข่งขัน (Team Games Tournament: TGT) เป็นการเรียนรู้แบบทีมแข่งขัน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้รวมกลุ่ม เพื่อทำงานร่วมกันและช่วยเหลือซึ่งกันและกันสมาชิกของทีมจะได้แข่งขันกันในเกมเชิงวิชาการ โดยความสำเร็จของทีมจะขึ้นอยู่ กับความสามารถของสมาชิกในกลุ่มเป็นสำคัญ [3]

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonom) เป็นทฤษฎีที่จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษา ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านความรู้ ด้านเจตคติ และด้านทักษะได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ ประกอบด้วย (1) ความรู้ที่เกิดจากความจำ (2) ความเข้าใจ (3) การประยุกต์ (4) การวิเคราะห์ (5) การสังเคราะห์ และ (6) การประเมินค่า ทั้งนี้ทฤษฎีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางด้านความรู้ เจตคติ และทักษะได้อย่างครบถ้วน [8]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชุณี สารสุวรรณ วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน(TGT) ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.41/80.18 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก บทเรียนมีความน่าสนใจ ในกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ยังไม่สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาในการทำกิจกรรมได้ [7]

ธิภากรณ์ นฤมาณนลินี วิจัยเกี่ยวกับการผสานระหว่างการเรียนผ่านอิเล็กทรอนิกส์กับการเรียนรู้ร่วมกันตามทฤษฎีของบลูม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.79 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีกิจกรรมที่น่าสนใจแต่ยังเป็นรูปแบบการเรียนในลักษณะตัวคนเดียวแต่เน้นการสื่อสาร สนทนา แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน [8]

Chin-Wen Liao., Farn-Shing Chen., Tsai-Hsiu Chen วิจัยเกี่ยวกับมุมมองของนักศึกษาที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้

Moodle เพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ ใช้วิธีการแบ่งกลุ่มตามทฤษฎี STAD เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ผลที่ได้รับจากการวิจัย คือมีพื้นที่แสดงความคิดเห็น ได้เรียนรู้ร่วมกัน บทเรียนมีความน่าสนใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น [9]

Shulamit Kotzer., Yossi Elran วิจัยเกี่ยวกับการการเรียนการสอนที่มีการใช้ระบบ E-learning โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) มาปรับใช้ให้เกิดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้เสมือนจริง ร่วมกับการใช้สถานการณ์จำลองที่ก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ [10]

Effandi Zakaria., Md Yusoff Daud วิจัยเกี่ยวกับบทบาทของเทคโนโลยี Moodle สามารถจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้เป็นเครื่องมือในการออกแบบบทเรียนได้อย่างครอบคลุม [11]

จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า มีการนำเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาประยุกต์ใช้ด้านการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย มีรูปแบบการสอนที่มีความน่าสนใจ กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอการพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ รูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

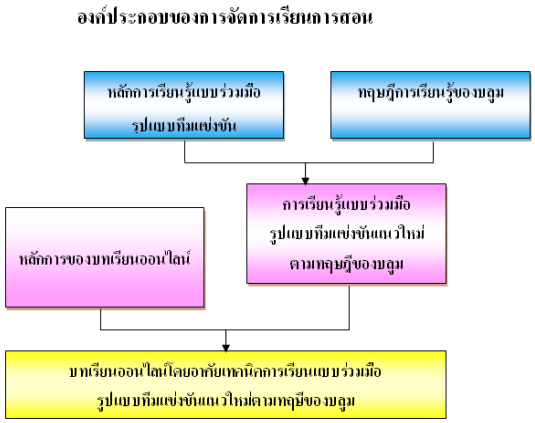
3.1 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมการแข่งขันแนวใหม่ (A new TGT techniques)

ผู้วิจัยนำหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน และออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยพัฒนาทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ โดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน แนวใหม่ ตามทฤษฎีของบลูม ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดดังแสดงใน ภาพที่ 1

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โรงเรียนห้วยลึกผดุง 2 วิทยา จังหวัดนครราชสีมา ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 4 สารสนเทศ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 44 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนห้วยลึกผดุงวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 24 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบการสุ่มแบบง่าย [5]



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการพัฒนาเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบทีมการแข่งขันแนวใหม่ (A new TGT techniques)

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ออกเป็น 5 เรื่องย่อย ได้แก่ (1) ความหมายและพัฒนาการของการสื่อสาร (2) เทคโนโลยีการรับส่งข้อมูล (3) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (4) โพรโทคอล และ (5) อุปกรณ์สื่อสารในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) บทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ โดยทำงานตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) (2) แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (4) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนออนไลน์

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการระบบ (System Approach)[7] ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์, ออกแบบ, พัฒนา, ทดลองใช้ และการประเมิน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีการเรียนรู้และศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วรวบรวมข้อมูลนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย

2) การออกแบบ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดมากำหนดเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ออกแบบกระบวนการในการเรียนการสอน กิจกรรมกลุ่มตามเทคนิค TGT ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3) การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยมูเดิลมีกิจกรรมในการเรียนการสอน คือ เนื้อหาบทเรียน การบ้าน แบบทดสอบ กระดานสนทนา ห้องสนทนา และกิจกรรมกลุ่มเทคนิค TGT การติดตามและประเมินผลการเรียน

4) การทดลองใช้ เมื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์และประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งทดลองใช้แล้ว จะต้องดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้ว ผู้สอนจะทำการแบ่งกลุ่มโดยคละผู้เรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน ได้ 4 กลุ่ม จากนั้นจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้คะแนนโบนัสจากการทำการบ้าน และแบบทดสอบคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นกลุ่ม

5) การประเมินผล สุดท้ายจะทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อดูพัฒนาการจากการใช้บทเรียนออนไลน์ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนออนไลน์

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลที่ได้จากการพัฒนาบทเรียนออนไลน์

ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) มีหน้าจอหลักของบทเรียนออนไลน์ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยบทเรียนออนไลน์มีรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ตามหัวข้อย่อยที่ 4.1.1 – 4.1.6 โดยแต่ละหัวข้อย่อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

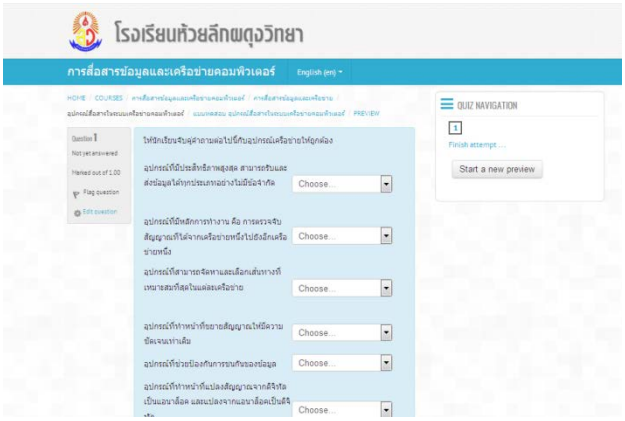
4.1.1 การสมัครเรียน ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนและเข้าสู่บทเรียนออนไลน์ ผ่านหน้าจอหลักของบทเรียนออนไลน์ โดยการกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนและสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้



ภาพที่ 2: หน้าจอหลักของบทเรียนออนไลน์

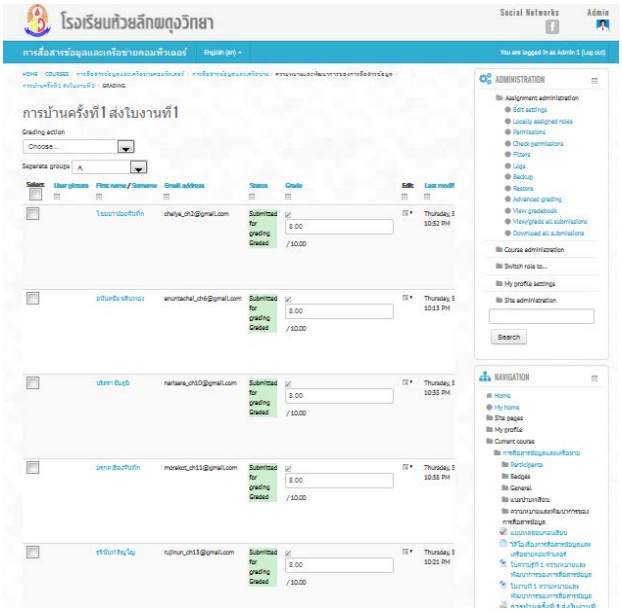
4.1.2 การแบ่งกลุ่มผู้เรียนโดยใช้คะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเกณฑ์ ทำให้สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม A, B, C และ D ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยผู้เรียนทั้ง เก่ง ปานกลาง อ่อน ทั้งนี้การจัดกลุ่มจะเป็นแบบวนรอบเข้ากลุ่มทีละคนตามลำดับ

4.1.3 บทเรียนออนไลน์ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 หน่วย โดยแต่ละหน่วยจะประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชา สื่อการเรียนรู้ การบ้านและแบบทดสอบตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมซึ่งผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมร่วมกันเป็นทีม ดังตัวอย่างในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างหน้าจอการทำกิจกรรมทีมแข่งขัน

4.1.4 ผู้เรียนร่วมกิจกรรมการแข่งขันจากการทำการบ้านและแบบทดสอบผ่านบทเรียนออนไลน์ โดยคะแนนจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม เพื่อให้เป็นคะแนนโบนัสของทีม ตัวอย่างหน้าจอการให้คะแนนโบนัสของแต่ละทีม ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ตัวอย่างหน้าจอการให้คะแนนโบนัส

4.1.5 การติดต่อสื่อสารผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนระหว่างกัน ผ่านกระดานสนทนา และห้องสนทนา

4.1.6 การรายงานผลการเรียน เป็นการรายงานสถานะ การส่งงาน การสรุปคะแนนของผู้เรียนรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยผู้เรียนสามารถเข้าดูรายงานได้ ตัวอย่างดังตัวอย่างในภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ตัวอย่างหน้าจอรายงานสรุปคะแนนผลการเรียน

4.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพภาพบทเรียนออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าบทเรียนออนไลน์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.52 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลการวิเคราะห์คุณภาพภาพบทเรียนออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้าน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
เนื้อหา	4.55	0.29	ดีมาก
เทคนิคและวิธีการ	4.48	0.38	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.52**	**0.06**	**ดีมาก**

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนออนไลน์บทเรียนออนไลน์ ไปทดลองหาประสิทธิภาพได้ผลปรากฏดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ ตามเกณฑ์ 80/80 (E1/E2)

เกณฑ์	ค่าประสิทธิภาพ
E1	81.05
E2	82.50

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ E1, E2 เท่ากับ (81.05/82.50) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ (80/80)

4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้บทเรียนออนไลน์

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้บทเรียนออนไลน์ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการทดลองพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.29 และคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 7.75 คะแนนผลการทดสอบ T-Test เท่ากับ -19.17 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยค่า P เท่ากับ 0.00 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด คือ 0.05 สรุปว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์

ผลสัมฤทธิ์	N	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	24	4.29	0.90	-19.17	0.00
หลังเรียน	24	7.75	0.91		

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้บทเรียนออนไลน์

แบบสอบถามจากงานวิจัยของ ธีภากรณ์ นฤมาณนลินี [8] ถูกนำมาใช้เป็นต้นแบบในการสร้างแบบสอบถามสำหรับงานวิจัยฉบับนี้ ผลการสอบถามสรุปได้ว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ จำนวน 24 คนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 (S.D.=0.55) ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และเมื่อพิจารณารายข้อพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดในเรื่องการติดต่อสื่อสารและแสดงความคิดเห็นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ($\bar{X}$ =4.63, S.D.=0.50) ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป คือ มีความกระตือรือร้น มีการปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wei-Yuan Dzan, Ru-Chu Shih, & Shi-jer Lou ที่พบว่านอกจากจะได้รับความรู้จากการเรียนแล้วยังมีพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องมาจากมีการช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในทีม ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ [12]

5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยอาศัยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขันแนวใหม่ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ 81.05/82.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วยค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่าศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมาก บทเรียนออนไลน์เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน มีการช่วยเหลือร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ, *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย : กรุงเทพมหานคร, 2552.

[2] ทิศนา แขมมณี, “รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ,” *รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร, 2552.

[3] ทิศนา แขมมณี, “ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ,” *ศาสตร์การสอน*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร, 2553.

[4] ทิศนา แขมมณี, “หลักการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย”, *ศาสตร์การสอน*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร, 2553.

[5] บุญชม ศรีสะอาด, *การวิจัยเบื้องต้น*, สุริยาสาส์น : กรุงเทพมหานคร, 2545.

[6] พัชรี ลิ้มสุวรรณ, *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TGT*, ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา เน้นเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.

[7] วิชุณี สารสุวรรณ, *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบทีมแข่งขัน (TGT) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[8] ธีภากรณ์ นฤมาณนลินี, *การผสานระหว่างการเรียนผ่านอิเล็กทรอนิกส์กับการเรียนรู้ร่วมกันตามทฤษฎีของบลูม โดยพื้นฐานของระบบบริหารจัดการเรียนรู้*, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2553.

[9] Chin-Wen Liao., Farn-Shing Chen., Tsai-Hsiu Chen, “Perspectives of University Students on Cooperative Learning by Moodle” ,*International Journal of Digital Content Technology and its Applications.* Volume 5, Number 6, June 2011.

[10] Shulamit Kotzer., Yossi Elran, “Learning and teaching with Moodle-based E-learning environments, combining learning skills and content in the fields of Math and Science & Technology”, *1st Moodle Research Conference Heraklion*, Crete-Greece SEPTEMBER, 14 - 15, 2012.

[11] Effandi Zakaria., Md Yusoff Daud, “THE ROLE OF TECHNOLOGY: MOODLE AS A TEACHING TOOL IN A GRADUATE MATHEMATICS EDUCATION COURSE”, *Leena and Luna International*, Oyama, Japan. 2013.

[12] Wei-Yuan Dzan, Ru-Chu Shih, & Shi-jer Lou , “Construction and Application of Incorporating Imagination Cooperative Learning with Team Game Tournament”, *2012 Fourth IEEE International on Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning*, Taiwan, 2012.

การเพิ่มประสิทธิภาพระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงภาษาไทยโดยใช้เทคนิค TF-IDF และผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร

Thai Optical Character Recognition (OCR) Enhancement using TF-IDF and Text Position Differences

พรศิริ ภวภูตญาณชัย(Phornsiri Phawapoothayanchai)[1] และไกรศักดิ์เกษร(Kraisak Kesorn)[2]

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[1]lookrylookroon@gmail.com, [2]kraisakk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

โดยปกตินักวิจัยจะให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงสำหรับภาษาไทย (Thai Optical Character Recognition : OCR) โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบประมวลผลรูปภาพ (Image processing) เพื่อให้รู้จำตัวอักษรต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ข้อจำกัดของการประมวลผลรูปภาพคือใช้เวลาในการประมวลผลรูปภาพนาน ทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ในบางแอพพลิเคชั่นที่ต้องการความรวดเร็วในการทำงานเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ ดังนั้น บทความนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงที่ไม่ใช้วิธีการประมวลผลรูปภาพ งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีการ TF-IDF และผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร (Text position differences) ผลการทดลองด้วยวิธีการวัดค่าความถูกต้องแม่นยำมาตรฐาน (Precision-Recall) และพบว่ามีค่าถูกต้องแม่นยำในการรู้จำคำภาษาไทยเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 72.88% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการรู้จำตัวอักษรด้วยแสงแบบเดิม

คำสำคัญ: การจำตัวอักษรด้วยแสง ผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร

Abstract

Typically, researchers focus on improving Thai optical character recognition (OCR) efficiency by developing new techniques using image processing based methodology. However, the major limitation of image processing techniques is its complexity and time consuming. Thus they are not applicable for some applications which are speed sensitively. Therefore, this paper presents a method for enhancing OCR system using the simple TF-IDF and the text position differences techniques. The experimental results reveal that the proposed methods can enhance the performance of traditional OCR measured by Precision and Recall. The accuracy of Thai word recognition is increased up to 72.88% compared to the traditional OCR techniques.

Keywords: Optical Character Recognition, Text Position Differences.

1. บทนำ

การรู้จำ (Recognition) มีความสำคัญและเป็นแขนงหนึ่งของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) [1] การรู้จำตัวอักษรมีขั้นตอนการทำงานที่สำคัญ คือการวิเคราะห์ภาพที่ประกอบไปด้วยตัวอักษร แล้วทำการดึงตัวอักษรออกมาทีละตัวตามลำดับ หากการแยกตัวอักษรไม่มีประสิทธิภาพและไม่ถูกต้องจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการรู้จำผิดพลาด การใช้งานระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงจะช่วยย่นระยะเวลาการสื่อสารระหว่างชาวต่างชาติและผู้ประกอบการ ทำให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น [2] อย่างไรก็ตามการรู้จักตัวอักษรโดยใช้เทคนิคประมวลผลรูปภาพส่วนมากมักจะใช้เวลานานในการประมวลผลรูปภาพตัวอักษรแต่ละตัว สำหรับภาษาไทย การรู้จำตัวอักษรยังมีประสิทธิภาพที่ยังไม่สูงมากนัก

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาการวัดการเปรียบเทียบโดยใช้เทคนิค TF-IDF และผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร (Text position differences) มาประยุกต์ใช้เพื่อ

ปรับปรุงประสิทธิภาพการรู้จำตัวอักษรแบบเดิม โดยขอบเขตการทดลองจะใช้กับตัวอักษรในเมนูอาหารไทยจำนวน 100 คำ ซึ่งรายละเอียดของกรอบแนวคิดและผลการทดลองจะอธิบายในหัวข้อต่อๆ ไปในบทความนี้

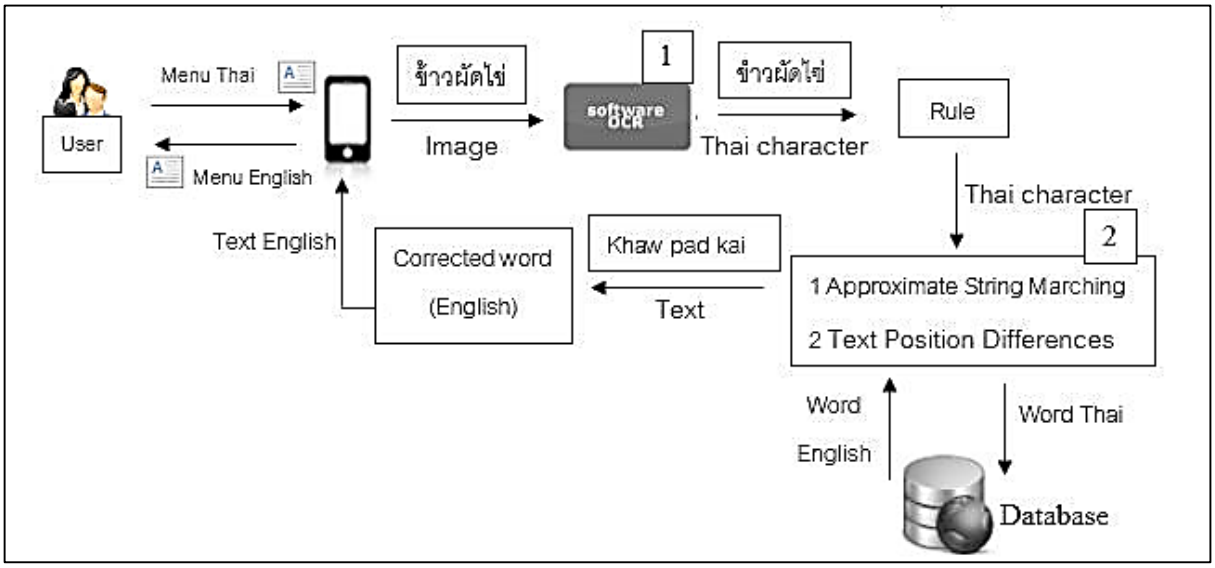
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในครั้งนี้ได้แก่ TF-IDF คือ การคำนึงถึงความถี่ของคำในเอกสาร [3] OCR คือ การแปลงไฟล์ภาพเอกสาร ให้เป็นไฟล์ข้อความโดยอัตโนมัติ [4] Text Position Differences (TPD) คือ การวัดระยะทางคำนวณหาระยะห่างระหว่างจุดใดๆสองสุด ใช้เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึง [5] ในงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีนำกระบวนการ OCR บนมือถือมาใช้แปลงรูปภาพที่มีข้อความเป็นเอกสารข้อความ โดยใช้อัลกอริทึมคอมพิวเตอร์ [6] หลายวิธีตัวอย่างเช่น Victor Fragoso, Steffen Gauglitz [7] เสนอวิธีการ Singleclick Augmented reality translator บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน โนเกีย N900 โดยประยุกต์ใช้ความสามารถในการซ้อนทับข้อความที่แปลโดยอัตโนมัติ OCR (Tesseract) and online translation services (Google Translation API) ได้ใช้การวิเคราะห์ภาพและจับคู่เฟรมกับมุมสุดท้ายโดยเปลี่ยนขนาดของภาพให้มีขนาด 9x9 พิกเซล ซึ่ง Martinez-Carballido [8] เสนอวิธีการรู้จำเฉพาะตัวเลขโดยการใช้แม่แบบ (Template) ของตัวเลข ขนาด 5x7 พิกเซล แต่ละพิกเซลมีค่า 0 และ 1 วิธีการรู้จำทำได้โดยการลดขนาดของตัวเลขลงให้เหลือขนาด 5x7 พิกเซล แล้วนำไปเปรียบเทียบกับแม่แบบวิธีนี้มีความถูกต้องในการรู้จำถึง 97.3% ซึ่งสูงกว่าวิธีการของ Victor Fragoso, Steffen Gauglitz แต่วิธีการดังกล่าวยังรู้จำเฉพาะตัวเลขเท่านั้น ต่อมา Maulana Wahid Abdurrahman [9] ได้เสนอวิธีการ OCR (Tesseract) ซึ่งประยุกต์ใช้กับกล้องโทรศัพท์มือถือในการแปลภาษาทั้งหมดสามภาษาคือ ซุนดา อินโดนีเซียและ อังกฤษ ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้อง 70% ข้อจำกัดในการทดลองนี้คือ รูปแบบอักษร แสง และขนาดของรูปภาพ มีผลต่อประสิทธิภาพการรู้จำตัวอักษร จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าได้มี การนำ OCR นิยมใช้ในภาษาต่างประเทศ ส่วนภาษาไทยนั้นมีการประยุกต์ใช้ OCR ในงานต่างๆ เช่น ระบบรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ [10] และในปัจจุบันได้เริ่มมีการใช้ OCR มาใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถือ แต่ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับรูปแบบตัวอักษร สีของรูปแบบอักษร มุมกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ และพื้นหลังดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยายามพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (Enhance) ของการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยให้มากขึ้นโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค TF-IDF และ TPD มาช่วยปรับปรุงผลที่ได้จากการทำงานของ OCR เดิมให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับตัวอักษรภาษาไทยมากขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำงานของกรอบแนวคิดของงานวิจัย ระบบจะทำการอ่านคำภาษาไทยและแปลผลออกมาเป็นภาษาอังกฤษ ระบบจะทำงานผ่านกล้องมือถือบนระบบแอนดรอยด์และอ่านข้อความภาษาไทยเพื่อเข้าสู่กระบวนการ OCR (ขั้นตอนที่ 1) จากนั้นทำการแปลงคำภาษาไทย ให้เป็นตัวอักษรและ



ภาพที่ 1 : ภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

นำไปค้นหาคำที่เป็นเมนูอาหารไทยในฐานข้อมูล (Database) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จาก OCR นี้จะมีทั้งถูกต้องและผิด ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ OCR ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการวัดTF-IDF และผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร (TPD) มาใช้ในการแปลงคำให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (ขั้นตอนที่ 2) และขั้นตอนสุดท้าย (ขั้นตอนที่ 3) คือการเปรียบเทียบระบบระหว่าง OCR แบบเก่า และ OCR ที่ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค TF-IDF และ TPD เข้าร่วมด้วย

การวัดการเปรียบเทียบสายอักขระโดยวิธีการ TF-IDF

โดย TF (Term Frequency) คือความถี่ของแต่ละตัวอักษรที่ปรากฏในคำ และ IDF คือ (Inverse Document Frequency) คือ ส่วนกลับของความถี่ตัวอักษรที่ปรากฏตัวอักษรนั้นอยู่ดังนั้น Salton and Buckley (1988) [11] จึงนำเสนอวิธีการแทนค่าเอกสารด้วยค่า TF-IDF คือคำนึงถึงความถี่ของคำในเอกสารด้วย [12] โดยวิธีนี้จะมีคำนวณหาความเหมือนของคำ [13] ดังสมการที่ 1

$$TF_t = \frac{n_t}{N} \qquad (1)$$

โดยที่ n คือจำนวนตำแหน่งของตัวอักษร (คำต้นแบบ) และ DF_k คือความถี่ของตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในเอกสารทั้งหมดของคำที่ k โดยที่ k = 1, ..., m เมื่อ m คือจำนวนตัวอักษรทั้งหมดจากทุกเอกสาร จากนั้นคำนวณค่า TF-IDF [13] ดังสมการที่ 2

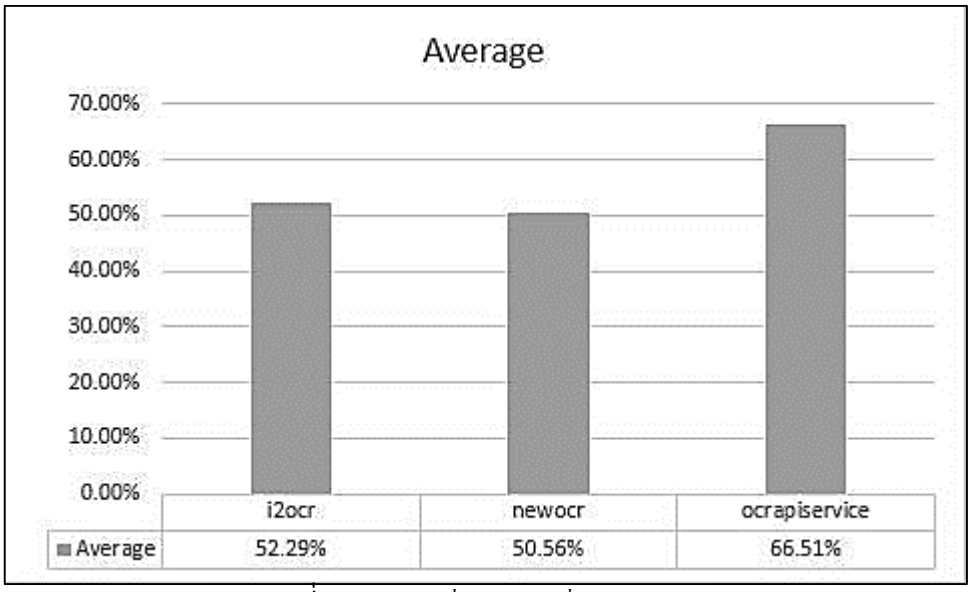
$$IDF_k = \frac{1}{2}\left[1 + log_2\left(\frac{D}{d_t}\right)\right] \qquad (2)$$

โดยที่ D คือ จำนวนตัวอักษรที่ถูกต้องของคำที่ d_t ในเอกสารที่ t โดย t =1, ..., n เมื่อ n คือ จำนวนตำแหน่งของตัวอักษรทั้งหมด

ผลต่างของตำแหน่งตัวอักษร (Text Position Differences)

ขั้นตอนนี้มีไว้ใช้เมื่อมีค่า TF-IDF เท่ากันและมีประโยชน์เพื่อจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อความ แสดงผลรายการตัวอักษรที่เกี่ยวข้องกับข้อความเพียงบางส่วนได้ โดยการวัดระยะทางคำนวณหาระยะห่างระหว่างจุดใดๆสองสุด ใช้เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึง [12] ซึ่งเป็นการนำเอาตัวอักษรที่ได้จากกระบวนการ OCR มาวัดระยะทางเพื่อเปรียบเทียบคำในฐานข้อมูล ที่มีอยู่ เพื่อคัดกรองคำที่

ใกล้เคียงและหาค่าความถูกต้องของคำนั้นๆ ดังสมการที่ 3



ภาพที่ 3 : แสดงค่าเฉลี่ยของ OCR ที่ใช้ในการทดลอง

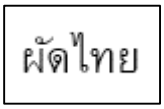
จากนั้นแสดงผลลัพธ์เมนูอาหารไทยที่เป็นภาษาอังกฤษให้กับผู้ใช้ เมื่อกำหนดให้

- j แทน j ปริภูมิ j มิติ
- x แทนข้อมูลชุดที่ 1 x = $x_{i1}\ x_{i2}\ldots x_{im}$
- y แทนข้อมูลชุดที่ 2 y = $y_{i1}\ y_{i2}\ldots y_{im}$
- $d_{x,y}$ แทนระยะทางระหว่างข้อมูล x และ y ดังสมการที่ 3 [14]

$$d_{x,y} = \sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i) \qquad (3)$$

3.2 ข้อมูลสำหรับการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการเก็บข้อมูลจากเอกสารที่ถูกจัดเก็บเอาไว้ในรูปแบบของไฟล์ภาพตัวอักษรที่ใช้เป็นคำศัพท์เมนูอาหารไทย จำนวน 100 ภาพในรูปไฟล์นามสกุล Joint Photographic Experts Group (.JPEG) มีขนาดตั้งแต่ 320x240 ถึง 2048x1536 พิกเซล และตัวอักษรเป็นสีดำพื้นหลังเป็นสีขาว



ภาพที่ 2 : ภาพแสดงเอกสารตัวอย่างบางส่วน

จากนั้นทำการนำภาพเข้าสู่กระบวนการ OCR และทำการคัดกรองคำที่ได้จากกระบวนการ OCR เข้าสู่การคำนวณ TF-IDF และใช้และ TPD มาวัดระยะทางเพื่อคำในฐานข้อมูล ที่มีอยู่ เพื่อคัดกรองคำที่ใกล้เคียงและค่าความถูกต้องของคำนั้นๆ แสดงผลลัพธ์ที่เป็นเมนูอาหารไทยที่เป็นภาษาอังกฤษให้กับผู้ใช้

3.3 ตัววัดประสิทธิภาพการจำแนก

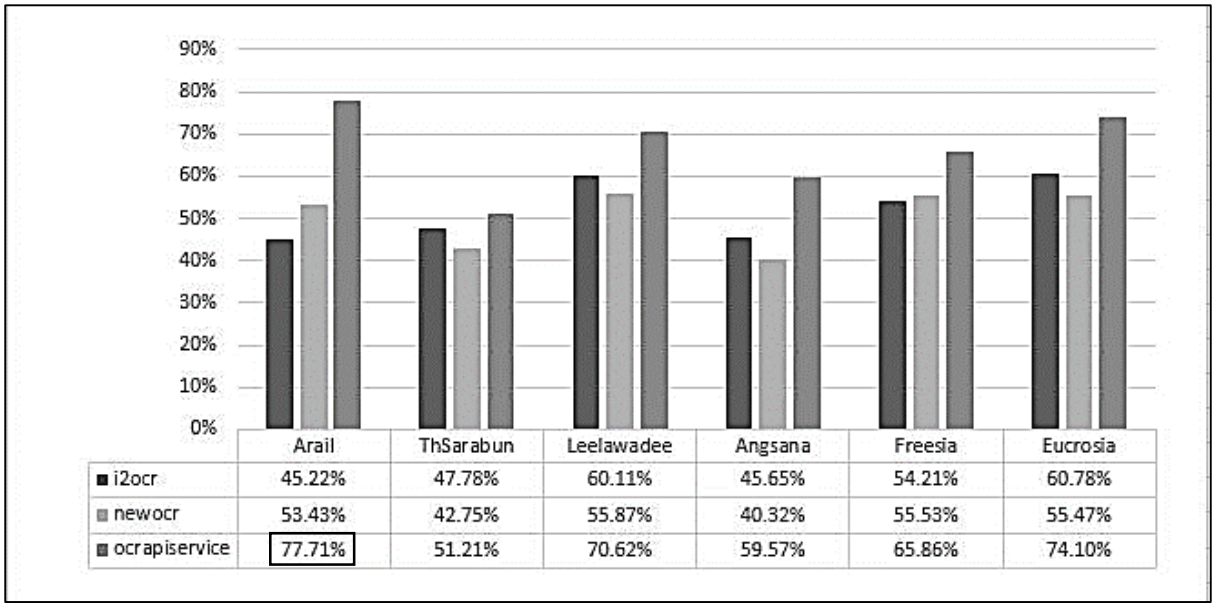
เป็นการวัดประสิทธิภาพของตัวจำแนก คือ วัดค่าอัตราความถูกต้อง

$$\text{Precision} = \frac{\text{จำนวนตัวอักษรที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนตัวอักษรที่ถูกต้องของแต่ละตำแหน่ง}} \qquad (4)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{จำนวนตำแหน่งตัวอักษรที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนตัวอักษรทั้งหมดในฐานข้อมูล}} \qquad (5)$$

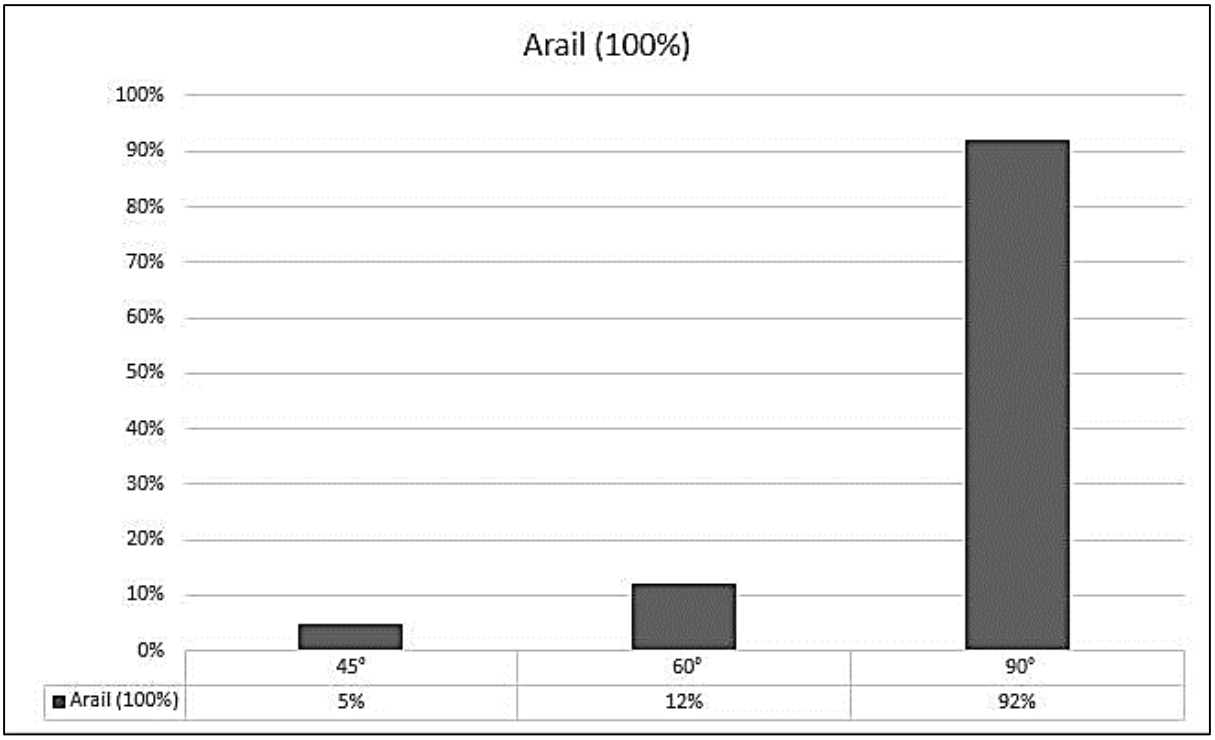
4. ผลการทดลอง

จากการทดสอบโดยการนำเอกสารที่อยู่ในรูปของไฟล์ภาพเข้าสู่กระบวนการ OCR และใช้ไฟล์ภาพตัวอักษรที่ใช้เป็นเมนูอาหารไทย จำนวน 100 ภาพ



	Arail	ThSarabun	Leelawadee	Angsana	Freesia	Eucrosia
i2ocr	45.22%	47.78%	60.11%	45.65%	54.21%	60.78%
newocr	53.43%	42.75%	55.87%	40.32%	55.53%	55.47%
ocrapiservice	77.71%	51.21%	70.62%	59.57%	65.86%	74.10%

ภาพที่ 4 : แสดงผลการทดสอบระหว่าง OCR และแบบอักษร



	45°	60°	90°
Arail (100%)	5%	12%	92%

ภาพที่ 5 : แสดงผลการทดสอบหาผลลัพธ์ไฟภาพก่อนเข้าสู่ระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสง (OCR)

4.1 ทดสอบหาระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงและแบบอักษรที่เหมาะสม

OCR ในการทดลองมีดังนี้คือ i2ocr [15], newocr [16] และ ocrapiservice [17] เหตุผลที่เลือกใช้ OCR ทั้งสามนี้เพราะเป็นซอฟต์แวร์ที่ให้ใช้ฟรี (Freeware) และแบบอักษรที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 6 รูปแบบดังนี้คือ Arail, ThSarabun, Leelawadee, Angsana, Freesia และ Eucrosia โดยผลลัพธ์นั้นแสดง

ให้เห็นดังภาพที่ 4 ในการทดลองนี้ผู้วิจัยทดลองเพื่อหา OCR ที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดจาก OCR ทั้งหมดที่เลือกมา

จากภาพที่ 3 สรุปได้ว่า ocrapiservice ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องมากที่สุดคือ 66.51% และลองลงมาคือ i2ocr, newocr ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 52.29%, 50.56% ตามลำดับ และ แบบอักษรที่ใช้ในการทดลองผลที่ได้คือ Arail ให้ค่าความถูกต้อง 77.71% มากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกตัวอักษรที่ใช้ในการทดลองดังภาพที่ 4

4.2 ทดสอบหาผลกระทบของมุมกล้องต่อประสิทธิภาพการรู้จำตัวอักษรด้วยแสง

ในหลายกรณีที่การรู้จำตัวอักษรมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากมุมกล้องที่ใช้ถ่ายคำต่างๆ ไม่เหมาะสม ดังนั้นในการทดลองนี้จะทดสอบถึงผลกระทบต่อมุมกล่องต่างๆ ต่อประสิทธิภาพการรู้จำตัวอักษร โดยนำกล้องจากโทรศัพท์มือถือถ่ายภาพที่เป็นเมนูอาหารไทยโดยใช้มุมกล้องที่ต่างๆ กัน คือ 45° 60° และ 90°

จากการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อเราถ่ายภาพโดยใช้มุมกล้องที่ต่างกันผลลัพธ์ที่ได้ก็จะต่างกัน โดยค่าที่ได้จากการถ่ายมุม 90° คือ 92% และค่าที่รองลงมาคือการถ่ายภาพโดยการเอียงมุมกล้อง 60° และ 45° ค่าที่ได้คือ 12% และ 5% ตามลำดับดังภาพที่ 5 ค่าที่ได้วิเคราะห์จากการถ่ายภาพคือ ถ้าถ่ายภาพมุมตรงจะทำให้ตัวอักษรที่ได้มีความชัดเจนไม่เชื่อมติดกันหรือขาดหายแต่ถ้าถ่ายภาพโดยการเอียงมุมกล้องจะทำให้ตัวอักษรที่ได้เชื่อมติดกันหรือขาดหายทำให้ระบบไม่สามารถแยกแยะตัวอักษรที่ได้อย่างถูกต้องจึงทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนยิ่งมุมกล้องเอียงมากเท่าไหร่ก็จะทำให้ผลที่ได้มีค่าความถูกต้องน้อยลง ดังภาพที่ 5

4.3 ทดสอบผลการเปรียบเทียบระบบรู้จำตัวอักษรด้วยแสงและการเพิ่มประสิทธิภาพด้วย TF-IDF และ Text position differences

การทดลองเปรียบเทียบระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโดยการนำเอาเทคนิค TF-IDF และ TPD มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ OCR ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเทคนิคที่นำเสนอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผลลัพธ์มากกว่าการใช้ OCR เพียงอย่างเดียว โดยผลลัพธ์นั้นแสดงให้เห็นดังตารางที่ 1 ตัวเลขในตารางมาจากการวัดการเปรียบเทียบสายอักขระโดยวิธีการ TF-IDF และ TPD รวมถึงใช้ตัววัดประสิทธิภาพการจำแนก (Precision-Recall) ดังสมการที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด

ตารางที่ 1 : แสดงผลการทดลองระบบ

	ประสิทธิภาพเดิม	ประสิทธิภาพใหม่	ค่าเพิ่มขึ้น %
I2ocr	52.29%	68.13%	11.84%
Newocr	50.26%	64.79%	12.53%
Ocrapiservice	66.55%	85.72%	16.17%
Average	58.36%	72.88%	14.51%

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำเอาเทคนิคที่นำเสนอมาใช้ร่วมกันกับ OCR สามารถเพิ่มความถูกต้องของการรู้จำตัวอักษรสูงขึ้นถึง 85.72% โดยใช้วิธี ocrapiservice และใช้กับตัวอักษรแบบ Arial ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการทำนำเสนอรูปแบบหลักการทำงานของ Text Position Differences มาช่วยเรียงลำดับโดยใช้การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงมาวัดระยะทางของตำแหน่งตัวอักษร สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ OCR ให้ใช้ร่วมกับภาษาไทยในภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 : ค่าวัดประสิทธิภาพระบบ

	วัดค่าประสิทธิภาพ	
	Precisions	**Recall**
OCR	**0.71**	**0.66**
OCR+TF-IDF	**0.82**	**0.79**
OCR+TF-IDF+TPD	**0.88**	**0.86**

ตารางที่ 2 สามารถสรุปได้ว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพของ OCR โดยใช้เทคนิค TF-IDFและ Text position differences ให้ประสิทธิภาพอยู่ในระดับ

ดี โดยให้ค่าความพรีซิชั่น เท่ากับ 0.88 และค่ารีคอล เท่ากับ 0.86

5. สรุป

ผลการทดลองทำให้เห็นว่าการใช้ TF-IDF และ Text Position Differences มาใช้ร่วมกันกับ OCR ทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น แต่ข้อจำกัดของวิธีการที่นำเสนอคือต้องถ่ายคำศัพท์ในมุม 90 องศากับคำศัพท์ที่ต้องการแปล ถ้ามุมกล้องเอียงจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำ ซึ่งวิธีการแก้ไขต้องใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (image processing) มาช่วยในการรู้จำตัวอักษรที่ได้จากภาพมุมเอียง จะช่วยให้ความถูกต้องของระบบดียิ่งขึ้น

งานในขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยจะทดลองถึงผลกระทบของสีของตัวอักษรและพื้นหลังของเอกสาร และพัฒนาเทคนิคเกี่ยวกับการรู้จำตัวอักษรที่เป็นลายมือเขียนซึ่งเป็นความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยในลักษณะนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] พิชญา แจ่มจันทร์ และ ณัฐชา เดชดำรง “ระบบรู้จำชนิดแบบอักษรด้วยแสง” *วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีขั้นสูง* ฉบับที่ 12 ต.ค. 2554 หน้า 57-62.

[2] วรวีร์ เกษร “การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำตัวอักษรภาษาไทยโดยกาซ่อมแซมตัวอักษรไม่สมบูรณ์” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์เชียงใหม่ 2553.*

[3] กานดา แผ่วัฒนา “การวิเคราะห์เหมืองข้อเสนอแนะจากบทวิจารณ์รายการโทรทัศน์” *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 2555*

[4] Thai OCR [Online] Available from: thaiocr.com http://thaiocr.phaisarn.com July 10, 2011.

[5] Pathum thani hospital “Comparison of prosthesis position in total hip rthroplasty by lateral and posterior approach in pathum thani hospital” pathum thani, Thailand *JRCOST VOL.34 NO. 3-4 July-October 2010*

[6] ชาตรี เหลืองอร่ามวิไล “การศึกษาการรู้จำตัวอักษรพิมพ์อักษรภาไทย” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ 2543.*

[7] Victor fragoso, steffen gauglitz, jim kleban, “TranslatAR: A mobile augmented reality translator on the nokia N900” *proceedings of the IEEE*, kona, hi, jan 5-7 2001 pp. 497-502.

[8] Martinez-carballido, nac. de astrofis, “License plate digit recognition using binary templates at an outdoor parking lot entrance” *proceedings of the IEEE*, san andres cholula, feb. 28 2011-march 2 2011, pp. 18-21.

[9] Maulana wahid abdurrahman, “Devel opting mobile sunda-indonesia-inggris translator application using capture camera on android smarthphone” Teknik informatika, UIN syarif hidayatullah jakarta, 2012

[10] ทนงศักดิ์ ศิริทิณพงษ์ “การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์” *วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมไฟฟ้า)* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี *2541*.

[11] กานดา แผ่วัฒนากุล “การวิเคราะห์เหมืองข้อเสนอแนะจากบทวิจารย์รายการโทรทัศน์” *วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ 2555.*

[12] พิจิตรา จอมศรี“ การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดอันดับผลการค้นหางานวิจัยสำหรับระบบเครือข่ายสังคมโดย ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ”*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 2555*

[13] กาญจนา จรัญศิริไพศาล, สิรภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา และ คำรณ สุนัติ “การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธีเคอนเวอร์สฮาร์โมนิกมีน”*The 12th Graduate research conference Khonkaen University 2011.* หน้า 228-238

[14] T.Joachims, "A probabilistic analysis of the rocchio algorithm with TFIDF for text c ategorization" *presented at the proceedings of the fourteenth international conference on machine learning, 1997*.pp.

[15] I2ocr Developers. [Online] Available from: Sciweavers LLC http://www.i2ocr.com 2009-2013.

[16] Newocr Developers. [Online] Available from: NewOCR.com 2009-2015 http://www.newocr.com

[17] Ocrapiservice Developers. [Online] Available from: smart mobile software 2011-2015 http://ocrapiservice.com

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจปลูกพืชเศรษฐกิจด้วยวิธีการไฮบริด
Decision Support System for Economic Crops using Hybrid Approaches

พรรษกร วรวิมลวนิช(Pansakorn Worawimolwanich)[1] และไกรศักดิ์ เกษร(Kraisak Kesorn)[2]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]pw.pansakorn@gmail.com, [2]kraisakk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ในการเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลกด้วยเทคนิคแบบผสมผสาน (Hybrid Approaches) โดยประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) ด้วยวิธีการ AHP (Analytic Hierachy Process) เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ และวิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับปลูกในแต่ละพื้นที่ ซึ่งยึดแนวทางการประเมินที่ดินตามหลักการขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agricultue Oraganization of the United Nations : FAO) ซึ่งงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เทคนิคแบบผสมผสานในการตัดสินใจวางแผนปลูกพืชเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการการปลูกพืชในกรณีอื่นต่อไปได้

คำสำคัญ: การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับดับชั้น TOPSIS ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Abstract

This research aims to support a decision making for the most suitable economic crops in Phitsanulok, Thailand using the proposed hybrid approaches. The proposed technique applies multi criteria decision making (MCDM) techniques using AHP (Analytic Hierachy Process) and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) to rank the eligible corps regarding to FAO (Food and Agricultue Oraganization of the United Nations) framework. This research shows that the presented technique can enhance the crop products effectively and can be used as a guideline for other areas.

Keywords: Multiple Criteria Decision Making, MCDM, Analytic Hierachy Process, AHP, TOPSIS, Decision Support System, DSS, Economic Crops.

1. บทนำ

ทรัพยากรดินและที่ดินเป็นหนึ่งในทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ความต้องการที่ดินสำหรับเพาะปลูกจึงมีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยเพื่อให้เพียงพอสำหรับการบริโภค แต่บางครั้งการใช้ประโยชน์ในที่ดินไม่ได้ใช้ตรงตามศักยภาพของที่ดิน จึงส่งผลให้ทรัพยากรดินและที่ดินเกิดความเสื่อมโทรมทำให้ได้ผลผลิตตกต่ำ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากที่ดินไม่ได้กำหนดโดยผู้ใช้เท่านั้น แต่ยังถูกกำหนดโดยคุณสมบัติทางกายภาพของที่ดินเอง เช่น ชนิดของดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม

การวางแผนการปลูกพืชของเกษตรกรที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มักทำการวางแผนการปลูกโดยคำนึงถึงราคาสินค้าในปีที่ผ่านมาเป็นตัวกำหนด โดยไม่ได้คำนึงถึงศักยภาพของพื้นที่อย่างแท้จริงขาดการวางแผนในพื้นที่นั้นๆ ว่าเหมาะสมหรือไม่ ด้วยข้อจำกัดด้านกายภาพของพื้นที่ เกษตรกรจึง

จำเป็นต้องมีข้อมูลในการเลือกปลูกพืชเพื่อให้มีศักยภาพเพิ่มมากขึ้น โดยที่ไม่ต้องเสียต้นทุนเพิ่ม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก เพื่อเป็นการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับสมรรถนะของที่ดิน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยวิธีการแบบไฮบริด ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของวิธีการ AHP (Analytic Hierachy Process) ที่มีจุดเด่นในด้านการแสดงโครงสร้างของปัญหาภายใต้การตัดสินใจ และความสัมพันธ์ระหว่างหลักเกณฑ์หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้อย่างชัดเจน และยังมีการบวนการวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพ ร่วมกับวิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ในการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยยึดแนวทางการประเมินที่ดินตามหลักการขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agricultue Oraganization of the United Nations : FAO) [1] ซึ่งเป็นหลักการในการประเมินค่าที่ดินที่มีความสากลและเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ โดยในงานวิจัยมีการปรับใช้หลักการเพื่อให้เข้ากับพื้น ที่ศึกษาสำหรับใช้วิจัยในการศึกษานี้ โดยวิเคราะห์ความต้อง การของพืช พื้นที่ด้านกายภาพ และด้านเศรษฐกิจร่วมด้วย เพื่อ ให้ตรงต่อความต้องการ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรผู้ใช้สามารถตัดสิน ใจเลือกปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม

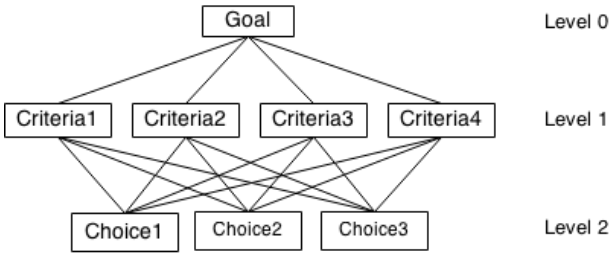
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) [2] เป็นระบบย่อยหนึ่งในระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่ไม่มีโครงสร้างแน่นอน หรือกึ่งโครงสร้าง อาจใช้กับบุคคลเดียวหรือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเป็นกลุ่ม โดยช่วยในการรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นถึงสิ้นสุดขั้นตอน เพื่อช่วยหาคำตอบได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และเหมาะสมให้กับผู้ใช้ทำการเลือกตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

2.2 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) [3] คือวิธีที่ช่วยในการสร้างการตัดสินใจกับการประเมินหลายหลักเกณฑ์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการที่ชัดเจนในการตอบคำถามเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเพื่อตอบโจทย์ปัญหาปัจจุบันมีหลากหลายวิธีการในการวิเคราะห์ ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการย่อย 2 วิธีการ ได้แก่

2.2.1 กระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (Analytic Hierachy Process, AHP) [4] เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาโดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้หลากหลายด้าน เช่น การเลือกเทคโนโลยีการถ่ายภาพเคลื่อน ไหวมุมสูง [5] การประยุกต์ AHP สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพัก [6] การพิจารณาทุนการศึกษาสำหรับโรงเรียน [7] ใช้ได้ทั้งกับหลักเกณฑ์เชิงปริมาณและหลักเกณฑ์เชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้คำตอบที่ได้เป็นไปแบบมีเหตุผล การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นจะพิจารณา ดังนี้

1. การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierachy) จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้



ภาพที่ 1: การตัดสินใจแบบลำดับขั้น

2. การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority) ในแต่ละชั้นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญ โดยการเปรียบเทียบของเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบออกเป็น 9 ระดับ กำหนดระดับความเข้มข้นของความสำคัญคือ ระดับความสำคัญ 1 = สำคัญ

เท่ากัน, 3 = สำคัญกว่าปานกลาง, 5 = สำคัญมากกว่า, 7 = สำคัญมากกว่ามากที่สุด, 9 = สำคัญกว่าสูงสุด 2, 4, 6, 8 = สำหรับในกรณีประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก [8] จากนั้นทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ในรูปแบบของตารางเมทริกซ์ (Matrix) จากชั้นบนลงล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

3. วิเคราะห์ความสมเหตุสมผลกันของข้อมูล การวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของเหตุผล (Concurrency Reasonable) โดยใช้การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกกำหนด และวิเคราะห์อัตราส่วนความสอดคล้อง

2.2.2 TOPSIS (Technique for Order Treference by Similarity to an Ideal Solution) [9] เป็นทฤษฎีการตัดสินใจโดยเรียงความสำคัญจากหลายปัจจัย ซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆเกณฑ์เพื่อหาวิธีแก้ไขหรือทางเลือก โดยถือหลักเลือกวิธีแก้ไขปัญหาหรือทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดในเชิงลบ โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ปรับค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน (Normalization) ด้วยสมการ

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad \text{i= 1,….,m , j = 1,….,n} \quad (1)$$

เมื่อ r_{ij} คือ ค่าที่พิจารณาในแต่ละเกณฑ์

2. คำนวณค่าน้ำหนัก Normalized Decision matrix จาก

$$v_{ij} = \sum_{j=1}^{n} W_j r_{ij} \quad \text{i= 1,….,m , j = 1,….,n} \quad (2)$$

โดยที่ W_j คือ ลำดับหรือค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ของตัวเลือก

3. หาค่าเชิงอุดมคติในเชิงบวก และลบหรือ Positive ideal และ Negative ideal

$$A^+ = \{v_1^+, \ldots., v_n^+\} = \{(\max v_{ij} i \,|\epsilon I), (\min v_{ij} i \,|\epsilon I)\} \quad (3)$$

$$A^- = \{v_1^-, \ldots., v_n^-\} = \{(\max v_{ij} i \,|\epsilon I), (\min v_{ij} i \,|\epsilon I)\} \quad (4)$$

โดยที่ i ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นกำไรหรือผลประโยชน์

j ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่ไม่เป็นประโยชน์

4. คำนวณระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะโดยใช้การแยกแยะแบบระยะขจัดแนวคิด จาก

$$s_i^+ = \left[\sum_{j=1}^{m} (v_{ij} - v_j^+)^2\right]^{1/2}, \text{ i = 1,….,m}$$

$$s_i^- = \left[\sum_{j=1}^{m} (v_{ij} - v_j^-)^2\right]^{1/2}, \text{ i = 1,….,m} \quad (5)$$

5. คำนวณความสัมพันธ์ในเชิงเข้าใกล้แนวคิดวิธีแก้ปัญหา

$$C_i = \frac{s_i^-}{s_i^+ + s_i^-} \quad \text{, i = 1,2,….,m} \quad (6)$$

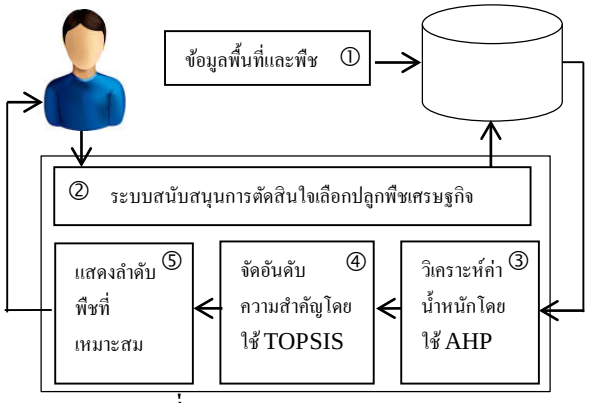
6. ทำการจัดลำดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยเลือกจากระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกในแนวคิดที่เป็นเชิงบวก และเลือกระยะที่ไกลที่สุดของทางเลือกที่เป็นแนวคิดเชิงลบ หรือเลือกค่า C_i ที่มากที่สุด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่นำกระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น (AHP) มาประยุกต์ใช้สำหรับเลือกปลูกพืช เช่น ธัญลักษณ์ เอี่ยมณรงค์ฤทธิ์ และกัลยา ดำรงสัจจ์ศิริ [10] ใช้เทคนิคการประเมินความเหมาะสมของที่ดินตามหลักการของ FAO (1983) และวิธีการประเมินแบบหลายปัจจัย เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดิน สำหรับปลูกข้าวของจังหวัดลพบุรี แต่ในวิธีการประเมินนี้ไม่ได้คำนึงถึงค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละทางเลือกมาคำนวณ ซึ่งอาจทำให้คำตอบที่ได้มีค่าความแม่นยำน้อยกว่าการคำนวณแบบคิดค่าถ่วงน้ำหนัก ต่อมา ธารีรัตน์ ชื่นชมแสง และฝอยฝา ชุติดำรง [11] ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นมาช่วยในการตัดสินใจปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง วังจันทร์ จังหวัดเชียงใหม่ มีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักแก่ทางเลือกของผลไม้ที่จะปลูก และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของพืชด้วยเทคนิคการเปรียบเทียบทีละคู่ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของค่าถ่วงน้ำหนัก และความเหมาะสมของปัจจัยทางเลือกในแต่ละลำดับชั้นของแบบจำลองปัญหา เมื่อพืชแต่ละชนิดมีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันในระดับชั้นของทางเลือก รวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องแต่ละปัจจัยจะส่งผลให้ความเหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน แต่ในงานวิจัยนี้คำนึงถึงด้านกายภาพของพื้นที่อย่างเดียว ยังไม่มีการนำหลักเกณฑ์ทางด้านเศรษฐกิจมาคำนวณร่วมด้วย ในงานของ Chutiphon Srisawat and Janjira Payakpate [12] ได้นำกระบวนการ AHP มาประยุกต์เพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับเลือกปลูกพืชแซมในสวนยางพารา โดยมีการแบ่งเกณฑ์หลักในการวิเคราะห์เป็น 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ด้านกายภาพ และเกณฑ์ด้านเศรษฐกิจ จากนั้น คำนวณค่าน้ำหนัก แล้วประเมินความเหมาะสมของพืชแซมที่ควรปลูกร่วมกันในสวนยางพารา โดย

เรียงลำดับจากค่าคะแนนน้ำหนักของพืชแต่ละชนิด แต่ในวิธีการดำเนินงานนี้ยังไม่มีการนำ TOPSIS เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยามปรับปรุงการจัดลำดับให้ดีขึ้นโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP ร่วมกับเทคนิค TOPSIS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ โดยมีขั้นตอนหรือวิธีดำเนินงานวิจัยในหัวข้อถัดไป

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

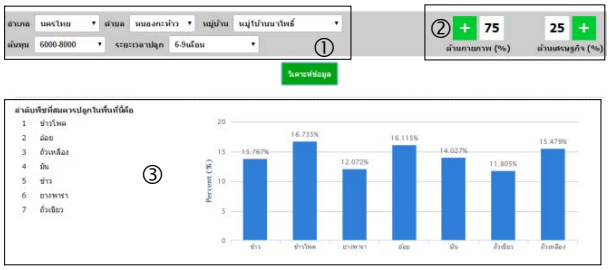


ภาพที่ 2: แผนภาพการทำงานของระบบ

วิธีดำเนินงานวิจัย แสดงดังภาพที่ 2 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ลักษณะของพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่จังหวัดพิษณุโลก โดยแบ่งเป็น 9 อำเภอ 93 ตำบล 909 หมู่บ้าน [13] ข้อมูลของพืชเศรษฐกิจในจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา ถั่วเขียว และถั่วเหลือง [14] ศึกษาความต้องการของพืช เก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล

2) ผู้ใช้ระบุความต้องการ ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่ตรงกับความต้องการลงในระบบ โดยเลือกพื้นที่ที่ต้องการปลูกพืช ต้นทุนในการผลิตเฉลี่ยต่อไร่และระยะเวลาในการปลูก ผู้ใช้สามารถปรับค่าความสำคัญของเกณฑ์ที่พิจารณาเพื่อให้ตรงกับความต้องการได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้กรณีศึกษาเป็นพื้นที่ในจังหวัดพิษณุโลกดังภาพที่ 3 หมายเลขที่ 1 และ 2



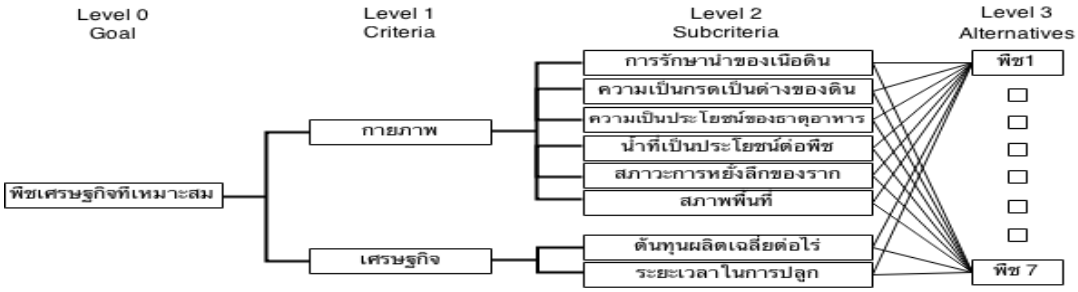
ภาพที่ 3: หน้าจอระบบที่นำเสนอ



ภาพที่ 4: หน้าจอระบบที่นำเสนอ

จากภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แสดงหน้าจอระบบที่นำเสนอ ระบบจะแสดงลำดับของผลของพืชที่เหมาะสม โดยลำดับที่ได้มีความแตกต่างกัน ตามการปรับเปลี่ยนเกณฑ์ของผู้ใช้งาน

3) วิเคราะห์ค่าน้ำหนักโดยใช้ AHP ระบบดึงข้อมูลจากในฐานข้อมูลมาเข้าสู่กระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น AHP โดยทำการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนสู่ชั้นล่าง จากนั้นคำนวณหาค่าคะแนนความสำคัญของเกณฑ์ด้านกายภาพและด้านเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์

แสดงการจัดลำดับในการวิเคราะห์หาพืชที่เหมาะ สมที่สุด โดยแบ่งเกณฑ์หลักเป็น 2 เกณฑ์ ได้แก่ เกณฑ์ด้านกายภาพ และด้านเศรษฐกิจ แต่ละเกณฑ์หลักจะประกอบด้วยเกณฑ์ย่อย จากนั้นจะทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ โดยใช้การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมด โดยนำผลรวมค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวตั้งแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกันผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้เรียกว่า Eigen Values (λ_{max}) ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j\right] \quad (7)$$

โดยที่ a_{ij} คือ ค่าตัวเลขในตารางเมทริกซ์

w_j คือ น้ำหนักคะแนนของแต่ละเกณฑ์

ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI)

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (8)$$

อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

ตาราง 1: แสดงค่า RI จากการสุ่มตัวอย่าง

ขนาดเมทริก	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.14	1.32	1.41	1.45	1.49

จากนั้นวิเคราะห์ความสมเหตุสมผล (Concurrency Reasonable) และอัตราส่วนความสอดคล้อง จากสมการที่ (8) และ (9) ตามลำดับ ซึ่งค่า Eigen Value ที่ได้จากการคำนวณแสดงในตารางที่ 2, 3 และ 4

ตาราง 2: แสดงค่า Eigen Value ของเกณฑ์หลัก

เกณฑ์	กายภาพ	เศรษฐกิจ	น้ำหนักความสำคัญ
กายภาพ	1.000	3.000	0.750
เศรษฐกิจ	0.333	1.000	0.250

ตาราง 3: แสดงค่า Eigen Value ของเกณฑ์ย่อยด้านกายภาพ

เกณฑ์	เนื้อดิน	ค่า ph	อุดมสมบูรณ์ข	ปริมาณน้ำฝน	ความลึกดิน	สภาพพื้นที่	น้ำหนัก
เนื้อดิน	0.417	0.523	0.523	0.285	0.250	0.227	0.371
ค่า ph	0.139	0.174	0.174	0.285	0.250	0.227	0.208
ความอุดมสมบูรณ์	0.139	0.174	0.174	0.285	0.250	0.227	0.208
ปริมาณน้ำฝน	0.139	0.058	0.058	0.095	0.150	0.227	0.121
ความลึกดิน	0.083	0.035	0.035	0.032	0.050	0.045	0.047
สภาพพื้นที่	0.083	0.035	0.035	0.019	0.050	0.045	0.045

ตาราง 4: แสดงค่า Eigen Value ของเกณฑ์ย่อยด้านเศรษฐกิจ

เกณฑ์	ต้นทุนการผลิต	ระยะเวลา	น้ำหนักความสำคัญ
ต้นทุนการผลิต	1.000	3.000	0.750
ระยะเวลา	0.333	1.000	0.250

จากตารางที่ 2 เกณฑ์ด้านกายภาพมีความสำคัญกว่าเกณฑ์ด้านเศรษฐกิจอยู่ปานกลาง ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ให้ตรงกับความต้องการได้ ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยทางด้านกายภาพ ซึ่งประกอบด้วย 6 เกณฑ์ย่อย จากค่าน้ำหนักจะเห็นได้ว่า เนื้อดินมีความสำคัญมากที่สุด ค่า ph และค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีค่าความสำคัญรองลงมา จากนั้นเป็นค่าปริมาณน้ำฝน ความลึกดิน และค่าสภาพพื้นที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยสุด และตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยทางด้านเศรษฐกิจ จากค่าน้ำหนักแสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ด้านต้นทุนมีความสำคัญมากกว่าเกณฑ์ระยะเวลาอยู่ปานกลาง

4) จัดลำดับความสำคัญโดยใช้ TOPSIS เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญของหลักเกณฑ์ ระบบจะนำค่าที่ได้เข้าสู่กระบวนการ TOPSIS เพื่อวิเคราะห์และจัดลำดับทางเลือกที่เหมาะสม โดยนำค่าน้ำหนักความสำคัญมาจากกระบวนการคำนวณของ AHP จากนั้นทำการคำนวณค่าตามสมการที่ (2) ถึงสมการที่ (6) จะได้ค่า C_i ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงค่า C_i ของวิธีการ TOPSIS

หลักเกณฑ์	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	พืชเศรษฐกิจ						
		ข้าว	ข้าวโพด	ยางพารา	อ้อย	มันสำปะหลัง	ถั่วเขียว	ถั่วเหลือง
การรักษาน้ำของเนื้อดิน	0.278	0.261	0.470	0.157	0.470	0.470	0.470	0.157
ความเป็นกรดเป็นด่าง	0.156	0.376	0.388	0.298	0.399	0.388	0.405	0.382
ความเป็นประโยชน์ธาตุอา	0.156	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378
ปริมาณน้ำฝน	0.091	0.394	0.347	0.394	0.410	0.410	0.252	0.410
สภาวะการหยั่งลึกของราก	0.035	0.474	0.118	0.711	0.474	0.095	0.118	0.095
สภาพพื้นที่	0.033	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378
ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อไร่	0.188	0.241	0.181	0.574	0.543	0.513	0.091	0.115
ระยะเวลาในการเพาะปลูก	0.063	0.043	0.045	0.976	0.140	0.146	0.034	0.024
ค่า C_i		0.201	0.275	0.124	0.301	0.244	0.197	0.269
การจัดอันดับ		5	2	7	1	4	6	3

5) แสดงลำดับพืชที่เหมาะสม ระบบจะทำการจัดลำดับของพืชที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่ต้องการ มา

ให้ผู้งาน ดังภาพที่ 3 หมายเลข 3 ซึ่งแสดงการจัดลำดับของพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ ที่ต้องการ และแสดงกราฟแท่งเพื่อบอกค่าร้อยละของความสำคัญของพืชแต่ละชนิด

4. อภิปรายผลการทดลอง

ตารางที่ 5: แสดงผลสรุปการจัดเรียงลำดับความเหมาะสม

ทางเลือก	ค่า C_i	การจัดอันดับ
ข้าว	0.201	5
ข้าวโพด	0.275	2
ยางพารา	0.124	7
อ้อย	0.301	1
มันสำปะหลัง	0.244	4
ถั่วเขียว	0.197	6
ถั่วเหลือง	0.269	3

จากวิธีการในการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีการ สามารถสรุปจัดลำดับความเหมาะสมของทางเลือก โดยพิจารณาจากค่า C_i จะพบว่าอ้อยมีค่าความเหมาะสมอยู่ในอับดับแรก (0.301) ลำดับรองลงมาคือข้าวโพด ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง ข้าว ถั่วเขียว ตามลำดับ และยางพารามีค่าความเหมาะสมน้อยสุด (0.124) ในกลุ่มทางเลือกทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 5

5. สรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เทคนิคแบบผสมผสาน โดยใช้เทคนิค AHP ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ทางเลือก และใช้เทคนิค TOPSIS มาช่วยในการจัดลำดับของพืช เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้นเนื่องจาก TOPSIS ให้ประสิทธิภาพในการคิดข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี และมีการคิดคำนวณค่าระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกในแนวคิดที่เป็นเชิงบวก และเลือกระยะที่ไกลที่สุดของทางเลือกที่เป็นแนวคิดเชิงลบมาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย เพื่อช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่เพาะปลูกพืช เลือกตัดสินใจวางแผนปลูกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยระบบทำการวิเคราะห์หลักเกณฑ์ทางด้านกาย ภาพ 6 ปัจจัย ได้แก่ การรักษาน้ำของเนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สภาวะการหยั่งลึกของราก และสภาพพื้นที่ ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ 2 ปัจจัย ได้แก่ ต้นทุนการผลิตต่อไร่และระยะเวลาในการปลูก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกปรับข้อมูลบางส่วนให้ตรงกับความต้องการได้ จากนั้นระบบจะทำการจัดลำดับของพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในพื้นที่นั้นๆ มาให้เกษตรกรหรือผู้ใช้เลือกประกอบการตัดสินใจ แต่อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ มีข้อจำกัดด้านขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและชนิดของพืชที่ใช้ในการวิจัย ดังนั้นควรให้ผู้เชียวชาญและเกษตรกรผู้ใช้งานประเมินระบบเพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจปลูกพืชเศรษฐกิจ และในอนาคตสามารถนำระบบไปปรับใช้ให้เข้ากับพื้นที่และพืชชนิดอื่นๆได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Nations, F.A.O.o.t.U.: ‘Guidelines : Land Evaluation for Rainfed agriculture’, Soil Bulletin, 1983

[2] Huizingh, E., K.R., and Vrolijk., H.C.J.: ‘Decision Support for Information Systems Management. : Applying Analytic Hierarchy Process’, Organizations and Management, 1994, pp. 15

[3] Parols, and M.P.: ‘Multi-Criteria Decision making Methods: A comparative Study’, 2000

[4] Saaty, T.L.: ‘Decision making with the analytic hierarchy process’, International joural of services sciences, 2008

[5] ณัชพล เกิดชนะ และวรพจน์ อังกสิทธิ์: ‘การวิเคราะห์ทางเลือกเทคโนโลยี กรณีศึกษา : การเลือกเทคโนโลยีการถ่ายภาพเคลื่อนไหวมุมสูง’, รายงานการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านธุรกิจและเศรษฐกิจ, 2555

[6] รพิกร ฉลองสัพพัญญู และ จันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ: ‘การประยุกต์ AHP สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพัก: หอพักเอกชนบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร’, พะเยาวิจัย, 2557

[7] วิริยาภรณ์ พิชัยโชค และจันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ: ‘การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อพิจารณาทุนการศึกษา โรงเรียนหัวดงราชพรหมาภรณ์ จังหวัดนครสวรรค์’, Naresuan University Science Journal, 2557, หน้า 29-46

[8] วิฑูรย์ ตันศิริคงคล.: ‘AHP กระบวนการตัดสินใจที่นิยมมากที่สุดในโลก’ (บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2542. 2542)

[9] ภัชรี นิ่มศรีกุล และอภิชาต โสภาแดง., อ.: ‘การประยุกต์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าในประเทศไทย’, การประชุมวิชาการประจำปีด้านการจัดโซ่อุปทานและโลจิสติกส์, 2551

[10] ธัญลักษณ์ เอี่ยมฉรงค์ฤทธิ์ และกัลยา ดำรงสัจจ์ศิริ: ‘การประเมินความเหมาะสมของที่ดิน สำหรับปลูกข้าวของจังหวัดลพบุรี’, วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2555

[11] ธารีรัตน์ ชื่นชมแสง และฝอยฝา ชุติดำรง: ‘การตัดสินใจปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น: กรณีศึกษา ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ จังหวัดเชียงใหม่’, วารสารแก่นเกษตร, 2556, 41, หน้า 173-180

[12] Srisawat, C., and Payakpate, J.: ‘Using Analytical Hierarchy Process for Selecting Intercrop in Rubber Field – A Case Study in Phitsanulok, THAILAND’, International Journal of Advances in Computer Science and Technology (IJACST), 2014, 3, pp. 11-15

[13] กองสำรวจที่ดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2556. Available: http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoilmap/north/Pisanulok/ pnl_prov.htm/

[14] กรมพัฒนาที่ดิน: ‘คำอธิบายกลุ่มชุดดิน ’, สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2553

[15] ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. 2014. Available: http://psl.brrd.in.th/km/index.php?option=com_content&view=article&id=44#psl5.2

[16] P. Meesad and G. Yen, “Fuzzy Temporal Representation and Reasoning,” Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS03), Bangkok, Thailand, May 25-May 28, 2003, Vol. 5, pp.789-792.

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน

Development of E-learning for the Internet and Applications based on Adaptive Learning Techniques

สิรินธร วัชรพืชผล(Sirinthorn Watcharaphuetphol)[1] จงกล จันทร์เรือง(Jongkol Janruang)[2]
และสนั่น การค้า(Sanun Karnka)[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[1]Sirinthorn29@hotmail.com , [2]jj@sci.rmuti.ac.th , [3]karnka1@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน 2) เพื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนออนไลน์ด้วยการเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน 3) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ 4) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ และ 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองไทร(ปัญจคามคุรุสรรค์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์การใช้แบบทดสอบปรับเหมาะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เท่ากับ 80.42/81.11 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์อยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์ การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
แบบทดสอบปรับเหมาะ

Abstract

There are five objectives in this research. Firstly, to develop e-learning for the Internet and Application topic based on adaptive learning techniques. Secondly, to evaluation the effectiveness of E-learning used comparing the pretest and posttest. Thirdly, to evaluation the effectiveness of E-learning used the adaptive testing. Fourthly, to evaluation the efficiency of E-learning. Finally, to study satisfy of students to learn by E-learning based on adaptive learning techniques. The sample used in this research was students of Secondary Education Grade 2, Bannongsai School,They are studying a course in Information Technology, Semester 2/2557 in total 15 students by simple random sampling. Experimental results shown that effectiveness of E-learning is shown that the posttest results were higher than that pretest in the significance level of 0.05. Similarly, the results of posttest were higher than that pretest when students used adaptive testing. The efficiency is equal to 80.42/81.11 which is higher than standard critical 80/80. Moreover, students' satisfy is equal to 4.05 which is in very good level.

Keywords: E-learning, Adaptive Learning,
Adaptive Testing.

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาของชาติ ในมาตรา 22 คือให้ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญในการเรียนรู้กระบวนการจัดที่จะการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม

ธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และในมาตรา 24 กำหนดให้การจัดกระบวนการเรียนรู้จะต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็นและทำเป็น พัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ ทั้งนี้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีถือว่าเป็นอีกกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง[1][2]

E-Learning คือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือ ICT เข้ามามีส่วนร่วมกับการจัดระบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือเป็นบทเรียนออนไลน์โดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้บทเรียนต่างๆได้ด้วยตนเองผ่านอินเตอร์เน็ตซึ่งสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ทุกเวลาทุกสถานที่ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายได้ ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนมีความสนใจ ความถนัด ความสามารถแตกต่างกัน [3][4]

โรงเรียนบ้านหนองไทร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 3 มีการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง อินเทอร์เน็ตและการใช้งาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนยังขาดแคลนสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพประสิทธิผล ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความแตกต่างของนักเรียน โดยการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ Moodle มาใช้งานร่วมกับการเขียนโปรแกรมภาษา PHP เพื่อเพิ่มส่วนของข้อสอบแบบปรับเหมาะในระบบ Moodle

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน

1.1.2 เพื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนออนไลน์ด้วยการเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน

1.1.3 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ

1.1.4 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์

1.1.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองไทร(ปัญจคามคุรุสรรค์) จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีจำนวนนักเรียนรวม 35 คน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองไทร (ปัญจคามคุรุสรรค์) จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยมีนักเรียนจำนวน 15 คน

การเลือกผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เทคนิคและวิธีการ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 ท่าน ทั้ง 3 ท่าน มีประสบการณ์ด้านการสอนและการผลิตสื่อการเรียน รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ มากกว่า 10 ปี

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นาจรี ถือศิลป์ [4] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนหลังเรียน และศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบการเรียนรู้คือ แบบมีส่วนร่วม แบบร่วมมือ และแบบอิสระ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเพชรพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความความคิดเห็นต่อระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้อยู่ใน

ระดับดี สามารถนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ในการสอนได้ อย่างไรก็ตามรูปแบบการเรียนรู้นี้ยังไม่สามารถที่ปรับเนื้อหาบทเรียนและแบบทดสอบตามระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันได้

พินันทา ฉัตรวัฒนา [5]ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help แบบทดสอบจะปรับเปลี่ยนระดับความยากง่ายตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Adaptive testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 24 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีการเจาะจงกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ 86.29/85.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในดับดี ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ศิริลักษณ์ หวังชอบ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ สำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะสำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต จำนวน 1 หมู่เรียน รวมทั้งหมด 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อและการนำเสนอโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 อยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 และผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

อนุชิต กลิ่นกำเนิด[7] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และประเมินประผลระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ซึ่งผู้เรียนจะได้รับการทดสอบจากข้อสอบแตกต่างกัน จำนวนข้อ และระยะเวลาการทำข้อสอบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ ระบบจะจัดเตรียมเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละระดับโดยใช้เทคนิคสื่อหลายมิติแบบปรับตัว โดยใช้วิธีการซ่อน(Hiding)เนื้อหา การวิจัยครั้งนี้ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสระยายโสมวิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี 7 เรื่อง องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ จำนวน 110 คน และนำระบบไปทดลองใช้กับครูผู้สอน 7 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าความสามารถทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ครูผู้สอนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้

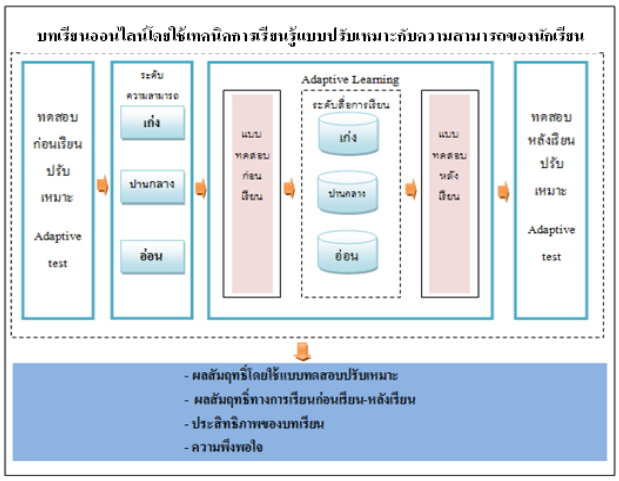
Wang and Chen [8] ได้ทำการศึกษาการใช้ Framework สำหรับ Adaptive learning systems ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive learning : AL) เพื่อใช้แก้ปัญหาการเรียนรู้ให้ตรงกับตนเองลักษณะ web-base personalized learning ในงานวิจัยนี้นำเสนอ framework ที่จะแก้ปัญหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายบนเว็บ บนพื้นฐาน Semantic Web languages ผลที่ได้ทำให้ modules ความรู้ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว (AL system)สามารถนำไปแชร์และนำมาใช้ใหม่ได้บนอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดการเข้าถึง service-base ที่จะพัฒนาให้เกิดการเผยแพร่ระบบ Adaptive learning จากเฟรมเวิร์ค นี้ การนำต้นแบบของระบบ Adaptive learning มาใช้เพื่อสาธิตให้เห็นว่าโมดูลความรู้ ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว สามารถนำไปใช้ในการบูรณาการได้

Samia and Abdelkrim [9] ได้ทำการวิจัยการปรับตัวของระบบไฮเปอร์มีเดีย งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการบูรณาการรูปแบบการเรียนรู้ในอีเลิร์นนิ่งแบบปรับตัวในลักษณะไฮเปอร์มีเดีย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนอีเลิร์นนิ่งตามรูปแบบการปรับเปลี่ยนลักษณ์ไฮเปอร์มีเดีย

(LS-AEHS) และประเมินผลจากการปรับเปลี่ยนสื่อการศึกษาให้เข้ากับรูปแบบการเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าสามารถใช้รูปแบบการเรียนรู้เป็นแนวทางสำหรับอีเลิร์นนิ่งแบบปรับเปลี่ยนไฮเปอร์มีเดีย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินงานภายใต้กรอบแนวคิดการจัดการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน โดยทำการแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย ระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน ดังแสดงแผนผังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพที่ 1 บทเรียนออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรคำอธิบายรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และวิเคราะห์เนื้อหากำหนดการเรียนรู้ที่คาดหวังและกำหนดขอบเขตของเนื้อหาเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.2 การออกแบบ ผู้วิจัยแบ่งการออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) การออกแบบเนื้อหาบทเรียนออนไลน์ โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 2) การออกแบบสื่อการเรียนรู้เพื่อการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3) การออกแบบแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)

3.3 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.3.1 พัฒนาระบบการเรียนรู้ โดยใช้ระบบจัดการเรียนรู้ Moodle แบ่งเนื้อหาเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์ แบบทดสอบก่อนเรียน สื่อการเรียน ใบความรู้ การบ้าน แบบทดสอบหลังเรียน ดังแสดงระบบบริหารจัดการเรียนรู้ในภาพที่ 2



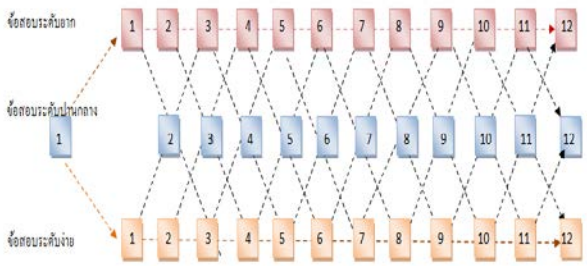
ภาพที่ 2: ระบบบริการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วย Moodle

3.3.2 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 ระดับ ด้วยโปรแกรมสร้างสื่อการสอนที่นำเสนอเนื้อหาโดยใช้เทคนิค Conditional Text เนื้อหาแบบสรุปแบบข้อความ เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับเก่ง เนื้อหาแบบบรรยาย เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับปานกลาง เนื้อหาแบบบรรยายมีตัวอย่างประกอบ เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับอ่อน[5] ทั้งนี้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาเดียวกันแต่สื่อที่ใช้มีลักษณะต่างกัน ตัวอย่างสื่อดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: สื่อการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน

3.3.3 พัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะโดยภาษา PHP การพัฒนาและดำเนินงานตามหลักการทำงานเริ่มต้นที่ข้อสอบที่มีระดับความยากปานกลาง ถ้าตอบถูกระบบจะจัดข้อสอบที่มีค่าความยากระดับยากให้ และถ้าตอบผิดระบบจะจัดข้อสอบที่มีค่าความยากระดับง่ายมาให้ ดังภาพที่ 4 และเกณฑ์รายการแปลผล เพื่อแบ่งระดับความสามารถของผู้เรียน ในตารางที่ 1

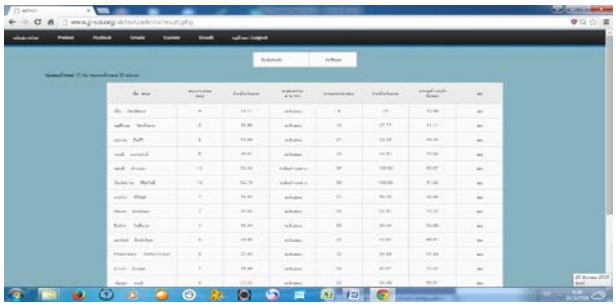


ภาพที่ 4: หลักการทำงานของแบบทดสอบปรับเหมาะ

ตารางที่ 1: เกณฑ์การวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบปรับเหมาะ

คะแนนร้อยละ	ระดับความสามารถ
0-25	อ่อน
26-59	ปานกลาง
60-100	เก่ง

จากการออกแบบหลักการทำงานของแบบทดสอบปรับเหมาะ ดังแสดงในภาพที่ 4 และออกแบบเกณฑ์วิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนในตารางที่ 1 ผู้วิจัยจึงพัฒนารายงานแสดงผลการทำแบบทดสอบปรับเหมาะดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 5



ภาพที่ 5: แบบทดสอบปรับเหมาะที่พัฒนาโดยโปรแกรมภาษา PHP รายงานระดับความสามารถของนักเรียน

3.4 การทดลอง

3.4.1 นำบทเรียนออนไลน์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคและวิธีการ 3 ท่าน (ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29) โดยบทเรียนออนไลน์ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเรื่อง อินเทอร์เน็ตและการใช้งาน จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องและนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขสื่อให้ดียิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้กับกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 เตรียมบทเรียนออนไลน์ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะ และหาความพึงพอใจของนักเรียน โดยมีลำดับขั้นตอนการศึกษาบทเรียนดังนี้ 1) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ เพื่อแบ่งระดับความรู้ของผู้เรียน คือ ระดับเก่ง ระดับปานกลาง ระดับอ่อน โดยคิดจากเกณฑ์คะแนนการวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบปรับเหมาะ 2) ผู้เรียนศึกษาบทเรียนและทำกิจกรรมการเรียน โดยระบบจะจัดสื่อการเรียนให้ผู้เรียนตามระดับความสามารถที่ได้จากการทำแบบทดสอบปรับเหมาะ และ3) ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ เพื่อตรวจสอบเรียนรู้ด้วยวิธีปรับเหมาะ พัฒนาการของผู้เรียนหลังจาก

3.5 การประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หาค่าทางสถิติสรุปผลการทดลองเขียนรายงานการวิจัย

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์

คะแนน	*N*	$\overline{X}$	*S.D*	*t*	*p*
หลังเรียน	15	30.67	6.26	11.50*	.000
ก่อนเรียน	15	17.53	4.03		

* P < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ ผลการดำเนินงานพบว่าผลสัมฤทธิ์โดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบปรับเหมาะ

คะแนน	*N*	$\overline{X}$	*S.D*	*t*	*p*
หลังเรียน	15	29.20	6.53	16.23*	.000
ก่อนเรียน	15	8.07	3.61		

* P < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการดำเนินงานพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนามีค่าเท่ากับ 80.42/81.11

4.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 (S.D.=0.73) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนออนไลน์

ด้าน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.ด้านการจัดกิจกรรมในการเรียน	4.15	0.67	มาก
2. ด้านบรรยากาศในการเรียน	4.00	0.71	มาก
3. ด้านระยะเวลาในการเรียน	3.97	0.78	มาก
4. ด้านการประเมินผลในการเรียน	4.07	0.77	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**4.05**	**0.73**	**มาก**

5. สรุป

ผลการวิจัยการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เมื่อนำบทเรียนออนไลน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองไทร(ปัญจคามคุรุสรรค์) จำนวน 15 คน พบว่า การทดสอบปรับเหมาะเพื่อวัดระดับความสามารถของผู้เรียน โดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนตามระดับความสามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์การทดสอบปรับเหมาะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก การวิจัยครั้งนี้ จึงสรุปได้ว่าบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ประกอบในการเรียนได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ , *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545* ,องค์กรการรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ : กรุงเทพฯ ,2545.

[2] กระทรวงศึกษาธิกา ,*หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*,โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย : กรุงเทพมหานคร,2552.

[3] โอภาศ เอี่ยมสิริวงศ์,*วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* , ซีเอ็ด : กรุงเทพมหานคร ,2551.

[4] นาจรีย์ ถือศิลป์,*การพัฒนาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวตามรูปแบบการเรียนรู้*,วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2551.

[5] พินันทา ฉัตรวัฒนา,*การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help เรื่อง สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ*, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2551

[6] ศิริลักษณ์ หวังชอบ,*การใช้แบบทดสอบปรับเหมาะสำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์*,วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2553.

[7] อนุชิต กลิ่นกำเนิด,*ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ*, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร,2553.

[8] Wang and Chen,"A Knowledge Integration Framework for Adaptive Learning Systems Based on Semantic Web Languages",*IEEE International conference on Advanced Learning* , 2008.

[9] Drissi samia and Amirat abdelkrim,'An adaptive educationnal hypermedia system intergrating learning styles : model and experiment',*International* ,2012.

ระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ โดยใช้พิมพ์เขียวการบริการ
Information System for Teachers using Service Blueprint

สิทธิพงษ์ ฉิมไทย (Sithipong Chimthai)
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
Sithipong@buu.ac.th

บทคัดย่อ

แนวคิดของนวัตกรรมบริการเกี่ยวข้องกับการบริการต่าง ๆ เช่น นวัตกรรมในการบริการ นวัตกรรมในกระบวนการให้บริการ เป็นต้น ซึ่งนวัตกรรมบริการหมายถึงงานบริการใหม่หรือวิธีการปรับปรุงการออกแบบงานบริการใหม่ พิมพ์เขียวการบริการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมบริการซึ่งแสดงกรอบการทำงานเพื่อให้เห็นภาพรวมของการปรับปรุงการบริการ

งานวิจัยนี้นำเสนอพิมพ์เขียวการบริการสำหรับงานบริการอาจารย์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงงานบริการให้ดีขึ้น ผลของการศึกษานี้พบว่าพิมพ์เขียวการบริการแสดงภาพของกระบวนการบริการที่สามารถระบุจุดที่เป็นปัญหาของการบริการและปรับการออกแบบ โดยนำเอานวัตกรรมมาแก้ปัญหาการบริการ

คำสำคัญ: วิทยาการบริการ นวัตกรรมการบริการ พิมพ์เขียวการบริการ การสร้างสรรค์ร่วมกัน

Abstract

The concept of service innovation is used to refer many things such as innovation in services and innovation in service processes which mean new or improved ways of designing and services. The service blueprint is a tool used for service innovation. It shows a framework for viewing service improvement.

This research presents a service blueprint for teacher services. This service blueprint used in diagnosing problems and improving existing services. The result of this study shows that the service blueprinting allows for visualization of the service process. It is possible to identify failure points and discover areas for innovation.

Keywords: Service Science, Service Innovation, Service Blueprint, Co-Creation.

1. บทนำ

งานบริการเป็นสิ่งที่ทุกหน่วยงานในปัจจุบันต่างให้ความสำคัญ รวมถึงระบบบริการในสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งหน่วยงานต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างระบบงาน เพื่อให้เกิดบริการที่มีความสะดวก รวดเร็ว ตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการและเกิดความความพึงพอใจมากที่สุด

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ให้ความสำคัญถึงระบบงานบริการสำหรับอาจารย์ เช่น ระบบบริการอุปกรณ์การสอน การให้ข้อมูล แนวทางปฏิบัติสำหรับการสอน และการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ประสานงานกับอาจารย์โดยตรง เป็นต้น

ปัญหาคือผู้ประสานงานกับอาจารย์ต้องรอคอยการติดต่อกลับในการให้ข้อมูลส่วนตัวของอาจารย์ รวมไปถึงข้อมูลแนวปฏิบัติสำหรับอาจารย์ ที่ทำให้เกิดความล่าช้า ซึ่งผู้วิจัยพบว่าความต้องการคือ กระบวนการให้บริการโดยรวมทั้งหมดเริ่มจากการติดต่อประสานงานระหว่างอาจารย์และเจ้าหน้าที่การแจ้งข้อมูลเบื้องต้นที่อาจารย์ต้องการทราบ เช่น การจัดการเรียนการสอน การวางแผนการเรียนการสอน การติดต่อกับทางคณะเพื่อจัดหาหนังสือเนื้อหาที่ประกอบในการเรียนการสอน การขอใช้อุปกรณ์การสอน การงดสอน การสอนชดเชย การดูผลประเมินการสอน และรวมไปถึงขั้นตอนแนวปฏิบัติในการส่งผลการเรียน เมื่อการเรียนการสอนเสร็จสิ้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาพิมพ์เขียวการบริการเพื่อสร้างระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ ทดลองวิเคราะห์ระยะเวลาในการให้บริการอาจารย์ และประเมินความพึงพอใจ

ของอาจารย์ ในพิมพ์เขียวการบริการที่พัฒนาขึ้น เพื่อปรับปรุงบริการ และลดระยะเวลาในการติดต่อประสานงานได้เป็นอย่างดี

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์พิมพ์เขียวการบริการที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการแก่อาจารย์ โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

2.1.1 วิทยาการบริการ [1]คือศาสตร์ของการให้บริการที่รวบรวมความรู้หลายสาขาวิชามาประกอบกันเป็นสหวิทยาการ Services Sciences, Management and Engineering (SSME) เน้นศึกษาเรื่องวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รูปแบบ ทฤษฎี และการประยุกต์ในสิ่งที่เกี่ยวกับการบริการ เช่น กิจกรรมที่ผู้ให้บริการมอบให้กับผู้รับบริการ โดยเป็นประโยชน์หรือมีมูลค่าเพิ่มให้กับผู้รับบริการ ซึ่งจะช่วยขับเคลื่อนนวัตกรรมจนนำไปสู่การสร้างศักยภาพในการแข่งขัน

2.1.2 นวัตกรรมบริการ (Service Innovation) [2] คือ การนำความคิดและแนวทางการดำเนินงานใหม่ ๆ ที่ผ่านการคิดอย่างเป็นระบบ และเข้าใจถึงความต้องการของผู้ใช้บริการมาใช้เป็นแนวทางการสร้างการบริการที่แตกต่าง เพื่อมุ่งตอบสนองต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการ ที่มักจะอยากได้บริการที่เกินความคาดหวังเสมอ

2.1.3 พิมพ์เขียวการบริการ (Service Blueprint) เป็นการกำหนดทิศทางในการดำเนินการขององค์กร [3] เปรียบเสมือนพิมพ์เขียวให้ปฏิบัติตามตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ ซึ่งพิมพ์เขียวสามารถสร้างได้หลายรูปแบบรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเป็นการออกแบบที่ใช้เทคนิคผังกระบวนการ (Flowchart) ช่วยให้เห็นภาพรวมของกระบวนการได้ชัดเจนในมุมมองของผู้เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Service Science

วิทยาการบริการ[4] คือ กระบวนการเกี่ยวกับการให้บริการที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นกระบวนที่จะนำไปสู่ผลิตภาพที่ดีเป็นที่พึงพอใจของผู้รับบริการ สามารถอธิบายให้รู้แจ้งเห็นชัดว่ามีปัจจัยอะไรที่ทำให้บริการมีคุณค่าและก่อเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย เมื่อมีวิทยาการบริการแล้ว เราสามารถที่จะรู้แนวทางสร้าง[5]นวัตกรรมบริการ (Service Innovation) ในธุรกิจสาขาต่างๆ ได้

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Service Innovation

ในงานวิจัยการพัฒนาต้นแบบเพื่อปรับปรุง และออกแบบนวัตกรรมบริการในโคลัมเบีย[6]การเรียนรู้ที่เอื้อต่อการออกแบบนวัตกรรมบริการ โดยใช้เครื่องมือการร่วมคิดร่วมสร้างจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถตอบสนองได้ตรงตามความต้องการ

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Service Blueprint

พิมพ์เขียวการบริการแบ่งออกเป็น 5 ส่วนประกอบ แสดงดังภาพที่ 1 ดังนี้

ส่วนประกอบของพิมพ์เขียวการบริการ	
ส่วนที่แสดงสิ่งสนับสนุนทางกายภาพ	
ส่วนที่เป็นกิจกรรมของผู้รับบริการ	----------เส้นการติดต่อ----------
ส่วนที่แสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้รับบริการกับพนักงาน	----------เส้นสายตา----------
ส่วนที่แสดงการสนับสนุนที่มองไม่เห็น และจับต้องไม่ได้	-------เส้นการติดต่อภายใน------
ส่วนที่แสดงการสนับสนุน	

ภาพที่ 1: ส่วนประกอบพิมพ์เขียวการบริการ

ในงานวิจัย [7] พิมพ์เขียวการบริการ ซึ่งได้นำคุณลักษณะทั้ง 4 มาเชื่อมกับบริการของธุรกิจ เช่นกรณีศึกษา Overnight Hotel Stay Service ได้นำพิมพ์เขียวการบริการมาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานของโรงแรม เช่นการจัดเตรียมระบบเช็คอินด้วยตนเองให้กับลูกค้าผ่านทางเว็บไซต์ การให้ลูกค้าสามารถเข้าห้องพักเพื่อรอการเช็คอินที่ห้องพักของลูกค้าเอง การจัดเตรียมเครื่องดื่มและของว่างสำหรับต้อนรับ เช่นเดียวกันกับบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) [8] แต่เดิมเป็นที่รู้จักในนามผู้ผลิตคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ปัจจุบันไอบีเอ็มสารมารถสร้างรายได้มากกว่าครึ่งหนึ่งจากธุรกิจการให้

คำปรึกษา โดยเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการขายสินค้า และพัฒนานวัตกรรมด้านการบริการ

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวคิด[9]ในการนำพิมพ์เขียวการบริการมาใช้ในการออกแบบระบบบริการสำหรับอาจารย์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนงานทั้งหมดและจุดบกพร่องในการให้บริการอาจารย์ พร้อมทั้งเสนอกระบวนการในการให้บริการอาจารย์ในรูปแบบใหม่ โดยนำเสนอผ่านพิมพ์เขียวการบริการ ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดในหัวข้อที่ 3

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แนวคิด และระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด[10]การออกแบบพิมพ์เขียวการบริการและนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

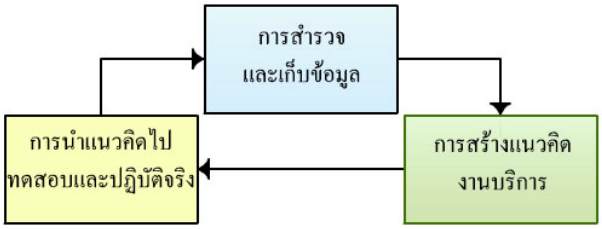
ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจและการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยศึกษาความต้องการบริการที่แท้จริงของอาจารย์ ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปสู่การออกแบบบริการที่เหมาะสมที่สุด โดยให้อาจารย์ตอบแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์พิมพ์เขียวการบริการ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 ใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์เอง เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ชัดเจน

1.2 การส่งแบบสอบถามผ่าน Google form เพื่อทำแบบประเมินออนไลน์ ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้จะสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในหัวข้อที่ 4.2

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างแนวคิดงานบริการ ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบแนวคิดงานบริการ เน้นให้อาจารย์มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นการออกแบบด้วย (Co-creation)

ขั้นตอนที่ 3 การนำแนวคิดไปทดสอบและปฏิบัติจริง โดยการนำบทสรุปแนวคิดในขั้นตอนการออกแบบพิมพ์เขียวการบริการมาสร้างต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ โดยให้อาจารย์ประเมินหน้าจอต้นแบบ รับข้อเสนอแนะเพื่อนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงรูปแบบการบริการให้สอดคล้องกับเป้าหมาย รวมทั้งสร้างความสะดวกและความพึงพอใจให้เกิดสูงสุด



ภาพที่ 2: แนวคิด และระเบียบวิธีวิจัย

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) [11] ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้อาจารย์ตอบแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์พิมพ์เขียวการบริการ จากการนำพิมพ์เขียวการบริการมาใช้ในการแก้ปัญหาพบว่า ภาพรวมของกิจกรรมต่างๆ ยังพบ[12]จุดรอคอยของบริการ (W) (Waiting point) เช่น อาจารย์ต้องการสอบถามข้อมูลกับเจ้าหน้าที่ ซึ่งเจ้าหน้าที่ไม่สามารถให้บริการ ณ ช่วงเวลานั้นได้ รวมถึงจุดล้มเหลว (F) (Failure point) ในการขอใช้อุปกรณ์การสอน การติดต่อเจ้าหน้าที่[13]เพื่อแจ้งซ่อมอุปกรณ์ชำรุด ดังแสดงในภาพที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

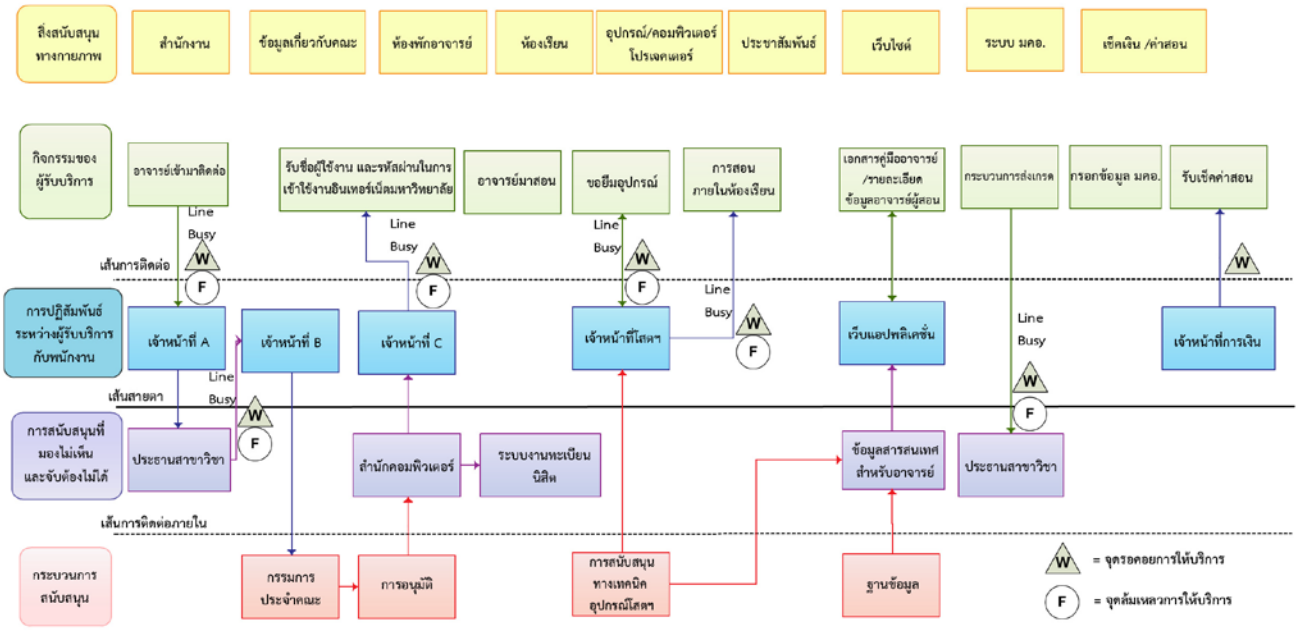
1. ส่วนที่แสดงสิ่งสนับสนุนทางกายภาพ ได้แก่ สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ ห้องเรียน อุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ ประชาสัมพันธ์ ระบบ มคอ. การจ่ายเงินค่าสอน

2. ส่วนที่เป็นกิจกรรมของผู้รับบริการได้แก่ อาจารย์เข้ามาติดต่อกับเจ้าหน้าที่ [14] การรับรหัสผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต การขอยืมอุปกรณ์ การติดต่อรับเอกสารคู่มืออาจารย์ การส่งเกรด การกรอกข้อมูลในระบบ มคอ. และการติดต่อรับเงินค่าสอน

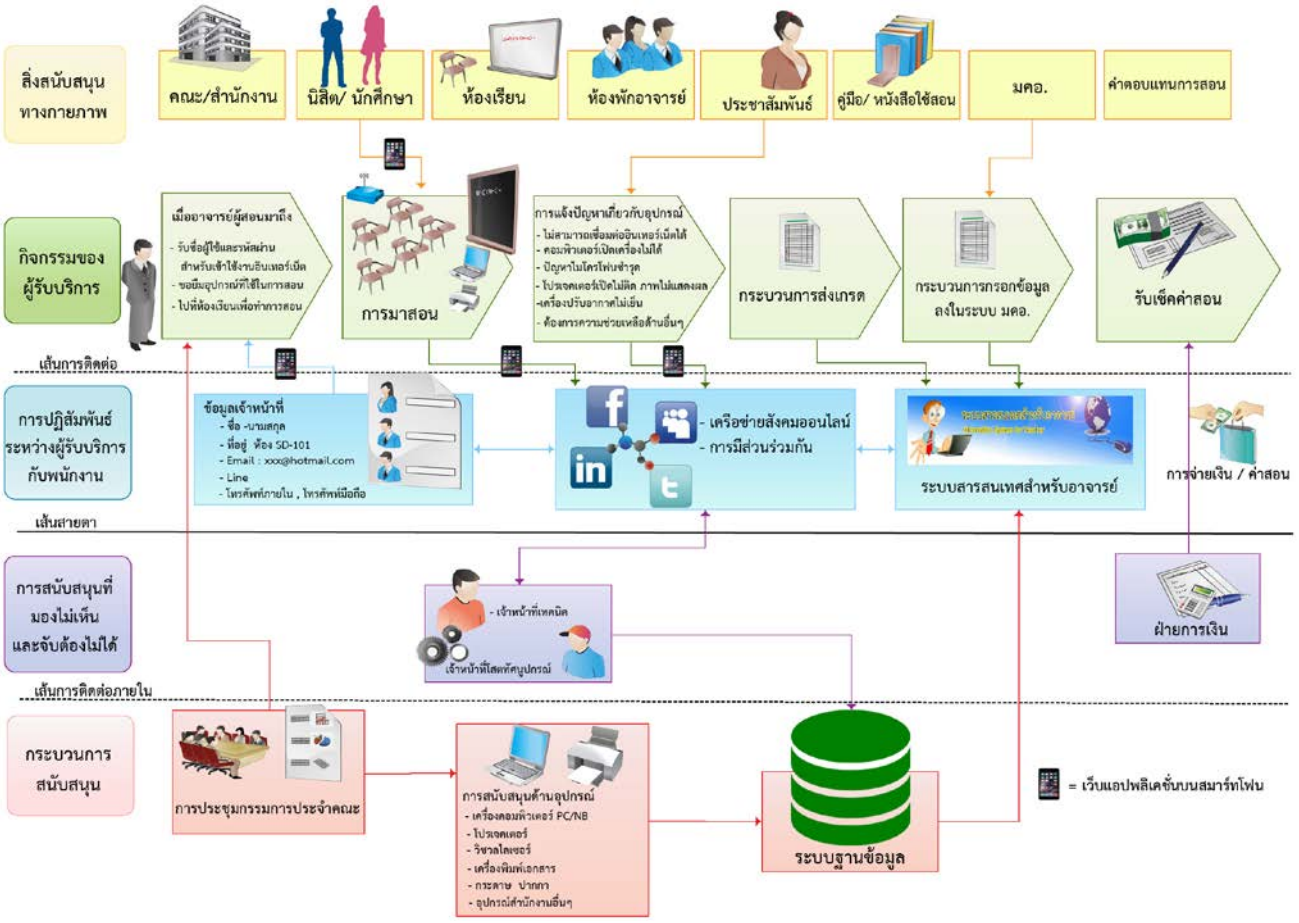
3.ส่วนที่แสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้รับบริการกับพนักงาน [15] ได้แก่ เจ้าหน้าที่ให้การต้อนรับอาจารย์ การบริการอุปกรณ์สำหรับการสอน การบริการเกี่ยวกับอาหาร ขั้นตอนในการกรอกเกรด การแจ้งรับเงินค่าสอน

4. ส่วนที่แสดงการสนับสนุนที่มองไม่เห็น และจับต้องไม่ได้ เช่น การอนุมัติการสอน การขอรหัสผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตจากสำนักคอมพิวเตอร์ การนำข้อมูลอาจารย์ส่งไปยังระบบทะเบียนนิสิต การส่งเกรดในระบบ

5. ส่วนที่แสดงการสนับสนุน ได้แก่ กรรมการประจำคณะในการอนุมัติเอกสารรวมถึงการสนับสนุนจัดซื้ออุปกรณ์สำหรับห้องเรียน



ภาพที่ 3: พิมพ์เขียวการบริการอาจารย์แบบเดิม



ภาพที่ 4: พิมพ์เขียวการบริการอาจารย์แบบใหม่ที่ได้จากการปรับปรุง

3.3 การทดลอง และการพัฒนา

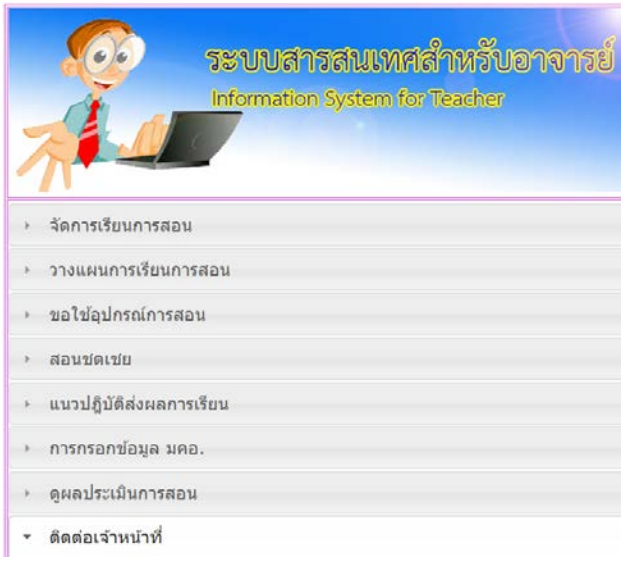
ผู้วิจัยทำการทดลองปรับปรุงพิมพ์เขียวการบริการให้เป็นมาตรฐาน[16] โดยอาจารย์ มีส่วนร่วมประเมินเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละจุดที่ให้บริการเริ่มตั้งแต่การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ การขอยืมอุปกรณ์การสอน การแจ้งซ่อม กระบวนการส่งเกรด การกรอกข้อมูลในระบบ มคอ. การรับเงินค่าสอน และให้ข้อเสนอแนะสำหรับพิมพ์เขียวการบริการที่ออกแบบขั้นตอนการดำเนินงานแบบใหม่เพื่อนำมาพัฒนาต้นแบบระบบสารสนเทศบริการอาจารย์ ดังแสดงในภาพที่ 4

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้พิมพ์เขียวการบริการสำหรับพัฒนาสร้างต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ เพื่อเป็นสื่อกลางในการประสานงาน และลดขั้นตอนการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ซึ่งผู้ใช้งานระบบมีส่วนร่วมในการประเมินพิมพ์เขียวการบริการและต้นแบบระบบสารสนเทศ ผลที่ได้มีดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาต้นแบบระบบ

ผลการพัฒนาต้นแบบระบบโดยเขียนโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ และออกแบบให้รองรับการแสดงผลแบบ Responsive Web บนทุกขนาดของหน้าจออุปกรณ์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว โดยมีเมนูของแต่ละบริการดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอแสดงรายการเมนูของต้นแบบระบบ

4.2 ผลการประเมินพิมพ์เขียวการบริการและต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์

ผู้วิจัยสรุปผลการประเมินการออกแบบพิมพ์เขียวการบริการ และต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความพึงพอใจของพิมพ์เขียวการบริการและต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
ความพึงพอใจของพิมพ์เขียวการบริการ	5	3.90	0.5	ดี
ความพึงพอใจของต้นแบบระบบสารสนเทศ	5	3.59	0.7	ดี
ความพึงพอใจโดยรวม	10	7.49	1.2	ดี

จากตารางสรุปผลการประเมินพบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 0.16 มีความพึงพอใจต่อการออกแบบพิมพ์เขียวการบริการโดยมีค่าเฉลี่ย 3.90 จากคะแนนเต็ม 5 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 และผลการประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์โดยมีค่าเฉลี่ย 3.59 จากคะแนนเต็ม 5 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.7 และความพึงพอใจโดยรวมของการออกแบบพิมพ์เขียวการบริการและการพัฒนาต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์มีค่าเฉลี่ย 7.49 จากคะแนนเต็ม 10 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.2 จึงสรุปได้ว่าพิมพ์เขียวการบริการ รวมถึงต้นแบบระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์สามารถช่วยพัฒนางานบริการได้เป็นอย่างดี

5. สรุปผลการวิจัย

การนำศาสตร์วิทยาการบริการเป็นกรอบความคิด และฐานความรู้สำหรับประยุกต์แนวทางปฏิบัติที่ทำให้งานบริการมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างระบบบริการที่เหมาะสมโดยใช้

พิมพ์เขียวการบริการมาช่วยออกแบบระบบบริการสำหรับอาจารย์ รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงงานบริการให้ดีขึ้น ผลของการศึกษานี้พบว่า พิมพ์เขียวการบริการแสดงภาพของกระบวนการบริการที่สามารถระบุจุดที่เป็นปัญหาของการบริการและปรับการออกแบบโดยนำเอานวัตกรรมมาแก้ปัญหาการบริการ ซึ่งช่วยให้ลดขั้นตอนบริการอาจารย์เปลี่ยนไปที่รวดเร็วกว่าระบบเดิม พร้อมทั้งสามารถให้แนวทางเสริมสร้างประสิทธิภาพการบริหารจัดการที่ดีเพื่อก่อให้เกิดนวัตกรรมบริการในองค์กรได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Choudaha, Rahul "Competency-based curriculum for a master's program in Service Science, Management and Engineering (SSME)", "Doctoral dissertation, University of Denver (2008)"

[2] สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์. พักตร์ผจง วัฒนสนธุ์, อัจฉรา จันทร์ฉาย, ประกอบ คุปรัตน์. (2553). *นวัตกรรม: ความหมาย ประเภท และความสำคัญ ต่อการเป็นผู้ประกอบการ, วารสารบริหารธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*

[3] Ioannis (Giannis) Kostopoulos, *PhD (UK)* “Designing a Strategic Service Blueprint”: *Keller Center Research Report* December 2013, Volume 6, Number 4

[4] Tadahiko Abe. (2005). “What is Service Science?” The Fujitsu Research Institute, Economic Research Center, Tokyo, Japan.

[5] Economics: DTI OCCASIONAL PAPER NO. 9 *Innovation in Services*. JUNE 2007

[6] Natalia Lucía Agudelo Álvaro: “Co-created tools for teaching, learning and designing services in Colombia. Facilitating interdisciplinary learning in service design innovation”

[7] Mary Jo Bitner. (2007). “Service Blueprinting: A Practical Technique for Service Innovation,” Center for Services Leadership W. P. Carey School of Business Arizona State University.

[8] Deb, B. (2012). "Towards a Framework for Service Ontology Evaluation". *International Journal of Computer Applications 48: 12–15*.

[9] Mary Jo Bitner, Amy L. Ostrom, and Kevin A. Burkhard: “Service Blueprinting: Transforming the Student Experience” Center for Services Leadership W. P. Carey School of Business Arizona State University.

[10] อภิสิทธิ์ ไล่สัตรูไกล, ธัญญพร จารุกิตติคุณ, นันทกานต์ ทองวานิช. (2557). *คู่มือการออกแบบบริการ Service Design Workbook,* ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC)

[11] สวนดุสิตโพล มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. *"การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ความพึงพอใจของประชาชนต่อการปฏิบัติงานของข้าราชการกรมสรรพสามิต ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 (ครั้งที่ 3)"*

[12] พัชรีพร คุณาวุฒิ. (2554). *หลักสูตรเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์การบริการอย่างเหนือชั้น Service Blueprint* ฝ่ายที่ปรึกษาแนะนำการเพิ่มผลผลิต

[13] Service Science: “The New Paradigm of Innovation for Business,” Education and Government in 21st Century and AEC2015

[14] Arash Shahin:"Service Blueprinting: An Effective Approach for Targeting Critical Service Processes – With a Case Study in a Four-Star International Hotel. “Department of Management, University of Isfahan Hezar Jarib St., Isfahan 81746-73441, Iran

[15] กาญจนาภรณ์ พลประทีป. “*พิมพ์เขียวการบริการกับการพัฒนาคุณภาพของกระบวนการส่งมอบบริการ*” คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[16] Youngjung Geum, Yongtae Park. “Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach” *Journal of Cleaner Production.* Journal homepage: www.elsevier.com/ locate/jclepro

ระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิด ถึง 5 ปี

Monitoring Application System for Child Development

สลิลทิพย์ สุดสงวน(Salintip Sudsanguan)[1] และจีระศักดิ์ นำประดิษฐ์(Jeerasak Numpradit)[2]
[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาการการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]a_aamp@hotmail.com, [2]jeerasakn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยในการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี โดยรูปแบบของระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบของ แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อรองรับการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้ที่แตกต่างกัน โดยส่วนที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะช่วยในการบันทึกข้อมูลพัฒนาการของเด็กจากผู้ใช้งานซึ่งคือแม่หรือผู้ปกครอง และในส่วนของเว็บแอพพลิเคชั่น ช่วยให้การเรียกดูและประเมินพัฒนาการเด็กจากผู้ใช้ซึ่งคือพยาบาล เป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

โดยผลการวิจัยพบว่า หลังการพัฒนาระบบและนำระบบไปทดลองใช้งาน โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านและกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน ได้ผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก และมีความสำเร็จเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนั้นการนำ ระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี ที่ พัฒนาขึ้นไปใช้ในการติดตามพัฒนาการของเด็ก จะช่วยให้การบันทึกและประเมินพัฒนาการ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การติดตาม พัฒนาการเด็ก แอนดรอยด์

Abstract

This research aimed to develop the information system for infant and children of preschool age growth monitoring. The system was able to run with 2 platform, which were Android Operating System and Web Application, in order to support different kind of users. The objectives of the system were not only for reducing time spend and error on recording and assessing of growth and development, but also improving the performance and efficiency of such processes. The Android application was developed for the parents, who had to record the growth and development of their children. On the other hand, the Web application was developed for those healthcare staffs to ease the monitoring of the records from those parents.

After evaluated by 5 experts and 30 users, the result of satisfaction level was an average of 4.61 with 0.39 standard deviation. The result could be concluded that the satisfaction rate on the developed system was in a very good level and reach the objectives of the research. Therefore, the deployment of the monitoring system will help improving the performance and quality of growth monitoring process efficiently.

Keywords: Monitoring, Development of Children, Android.

1. บทนำ

พัฒนาการของเด็ก ในช่วงวัยแรกเกิด ถึง 5 ปี มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง สำหรับการเป็นรากฐานของคุณภาพประชากรในสังคม การให้ความสำคัญในเรื่องของการพัฒนาคุณภาพคนและ การติดตามประเมินศักยภาพในทุกๆด้านของเด็กปฐมวัย จึงเป็นที่สิ่งที่สำคัญและไม่ควรมองข้าม

ซึ่งปัจจุบันการติดตามพัฒนาการของเด็กวัย แรกเกิด ถึง 5 ปี มีการติดตามโดยการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมและปัจจัยต่างๆ

ที่ส่งผลต่อพัฒนาการตามช่วงวัยของเด็ก จากการบันทึกข้อมูลลงบน สมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก [1] ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูล ผ่านการจดบันทึก อาจส่งผลทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่มีผลต่อการประเมินพัฒนาการของเด็ก เกิดความผิดพลาดหรือคาดเคลื่อนได้ และไม่สะดวกต่อการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการบันทึกลงสมุดมาทำการประเมินพัฒนาการของเด็กในด้านต่างๆ

ปัจจุบันเทคโนโลยี มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและเข้ามามีบทบทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนในยุคสมัยนี้มากขึ้น การนำเอาเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เช่น สมาร์ทโฟน เข้ามามีส่วนช่วยบันทึกและติดตามพัฒนาการของเด็ก จึงเป็นช่องทางหนึ่งที่ช่วยให้ การบันทึกและติดตามพัฒนาการของเด็ก เป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล รวมถึงสะดวกต่อการนำเอาข้อมูลไปประเมินผล ต่างๆ ต่อไปอีกด้วย

เนื่องด้วยเทคโนโลยีด้านการสื่อสารที่เข้ามามีบทบทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อช่วยในการบันทึกและติดตามพัฒนาการของเด็กวัย แรกเกิด ถึง 5 ปี รวมถึงเพื่อให้เจ้าหน้าที่พยาบาล สามารถประเมินพัฒนาการของเด็ก ผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยมารดาหรือผู้ปกครอง สามารถบันทึกพัฒนาการของเด็กผ่านบนแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้น และส่งรายละเอียดข้อมูลด้านพัฒนาการต่างๆไปยังเจ้าหน้าที่พยาบาล เพื่อประเมินพัฒนาการต่างๆของเด็ก ผ่านระบบเว็บที่พัฒนาขึ้น เป็นการลดข้อผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลและช่วยให้การประเมินพัฒนาการเป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี

เด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 5 ปี (เด็กปฐมวัย) เป็นช่วงอายุที่มีอัตราของการพัฒนาการสูง ถ้าเด็กได้รับการเลี้ยงดูที่ดีและถูกต้องตามหลักจิตวิทยา และหลักวิชาการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เด็กก็จะพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพ จากทฤษฎี องค์ความรู้ เรื่องพัฒนาการเด็ก และการพัฒนาของสมอง รวมทั้งงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเด็กปฐมวัย จึงอาจกล่าวได้ว่าช่วงเวลาที่สำคัญและจำเป็นที่สุดในการพัฒนาสมองคือในช่วง 5 ปีแรกของชีวิต เด็กที่ไม่ได้รับการเลี้ยงดูและพัฒนาอย่างถูกต้องในช่วงเวลานี้เมื่อพ้นวัยนี้แล้วโอกาสทองเช่นนี้จะไม่หวนกลับมาอีก ด้วยเหตุนี้พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู เลี้ยงดูเด็กต้องมี ความรู้ความเข้าใจ ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาเด็กในช่วงวัย 0-5 ปี ต้องสามารถเลี้ยงดู จัดประสบการณ์พัฒนาเด็กให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งพัฒนาการของเด็ก โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ด้านใหญ่ๆ คือ พัฒนาการด้านร่างกาย , พัฒนาการด้านสติปัญญา , พัฒนาการด้านอารมณ์ และพัฒนาการด้านสังคม

2.2 การติดตาม (Monitoring)

การติดตาม (Monitoring) หมายถึง การกำกับกิจกรรมเพื่อให้แน่ใจว่า กิจกรรมต่างๆดำเนินการเป็นไปอย่างสัมฤทธิ์ผลตามแบบแผน ที่ได้กำหนดหรือตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ กิจกรรมต่างๆ มีความก้าวหน้าอย่างไร เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามแผนหรือเกณฑ์ที่วางไว้ต่อไป

การตรวจติดตาม หมายถึง การศึกษา ตรวจสอบผลการปฏิบัติ งานที่ ไดกำหนดว่า ได้ปฏิบัติหรือไม่ ผลความก้าวหน้าเป็นอย่างไร มีปัญหาอุปสรรคประการใด เพื่อจะได้ให้การช่วยเหลือปรับปรุงให้ข้อแนะนำ ข้อแก้ไขหรือกำหนดยุทธศาสตร์และยุทธวิธีการดำเนินงานใหม่ดังนั้น จึงสรุปไดว่า การติดตามผล (monitoring) เป็นการติดตามการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นระบบเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมหนึ่ง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่ากิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินไปตามแผนกิจกรรม ทั้งในแง่ อินพุต เอาท์พุท และกิจกรรมอื่น ๆ ที่วางแผนไว้ ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานตามแผนงานโครงการบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 แอพพลิเคชั่น (โปรแกรมประยุกต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์)

แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะเขียนโดยใช้ภาษาจาวา และใช้แอนดรอยด์ซอฟต์แวร์เดเวล็อปเมนต์คิต (Android software development kit) หรือ SDK ในการพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยชุดเครื่องมือต่างๆ ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่น

แอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นมีการเติบโตขึ้นเรื่อยๆ โดยผู้ใช้สามารถซื้อและดาวน์โหลดได้จากกูเกิลเพลย์ หรือ แอมะซอนแอพสโตร์ และสามารถที่จะดาวน์โหลดไฟล์ APK ได้จากเว็บไซต์ต่างๆ แอพพลิเคชั่นจากเพลย์สโตร์อนุญาตให้ผู้ใช้

สามารถดาวน์โหลด และ อัปเดต ได้จากกูเกิล และ ผู้ที่เป็นนักพัฒนาแอพนั้นๆ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อมรรัตน์ [2] นำเสนอการทำแบบคัดกรองและการสรุปโดยใช้ เทคนิคตารางการตัดสินใจ (Decision Table) โดยนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเงื่อนไขในการทำแบบคัดกรองจากช่วงอายุ ของเด็ก โดยระบบจะทำการประมวลผลแบบคัดกรองและแสดงผลที่ตรงกับเงื่อนไขมากที่สุด และนำผลมาช่วยในการสนับสนุนการปรับพัฒนาเด็กในเบื้องต้นและใช้เทคนิคการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (OLAP) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อดีของงานวิจัยนี้คือ ระบบมีการคัดกรองพัฒนาการด้วยเทคนิคตารางการตัดสินใจและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย OLAP ทำให้ผลที่ได้ตรงกับเงื่อนไขต่างๆ ตามที่ผู้ใช้งานได้กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือ ระบบควรรองรับการเพิ่มเติมช่วงอายุ ในการทำแบบคัดกรองพัฒนาการเด็ก

Shao-Hsia Chang [3] ทำการศึกษาความผิดปกติด้านพัฒนาการในวัยเด็ก และ เปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อพัฒนาการในวัยเด็ก ระหว่างเด็กที่มีพัฒนาการปกติ กับเด็กที่มีพัฒนาการผิดปกติ ด้วยการกำกับติดตามการพัฒนาการ จากวิเคราะห์ตามเงื่อนไขที่ใช้วัดพัฒนาการของเด็ก โดยการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเด็กที่มีความผิดปกติด้านพัฒนาการและเด็กปกติ จากระดับความเร็วและความถูกต้องของ Fitts' paradigm ผลจากการการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความผิดปกตินั้น จะทำให้ทราบถึงความผิดปกติในแต่ละด้านของเด็กตามช่วงวัยต่างๆ

ข้อดีของงานวิจัยนี้คือ การวัดพัฒนาการเด็กเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาความผิดปกติ มีการทดสอบด้วยวิธีการที่แตกต่างกันออกไปตามช่วงวัย ทำให้ผลการวิเคราะห์ความผิดปกติ ทราบถึงความผิดปกติในแต่ละด้าน

ข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือ วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความผิดปกติของเด็ก ค่อนข้างหลากหลายและมีความซับซ้อน รวมถึงต้องใช้ระยะเวลาการทดสอบ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศในการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิด ถึง 5 ปี แบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

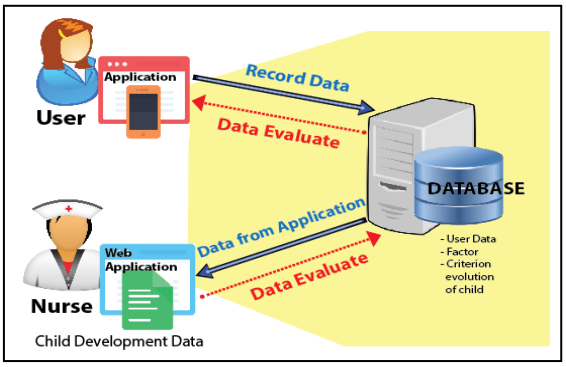
3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

จากการศึกษาการทำงานของระบบติดตามพัฒนาการของเด็กในปัจจุบัน ซึ่งจะมีการบันทึกและประเมินข้อมูลพัฒนาการผ่านสมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก [1] ทำให้เกิดความล่าช้าและข้อผิดพลาดในการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล

การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าพัฒนาระบบงานจะทำให้การบันทึกและติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิด ถึง 5 ปีมีความสะดวกรวดเร็วขึ้น ลดข้อผิดพลาด และลดขั้นตอนในการบันทึกหรือประเมินพัฒนาการเด็ก โดยทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน สำหรับการบันทึกข้อมูลพัฒนาการเด็ก และพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น สำหรับการประเมินข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกและประเมินพัฒนาการได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.2 วิเคราะห์ระบบและออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศในการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิด ถึง 5 ปี วิจัยได้ทำการออกแบบกระบวนการและขั้นตอนการทำงานของระบบต่างๆ ดังแผนภาพต่อไปนี้

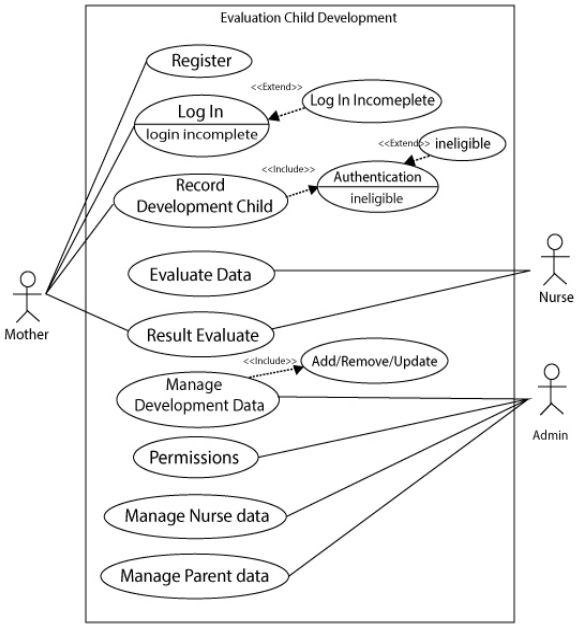


โดยระบบจะแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนผู้ใช้งานที่เป็นผู้บันทึกพัฒนาการของเด็กคือ แม่หรือผู้ปกครอง ใช้งานผ่านระบบที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

- ส่วนผู้ใช้งานที่เป็นผู้ประเมินพัฒนาการเด็ก คือ พยาบาล ใช้งานผ่านระบบที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น โดยมีผู้ดูแลระบบ จัดการข้อมูลต่างๆของระบบ

ซึ่งการทำงานต่างๆ ของระบบสามารถอธิบายได้จาก ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ดังนี้



ภาพที่ 2: ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ

- ส่วนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
  - ก) สามารถบันทึกข้อมูลพื้นฐานของเด็กและมารดาได้
  - ข) สามารถบันทึกพัฒนาการของเด็ก
  - ค) สามารถแสดงผลการประเมินพัฒนาการของเด็กได้
- ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น
  - ก) สามารถเรียกดูข้อมูลพื้นฐานของเด็กและมารดาได้
  - ข) สามารถแสดงผลข้อมูลพัฒนาการของเด็กได้
  - ค) สามารถบันทึกผลการประเมินพัฒนาการของเด็กจากข้อมูลที่ได้จาก การบันทึกผ่านแอพพลิเคชั่นได้
  - ง) สามารถแสดงผลการประเมินพัฒนาการของเด็กได้

3.3 พัฒนาระบบ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบ จะแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน ตามการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ได้แก่

3.3.1 ส่วนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

โดยทำการพัฒนาด้วยภาษา Java for Androids บนโปรแกรมและเครื่องมือสำหรับพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้แก่ JDK (java Development Kit) โปรแกรม Eclipse Android SDK และ Android Development Tools

3.3.2 ส่วน เว็บแอพพลิเคชั่น พัฒนาด้วย ภาษา PHP และ HTML5 บนโปรแกรม Adobe Dreamweaver CS6 เพื่อผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าหน้าที่พยาบาล สามารถเรียกดูข้อมูลพัฒนาการของเด็ก และประเมินพัฒนาการของเด็กตามข้อมูลที่ได้รับจากการบันทึกผ่านแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้น

3.4 การประเมินระบบ

หลังจากการดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศการติดตามพัฒนาการเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี เรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้งาน โดยให้กลุ่มผู้ใช้งานทำการทดลองใช้งาน และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งแบ่งด้านในการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถของระบบตอบสนองความต้องการผู้ใช้ (Functional Requirement) ด้านการใช้งานระบบ (Usability Test) ด้านความถูกต้องของระบบ (Reliability Test) และด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test) เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ ให้ได้ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ โดยแบ่งผู้ทดลองใช้งานระบบ ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานทั่วไป

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบ ติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี แบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.1.1 ส่วนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เมื่อทำการพัฒนาระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี ในส่วนของแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

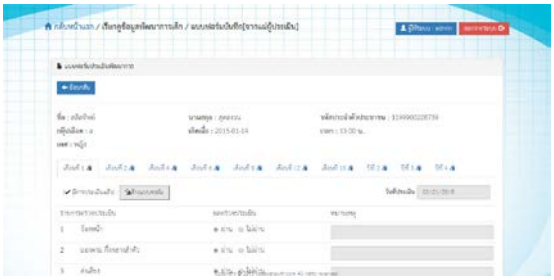


ภาพที่ 3: หน้าจอของแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

4.1.2 ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น

เมื่อทำการพัฒนาระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวันแรกเกิดถึง 5 ปี ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อนำเสนอในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น ได้ผลลัพธ์ดังนี้





ภาพที่ 4 : หน้าจอของเว็บแอพพลิเคชั่น

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป ที่มีต่อระบบสารสนเทศการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี ในทุกด้านของระบบ สามารถสรุปผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจได้เท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 จึงสามารถสรุปผลการประเมินได้ว่าระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความสามารถของระบบตอบสนองความต้องการผู้ใช้ (Functional Requirement)			
- ผู้เชี่ยวชาญ	4.80	0.17	ดีมาก
- ผู้ใช้งานทั่วไป	4.37	0.61	ดี
2. ด้านการใช้งานระบบ (Usability Test)			
- ผู้เชี่ยวชาญ	4.60	0.35	ดีมาก
- ผู้ใช้งานทั่วไป	4.37	0.61	ดี
3. ด้านความถูกต้องของระบบ (Reliability Test)			
- ผู้เชี่ยวชาญ	4.88	0.26	ดีมาก
- ผู้ใช้งานทั่วไป	4.36	0.62	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test)			
- ผู้เชี่ยวชาญ	5.00	0.00	ดีมาก
- ผู้ใช้งานทั่วไป	4.52	0.50	ดีมาก
สรุป	4.61	0.39	ดีมาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การพัฒนาระบบสารสนเทศการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศในการติดตามพัฒนาการของเด็ก เพื่อช่วยให้การบันทึกติดตามพัฒนาการเกิดประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเพื่อทดสอบหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น โดย ได้ทำการแบ่งส่วนการพัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อลดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลและเพื่อให้การประเมินพัฒนาการของเด็กมีความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยหลังจากการพัฒนาระบบ และนำระบบไปทดลองใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป สามารถสรุปได้ว่าผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวม จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป ที่มีต่อระบบสารสนเทศการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี ได้ผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.61 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 ซึ่งสรุปผลการประเมินได้ว่า ระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ระบบติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การติดตามพัฒนาการของเด็กเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว ลดข้อผิดพลาดจากการบันทึกและประเมินข้อมูลในรูปแบบเอกสาร และช่วยให้การติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษนี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้การการติดตามพัฒนาการของเด็กวัยแรกเกิดถึง 5 ปี ลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลในรูปแบบเดิม ดังนั้นหากมีการพัฒนาต่อให้มีความสมบรูณ์มากยิ่งขึ้นอาจมีข้อควรพิจารณาเพื่อพัฒนาต่อไป ดังนี้

5.2.1 ควรมีการแจ้งเตือนในส่วนของวันเวลาในการรับวัคซีนของเด็กด้วย

5.2.2 ตัวอักษรหน้าจอแสดงผลในส่วนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ควรมีขนาดใหญ่และชัดเจนขึ้น

5.2.3 ควรเพิ่มการแสดงผลรูปแบบกราฟฟิคลงบนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อความชัดเจนในการอ่านข้อมูลการเจริญเติบโตของเด็ก

เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มอนามัยแม่และเด็ก สำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.*"สมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก"*, 2556.

[2] อมรรัตน์ ดาวเฉลิมวงศ์. *"การพัฒนาระบบสารสนเทศการคัดกรองพัฒนาการเด็กเพื่อช่วยสนับสนุนการให้คำปรึกษาผู้ปกครองเบื้องต้นโดยใช้เทคนิคตารางการตัดสินใจ"* ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

[3] Shao-Hsia Chang. *"Motor control in children wit developmental coordination disorder – Fitts' paradigm of pointing task performance measurement"* International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI) 2011 ,2554.

การพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบ ภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

Development of a Monitoring and Tracking System for Handheld Devices in the Work Place Using RFID Technology

วรัญญา ประจันบาน(Waranya Prachanban)[1] และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ(Montean Rattanasiriwongwut)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]littlestamford@gmail.com, [2]montean@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินความพึงพอใจของระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ทำงานร่วมกับเว็บแอพพลิเคชั่น ใช้โปรแกรมภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL ในการเขียนโปรแกรม ระบบนี้พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและติดตาม ในด้านการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ และระบบการแจ้งเตือนผ่านช่องทาง E-Mail และ SMS มีผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 จากผู้ประเมินทั้ง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การยืม-คืน เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี การแจ้งเตือน

Abstract

The objectives of this research are to develop a monitoring and tracking system for handheld devices in the work place using RFID technology and a web application. Then evaluate the quality levels and satisfaction levels towards the system from experts and users. The database support system was developed using the PHP programming language and MySQL. This system will provide the ability to enhance management performance and data monitoring via a notification system with SMS and E-Mail channels. The results from this study discovered that quality levels and satisfaction levels towards this system are at a good level ($\bar{x}$ = 3.93, S.D. = 0.53 by a panel of experts and $\bar{x}$ = 3.88, S.D. = 0.54 by general users). The above $\bar{x}$ and S.D. values are higher than the criterion level, meaning this special problem was successful. In conclusion, this developed system can be used in a real word scenario effectively and efficiently.

Keywords: Borrowing-Returning, RFID Technology, Notification.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยทำให้การเข้าถึงข้อมูล สะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงเป็นสาเหตุทำให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูล ทำให้ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และลดเวลาในการจัดเก็บข้อมูล [1]

เว็บแอพพลิเคชั่น เป็นระบบจัดการสารสนเทศหนึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เนื่องจากอาศัยหลักการของการให้บริการบนอินเทอร์เนตที่เป็นประโยชน์ ร่วมกับการพัฒนาส่วนประกอบของระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยให้องค์กรสามารถบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [2]

RFID (Radio Frequency Identification) เป็นเทคโนโลยีที่กำลังมีบทบาทและมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว RFID เป็นเทคโนโลยีป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่าน

ค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจสอบติดตามและบันทึกข้อมูลสิ่งที่อยู่กับแท็ก ซึ่งอาจนำไปฝังไว้ภายในหรือติดอยู่กับตัววัตถุ เช่น ผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งของใด ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งการทำงานจะใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับแท็กด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล โดยคุณสมบัติของ RFID สามารถระบุข้อมูลวัตถุได้แบบไร้สัมผัส ทนต่อความเปียกชื้น และการกระทบกระแทก สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิพ

จากการศึกษาของคณะวิจัยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ พบว่าแนวโน้มการประยุกต์ใช้งาน RFID ในประเทศไทยนั้น มีแนวโน้มที่มากขึ้นเรื่อย ๆ ในการที่จะนำ RFID เข้าไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ และจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบโดยใช้ความสามารถของ RFID ที่มีประสิทธิภาพสูงมาช่วยในการปฏิบัติงาน ให้มีความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น [1]

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID Technology)

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID Technology) หมายถึง การระบุคนหรือวัตถุโดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุ เทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้ในการติดตาม หรือตรวจสอบวัตถุ การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านและเขียนข้อมูลสปอนเดอร์หรือแท็ก

โครงสร้างระบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แท็กและเครื่องอ่านข้อมูล RFID ที่ติดตั้งเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ปรับปรุงระบบฐานข้อมูล โดยที่เครื่องอ่านได้ออกแบบมาให้มีอินเตอร์เฟซไว้เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 และ RS-485 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำข้อมูลที่อ่านได้มาใช้ตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบระบบ [1]

2.1.1 แท็ก (Tag) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล [3] โครงสร้างภายในของแท็กประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กทำหน้าที่เป็นสายอากาศ สำหรับรับ-ส่งคลื่นวิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้กับไมโครชิปที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ

2.1.2 เครื่องอ่าน (Reader) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณเพื่อเขียนและอ่านข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่ด้วยคลื่นวิทยุ ภายในเครื่องอ่านประกอบด้วย ภาครับ-ส่งคลื่นวิทยุ ภาคสร้างสัญญาณพาหะ ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ วงจรจูนสัญญาณ หน่วยประมวลผลข้อมูลและภาคติดต่อคอมพิวเตอร์ [4]

2.2 ย่านความถี่ที่ใช้งานและมาตรฐานของ RFID

ปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้กันนั้น จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ถูกใช้ในอุตสาหรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นย่านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) ช่วงความถี่จะอยู่ระหว่าง 125 kHz จนถึง 134 kHz มีระยะในการอ่านและเขียนประมาณ 10 เซนติเมตร โดยใช้เทคโนโลยีการคล้องสัญญาณระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก ซึ่งสามารถใช้ได้กับแท็กทั้งที่มีแบตเตอรี่และไม่มีแบตเตอรี่ได้ มีความไวในการอ่านและเขียนต่ำ นิยมใช้ในงานปศุสัตว์ และบัตรเข้าออก

2.2.2 ย่านความถี่สูง (High Frequency, HF) โดยมากความถี่ที่ใช้ในย่าน HF จะเป็นความถี่ 13.56 MHz ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากลักษณะการออกแบบแท็กจะเป็นรูปแบบของบัตร หรือลาเบล ซึ่งบางครั้งถูกเรียกชื่อเป็น Contactless Smart Card บ้าง หรือ Smart Label บ้าง RFID ในย่านนี้ยังใช้เทคโนโลยีการคล้องสัญญาณระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก ทำให้สามารถใช้กับแท็กที่มีแบตเตอรี่หรือไม่มีแบตเตอรี่ได้ระยะการอ่านและเขียนประมาณ 1 เมตร เหมาะกับลักษณะงานประเภทบัตรต่าง ๆ เช่น บัตรเข้าออกสถานที่ บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรสมาชิก หรือเป็นฉลากสินค้าอัจฉริยะ เช่น ฉลากติดกับสัมภาระบนเครื่องบิน เป็นต้น

2.2.3 ย่านความถี่สูงมาก (Ultra high frequency, UHF) RFID ย่านนี้มีช่วงความถี่ระหว่าง 866-915 MHz ระยะการอ่านและเขียนประมาณ 3-7 เมตร เหมาะสำหรับลักษณะงาน Supply Chain Management, Logistics และในห้างสรรพสินค้าทั่วไป ปัจจุบันมีองค์กร Electronic Product Code

หรือ EPC Global ได้เป็นตัวกลางในการกำหนดมาตรฐาน RFID ในงาน Supply Chain Management เพื่อให้ทุกหน่วยงานสามารถใช้ RFID ระบบเดียวกันได้ทั่วโลกในการขนส่งสินค้า โดยได้กำหนดเป็นคลาสต่าง ๆ ไว้เพื่อให้ผู้ผลิต RFID ที่เข้าร่วมกับ EPC ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่ระบุไว้ในคลาสนั้น

2.2.4 ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave) RFID ในย่านนี้จะใช้ความถี่ที่ 2.45 GHz ระยะการอ่านและเขียนมากกว่า 10 เมตร มีความเร็วในอ่านและเขียน แต่การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับแท็กทำได้ยาก เนื่องจากหลักการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับแท็กเป็นแบบเดียวกับหลักการของเรดาห์ (Backscatter) คืออาศัยการสะท้อนกลับของสัญญาณจากแท็ก ดังนั้นแท็กที่พบส่วนมากจะเป็นแบบที่มีแบตเตอรี่ นิยมใช้กับลักษณะงานที่ต้องใช้ระยะทางในการอ่านและเขียนมาก เช่น ระบบการชำระเงินบนทางด่วน สถานที่จอดรถโลจิสติกส์ ข้อเสียของ RFID ย่านไมโครเวฟคือ จะถูกดูดซับ และสะท้อนกลับด้วยน้ำได้ ดังนั้นการใช้งานต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่มีน้ำด้วยเป็นสำคัญ ข้อควรระวังอีกข้อหนึ่งคือ ความถี่ที่ 2.45 GHz ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบไร้สายต่าง ๆ เช่น Wireless Lan Bluetooth โทรศัพท์ไร้สายที่มีตัวแม่และตัวลูก อุปกรณ์ดังกล่าวอาจส่งผลกระทบกับการทำงานของ RFID ได้ [5]

2.3 เว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application)

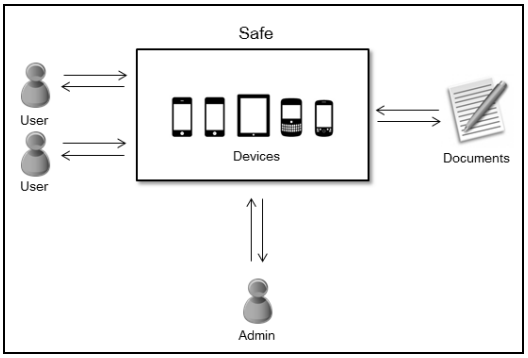
การทำงานของ Web Application นั้น โปรแกรมส่วนหนึ่งจะวางตัวอยู่บน Rendering Engine ซึ่งจะทำหน้าที่ คือนำเอาชุดคำสั่งที่ใช้ในการแสดงผล นำมาแสดงผลบนพื้นที่ส่วนหนึ่งในจอภาพ โปรแกรมส่วนที่วางตัวอยู่บน Rendering Engine จะทำหน้าที่ คือการเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งที่แสดงผล จัดการตรวจสอบข้อมูลที่รับเข้ามาเบื้องต้น และการประมวลบางส่วน แต่ส่วนการทำงานหลักจะวางตัวอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ ในลักษณะ Web Application แบบเบื้องต้น ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะประกอบไปด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับไคลเอนต์ตามโปรโตคอล HTTP/HTTPS โดยนอกจากเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ส่งไฟล์ที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงผลตามมาตรฐาน HTTP ตามปกติทั่วไปแล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะมีส่วนประมวลผลซึ่งอาจจะเป็นตัวแปลภาษา เช่น Script Engine ของภาษา PHP หรืออาจจะมีการติดตั้ง .NET Framework เป็นต้น [6]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มีวิธีการดำเนินงานโดยอาศัยกระบวนการที่เรียกว่า วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC : System Development Life Cycle) ดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดปัญหาและศึกษาความเป็นไปได้

ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ทดสอบต่าง ๆ ของระบบงานเดิม จะเป็นการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบในแต่ละวัน เพื่อใช้ในการทำงานในแต่ละวัน โดยมีการเก็บอุปกรณ์ทดสอบทั้งหมดไว้ในตู้เซฟ และมีการปลดรหัสเพื่อเปิดตู้เซฟทุกวัน จากนั้นพนักงานที่ต้องการจะใช้อุปกรณ์ทดสอบ จึงทำการหยิบอุปกรณ์ทดสอบออกมาจากตู้เซฟพร้อมทั้งกรอกรายละเอียดการยืมลงในเอกสารการยืม-คืน เมื่อต้องการคืนอุปกรณ์ทดสอบต้องนำอุปกรณ์ทดสอบที่ยืมมาเก็บไว้ในตู้เซฟตามเดิมพร้อมทั้งกรอกรายละเอียดการคืนลงในเอกสารการยืม-คืน นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องการที่มีผู้ใช้บางคนนำอุปกรณ์ทดสอบออกไปนอกบริเวณการทำงาน ทำให้เกิดการสูญหายของอุปกรณ์ทดสอบได้ แสดงดังภาพที่ 1

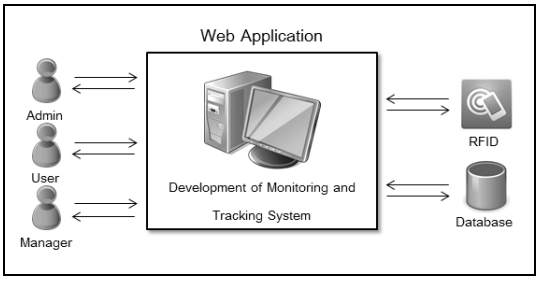


ภาพที่ 1: ระบบเดิมของกระบวนการทำงานของการยืม-คืนอุปกรณ์

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบระบบ

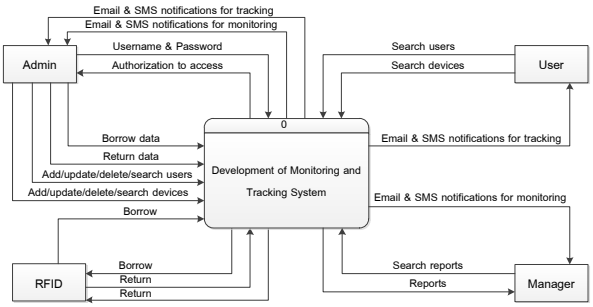
เมื่อได้ศึกษาระบบงานเดิมแล้ว พบว่าปัญหาดังกล่าวทำให้การบริหารจัดการอุปกรณ์ทดสอบต่าง ๆ ไม่สามารถจัดการได้อย่างรวดเร็ว ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และอาจเกิดการสูญหายของอุปกรณ์ทดสอบได้ ผู้จัดทำจึงได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและความต้องการของระบบงานใหม่ โดยการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ทำงานร่วมกับเว็บแอพพลิเคชั่น

เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการอุปกรณ์ทดสอบ ในความต้องการของระบบงานใหม่นั้นจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของกระบวนการทำงาน และช่วยแก้ปัญหาความผิดพลาดความล่าช้าในการทำงานได้อีกด้วย แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ระบบใหม่ของระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบ

ระบบงานใหม่สามารถแสดงเป็นแผนภาพบริบท (Context Diagram) แสดงดังภาพที่ 3

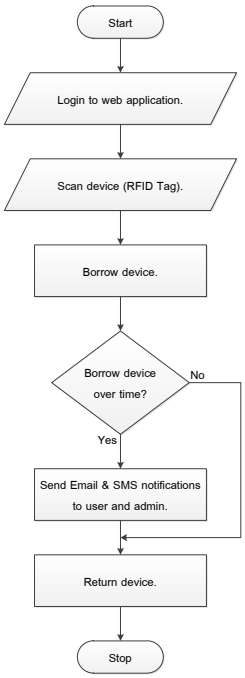


ภาพที่ 3: Context Diagram ของระบบ

3.3 การพัฒนาระบบ

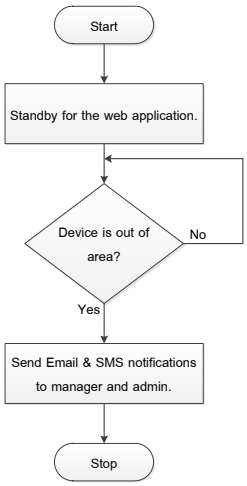
ในการพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ได้พัฒนาระบบให้อยู่ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น ผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์และพัฒนารูปแบบ โดยให้อยู่ในลักษณะของรูปแบบจำลอง เนื่องจากในการสร้างระบบงานจริงจะต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง การพัฒนาระบบนี้มีฟังก์ชั่นการทำงานอยู่ 2 ส่วน ดังนี้

3.3.1 ฟังก์ชั่นการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ โดยใช้การแสกน RFID ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ในการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ และมีการแจ้งเตือนเมื่อมีการยืมอุปกรณ์เกินระยะเวลาที่ได้กำหนด ผ่านทาง E-Mail และ SMS แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: Flowchart แสดงฟังก์ชั่นการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ

3.3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์ทดสอบ เมื่อมีการนำอุปกรณ์ทดสอบออกไปนอกบริเวณที่กำหนด จะจับสัญญาณจาก RFID Tag ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ทดสอบกับตัวอ่าน RFID ที่ติดอยู่กับประตูทางออก และมีการแจ้งเตือนผ่านทาง E-Mail และ SMS แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: Flowchart แสดงฟังก์ชั่นการตรวจสอบอุปกรณ์ทดสอบ

3.4 การทดสอบและประเมินผลระบบ

การทดสอบการหาประสิทธิผลของระบบแบบกล่องดำ โดยใช้แบบสอบถามทั้ง 5 ด้านนั้น โดยผู้ประเมินจะต้องทำการทดสอบระบบโดยใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น และทำการประเมินตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยกลุ่มผู้ประเมินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ผลลัพธ์ที่ต้องการจากกระบวนการนี้คือ เอกสารรายงาน การทดสอบระบบส่วนผลตอบกลับไปยังกระบวนการพัฒนาจะเกิดขึ้นเมื่อพบปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถผ่านการทดสอบตามผลที่คาดหวัง ซึ่งต้องนำผลลัพธ์กลับไปหาสาเหตุและแก้ไขให้สมบูรณ์แล้วทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งจนได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวัง

4. ผลการดำเนินงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างมาก ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยทำให้การเข้าถึงข้อมูล สะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เข้ามาช่วยในการทำงาน เพื่อนำไปช่วยในการตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยผลของการดำเนินงานมีรายละเอียดดังนี้

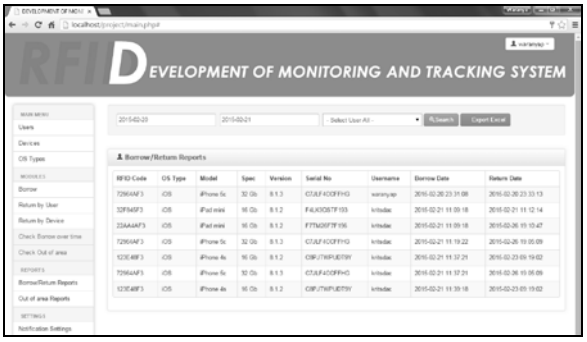
4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน

4.1.1 หน้าจอข้อมูลอุปกรณ์ทดสอบ (Devices) ประกอบด้วยการเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหาข้อมูลของอุปกรณ์ทดสอบ และออกรายงานสรุปอุปกรณ์ทดสอบทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: หน้าจอข้อมูลอุปกรณ์ทดสอบ

4.1.2 หน้าจอแสดงรายงานสถิติการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ (Borrow/Return Reports) ประกอบด้วยช่องสำหรับเลือกวันที่ในการแสดงรายงาน ตารางแสดงรายงานสถิติการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ และปุ่ม Export Excel แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: หน้าจอแสดงรายงานสถิติการยืม-คืนอุปกรณ์ทดสอบ

4.2 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลสรุปการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อที่ประเมิน	คุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความพึงพอใจในด้านความต้องการของผู้ใช้	3.73	0.52	ดี
2. ความพึงพอใจในด้านการติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม	3.83	0.53	ดี
3. ความพึงพอใจในด้านความถูกต้องในการทำงาน	4.08	0.57	ดี
4. ความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม	4.08	0.49	ดี
5. ความพึงพอใจในด้านการรักษาความปลอดภัย	3.93	0.46	ดี
รวม	3.93	0.53	ดี

4.3 สรุปผลการประเมินของผู้ใช้งานทั่วไป

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานทั่วไปเกี่ยวกับระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป

หัวข้อที่ประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความพึงพอใจในด้านความต้องการของผู้ใช้	3.80	0.61	ดี
2. ความพึงพอใจในด้านการติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม	3.77	0.57	ดี
3. ความพึงพอใจในด้านความถูกต้องในการทำงาน	3.92	0.49	ดี
4. ความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม	3.96	0.54	ดี
5. ความพึงพอใจในด้านการรักษาความปลอดภัย	3.93	0.46	ดี
รวม	3.88	0.54	ดี

สรุปได้ว่าการพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามอุปกรณ์ทดสอบภายในสำนักงาน โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิจัย

5.1.1 ด้านความต้องการของผู้ใช้ จากผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการใช้งานของผู้ใช้

5.1.2 ด้านการติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม จากผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถใช้งานได้ง่าย มีความถูกต้องของผลลัพธ์ การจัดวางส่วนต่าง ๆ มีความเหมาะสม

5.1.3 ด้านความถูกต้องในการทำงาน จากผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

5.1.4 ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม จากผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบโดยรวมสามารถตอบสนองความต้องการให้กับผู้ใช้งาน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.5 ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล จากผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถที่จะใช้งานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งระบบโดยรวมมีความปลอดภัยในระดับดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการพัฒนาระบบยังไม่สามารถรองรับกับการใช้งานบน Browser ทุกประเภทได้

5.2.2 การแจ้งเตือนผ่าน E-mail ควรมีการเชื่อมต่อไปยัง SMTP ภายในองค์กร และมีการกำหนดค่าความปลอดภัยในการส่ง E-mail

5.2.3 ฟังก์ชั่นการตรวจสอบการนำอุปกรณ์ออกไปนอกบริเวณที่กำหนด ควรใช้ RFID ที่ใช้รับสัญญาณแบบเสา เช่น RFID Gate ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้อย่างแม่นยำและเหมาะสม

5.2.4 ในอนาคตอาจมีการนำระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้งานกับแผนกอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] พิมพ์ศิริ พัฒเกลับ. “การพัฒนาและหาประสิทธิผลระบบบริหารจัดการครุภัณฑ์ โดยผ่านอุปกรณ์ RFID กรณีศึกษา : เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ” ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[2] กัลยา อุดมวิทิต, อภิญญา กมลสุข และปรินันท์ วรรณสว่าง. “สถานภาพของอุตสาหกรรม RFID ในประเทศไทย” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ม.ป.ป.

[3] สุวดี มะกอกเดิม. “ระบบควบคุมการเข้าออกยานพาหนะ โดยใช้อาร์เอฟไอดี กรณีศึกษา สำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติด” ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[4] ถวัลย์ คงดี. “การพัฒนาต้นแบบระบบการชำระเงินอัตโนมัติในธุรกิจค้าปลีก โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี” ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[5] วชิราพร ฤทธิ์ฉ่ำ. “การพัฒนาต้นแบบระบบยืม-คืนอัตโนมัติ โดยใช้ RFID กรณีศึกษา สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์” สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2552.

[6] บริษัท เอไอ คอมพิวเตอร์ จำกัด. “เว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) คืออะไร” [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2557]. จาก http://aicomputer.co.th/sArticle/002-what-is-Web-Application.aspx

ระบบการจัดการองค์ความรู้ เรื่องระบบสารสนเทศภายในองค์กร โดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก

Knowledge Management System of Internal Organization Information System using Case-Based Reasoning

ลินดา โสบิน (Linda Sobin)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]somja015@gmail.com, [2]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาการให้ความรู้ โดยการนำองค์ความรู้มาเป็นสื่อในการเผยแพร่ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายในตัวบุคคลหรือเอกสารมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ บทความรู้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้ เรื่องระบบสารสนเทศภายในองค์กร โดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก (Case-Based Reasoning) เพื่อช่วยสนับสนุนการบันทึกปัญหาและแนวทางการแก้ไขจากการปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบขึ้นในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้ Cosine Similarity ในการหาค่าความคล้ายของข้อมูลเพื่อแสดงผลการสืบค้น ส่วนของการทดสอบและการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และผู้ใช้งานระบบทั่วไปจำนวน 10 ท่าน ผลการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ผลการประเมิน โดยผู้ใช้งานค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 ซึ่งสรุปได้ว่าผลในการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

จากผลสรุปดังกล่าวถือว่าระบบสารสนเทศในการจัดการองค์ความรู้นี้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์กับองค์กร ซึ่งจะสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)ให้กับองค์กรได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดการองค์ความรู้ การให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก ความคล้ายคลึงแบบโคซายน์

Abstract

Nowadays knowledge sharing developments are the main interest in the office, using knowledge as a sharing media. The system collected all the scattered knowledge from individual and documents, so that all the employees could access to the providing knowledge and improve themselves to be experts. This paper aimed to develop a knowledge management system for the organization internal information system, by using Case-Based Reasoning technique to help support problem storing and solving technique. A Similarity of new case and case based technique is that the measurement is done by using cosine similarity technique. The performance evaluation is measured by using the questionnaires with experts and users. The result shows 4.10 average (S.D. 0.51) and 4.41 average (S.D. 0.20) respectively, which could be concluded that the system satisfaction was in a good level.

In summary, the developed system can be deployed in the organization for use, in order to gather all the knowledge inside the organization and make use of them to achieve competitive advantage over the business rivals.

Keywords: Knowledge Management, Case-Based Reasoning, Cosine Similarity.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมถึงทางด้านการศึกษา โดยได้มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้พัฒนาทางการศึกษา หน่วยงาน หรือองค์กรเอกชน การพัฒนาระบบการบริหารจัดการ และการปฏิบัติงานของพนักงานก็นำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาให้เกิดความสะดวก ถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และวิธีการพัฒนาบุคลากรให้มีประสิทธิภาพสูง และตรงความต้องการของบุคลากรและหน่วยงานมากที่สุด ซึ่งทำให้บุคลากรต้องศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง หรือการเข้าใช้โปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานที่ดำเนินการอยู่ เพื่อสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในหน้าที่การทำงานของตนเองได้ แต่การที่จะหาความรู้ต่าง ๆ โดยการไปสอบถามผู้รู้โดยตรงก็เป็นเรื่องยากไม่แพ้กัน เพราะผู้ที่รู้ในสิ่งเหล่านั้นอาจจะอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ๆ ไม่เป็น หรืออาจไม่มีเวลาว่างพอที่จะอธิบายให้ผู้สนใจฟังได้อย่างเต็มที่

ปัจจุบันในหลาย ๆ ประเทศได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาการให้ความรู้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการนำเสนอโดยการนำองค์ความรู้ มาเป็นสื่อในการเผยแพร่ความรู้ ทำหน้าที่เป็นแหล่งความรู้ที่ทำการรวบรวม จัดการ นำเข้า และส่งออกข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้สนใจได้ โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัย มาช่วยต่อการพัฒนาองค์ความรู้ ซึ่งการจัดการความรู้ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายในตัวบุคคลหรือเอกสาร มาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพ อันส่งผลให้องค์กรมีความสามารถในเชิงแข่งขันสูงสุด [1]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการองค์ความรู้

การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management: KM) คือการจัดการและจัดเก็บองค์ความรู้ให้เป็นระบบระเบียบตลอดจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางปฏิบัติ โดยที่องค์ความรู้นั้นได้กระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร และนำเอามาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้สามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ แล้วนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติ และแบ่งปันความรู้ที่มีให้กับผู้อื่น [2]

สามารถนำความรู้มาแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

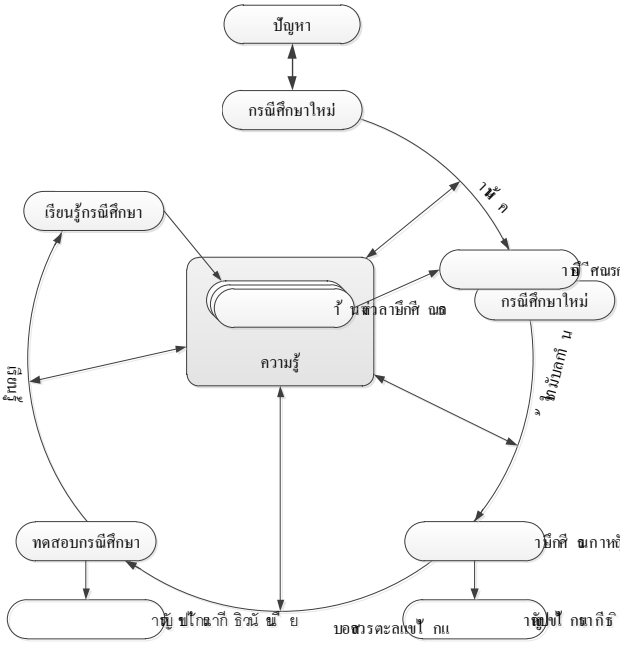
2.1.1 ความรู้แบบซ่อนเร้น (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ภายในบุคคล เรียกว่าเป็นความรู้แบบนามธรรม ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูดหรือลายลักษณ์อักษรได้โดยง่าย

2.1.2 ความรู้แบบเด่นชัด (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่สามารถรวบรวม ถ่ายทอดได้ โดยผ่านวิธีต่าง ๆ จึงเรียกว่าเป็นความรู้แบบรูปธรรม

2.2 ทฤษฎีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก

การสืบค้นภายใต้พื้นฐานของประสบการณ์ความรู้ที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งจะเก็บรวบรวมปัญหาและแนวทางการแก้ไข โดยที่จะมีการแบ่งแยกประเภทของข้อมูลนั้น โดยที่จะนำปัญหาใหม่มาเปรียบเทียบกับปัญหาที่เคยเกิดขึ้นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาปัจจุบันมากที่สุด ในแต่ละกรณีที่เกิดจากประสบการณ์ก่อนหน้านี้ จะมีการเก็บรวบรวมประเภทของความผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างรูปแบบของปัญหาซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน

กระบวนการให้เหตุผลตามฐานกรณีเป็นหลัก[3] แบ่งเป็นขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก

2.2.1 การแสดงกรณี (Case Representation)

เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการให้เหตุผลกรณีเป็นหลัก คือ ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของฐานกรณี ซึ่งอาจจะต้องมีปริมาณข้อมูลที่ค่อนข้างมาก เพื่อที่จะใช้สำหรับการแสดงแนวทางการแก้ไขที่แม่นยำ และถูกต้องที่สุด โดยขั้นตอนนี้จะมีการสร้าง Case indexing ขึ้น เพื่อใช้เป็นวิธีการสำหรับการค้นหาข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลลงฐานกรณี

2.2.2 การค้นหากรณี (Case Retrieval)

กระบวนการค้นหาข้อมูลในฐานกรณี เป็นการเลือกว่าฐานกรณีใดในอดีตที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาปัจจุบันได้ โดยกระบวนการค้นหาจะมีการเปรียบเทียบกรณีนำเข้าเปรียบเทียบกับฐานกรณีที่อยู่ในฐานข้อมูลกรณีทั้งหมด โดยเลือกกรณีที่ถูกต้องและตรงที่สุด หรือหากไม่ถูกต้องทั้งหมด ก็จะเลือกกรณีที่ใกล้เคียงที่สุดขึ้นมาให้ผู้ใช้ ซึ่งจะใช้หลักการให้น้ำหนักเข้ามาช่วยในการค้นหาและแสดงข้อมูล

2.2.3 การประยุกต์ใช้กรณี (Case Adaptation)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุง ปรับวิธีการแก้ปัญหาในฐานกรณีเก่าให้เหมาะสมตรงกับที่จะมาใช้เป็นฐานกรณีใหม่ โดยมีกระบวนการ Adaptation ดังนี้

ก) จัดกลุ่มของกรณีเข้าด้วยกัน ด้วยค่าน้ำหนักที่ได้จากข้อที่ 2.2.2

ข) เลือกกรณีที่ได้ค่าขอ Feature ที่ตรงกันมากที่สุดและมีน้ำหนักมากที่สุดขึ้นมา

ค) หากกรณีที่ได้มีหลายกรณี และมีค่าน้ำหนักความถูกต้องเท่ากัน จะแสดงกลุ่มของกรณีนั้นขึ้นมาทั้งหมด

2.2.4 การปรับปรุงกรณี (Case Maintenance)

เป็นขั้นตอนการนำกรณีใหม่ที่ได้ เก็บเข้าไปในฐานกรณี โดยเรียนรู้จากค่าของการจัดลำดับ (Ranking) หรือค่าความพึงพอใจในแนวทางการแก้ไขปัญหา

2.3 ความคล้ายคลึงแบบโคซายน์ (Cosine Similarity)

ในระบบที่มีเอกสารมาก ๆ การแสดงผลลัพธ์จำนวนมากให้กับผู้ใช้โดยไม่มีการคำนวณว่าเอกสารใดที่ผู้ใช้น่าจะสนใจดูเหมือนจะไม่มีประสิทธิภาพนัก เนื่องจากการให้ผลลัพธ์จำนวนมาก ๆ บางครั้งทำให้ผู้ใช้สับสนและไม่สามารถกรองผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องออกไปได้ หรือหาข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการจริง ๆ จากผลลัพธ์ทั้งหมดทำได้ยากนั่นเอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ระบบการค้นหาข้อมูลจะต้องมีการเรียงลำดับผลลัพธ์ตามความคล้ายคลึง ระหว่างเอกสารผลลัพธ์และ Query ดังนั้นก่อนที่จะแสดงผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ Search Engine สารสนเทศจะต้องทำการคำนวณความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารผลลัพธ์และ Query วิธีที่นิยมสำหรับการคำนวณ ความคล้ายคลึงระหว่างเอกสารและ Query เรียกว่า ความคล้ายคลึงแบบโคซายน์ (Cosine Similarity) ซึ่งเป็นวิธีการหาความคล้ายคลึงกันจากค่าความต่างของมุมของข้อมูล 2 อันที่เกิดขึ้นบนพื้นที่เว็กเตอร์ (Vector Space) ซึ่งความคล้ายคลึงกันแบบโคซายน์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 เท่านั้น วิธีการนี้เป็นที่นิยมและมีประสิทธิภาพสูงในการวัดความคล้ายคลึงระหว่างข้อมูล 2 อัน และถูกนำมาประยุกต์ใช้กับศาสตร์การค้นคืนสารสนเทศอย่างแพร่หลาย วิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพในกรณีที่เอกสาร 2 เอกสารมีความยาวไม่เท่ากันหรือทำให้มีความยุติธรรมต่อเอกสารที่สั้นกว่า สรุปให้เข้าใจง่าย ๆ คือความคล้ายคลึงหาได้จาก ข้อมูลเอกสาร + ข้อมูล Query นั่นเอง [4] ดังสมการที่ 1

$$cos(A,B) = \frac{A \cdot B}{\|A\|\|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Ai \times Bi}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(B_i)^2}} \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้

Similarity หมายถึง ค่าความเหมือน มีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ ค่า $\cos\theta$

θ หมายถึง องศาที่เวคเตอร์ของคำศัพท์ทำมุมกัน

A หมายถึง เวคเตอร์ของเนื้อหาทั้งหมดในแต่ละเอกสารในฐานข้อมูล

B หมายถึง เวคเตอร์ของข้อความ/ประโยคที่ค้นหา

A · B หมายถึง การหาค่า Dot product ของ A และ B

||A|| หมายถึง ขนาดของเวคเตอร์ A

||B|| หมายถึง ขนาดของเวคเตอร์ B

Ai หมายถึง เวคเตอร์ของคำศัพท์แต่ละคำในเนื้อหาของแต่ละเอกสารในฐานข้อมูล

Bi หมายถึง เวคเตอร์ของคำศัพท์แต่ละคำในข้อความ/ประโยคที่ผู้ใช้งานต้องการค้นหา

n หมายถึง คำศัพท์ทั้งหมดที่ไม่ซ้ำกันทั้งในเอกสารในฐานข้อมูล และข้อความ / ประโยคที่ผู้ใช้งานต้องการค้นหา

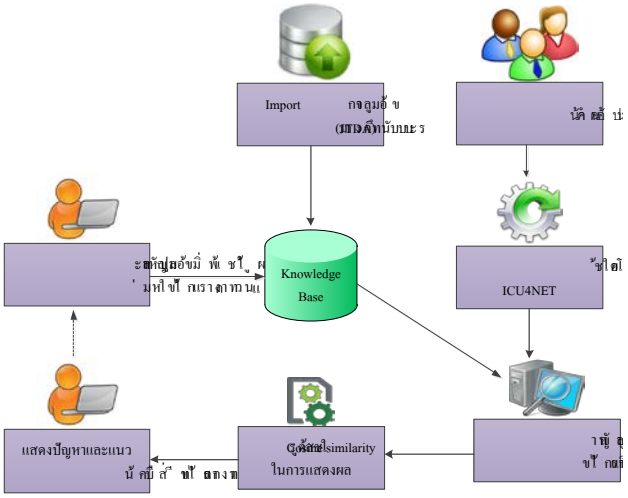
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริพร[5] นำเสนอระบบ Case-Based Reasoning สำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์ จัดทำเป็นเว็บแอพพลิเคชัน พัฒนาตามกระบวนการวิธี Case-Based Reasoning และประยุกต์ใช้วิธีการค้นคืน แบบเวคเตอร์สเปสโมเดล แบบ Normalized Frequencies Weight ของทั้งเอกสารและคำค้นหาเพื่อหาค่า Similarity ของเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วแสดงผลตามการจัดอันดับค่า Similarity โดยพิจารณา Index Term จากพจนานุกรมที่เก็บคำศัพท์เฉพาะเรื่องเกี่ยวกับรถยนต์เท่านั้น ในกระบวนการค้นหา คำถามที่เข้ามาจะผ่านกระบวนการตัดคำจากพจนานุกรมเดียวกัน ได้เป็น Query Term ที่ใช้ในการคำนวณ โดยการค้นคืนจะเลือกเอกสารที่เกี่ยวข้องจำนวนหนึ่งมาก่อนแล้วทำการคำนวณกับ Index Term ของเอกสารทั้งหมดที่ดึงขึ้นมา แล้วเลือกเอกสารที่มีค่า Similarity สูงที่สุด สุริยัน [6] นำเสนอระบบฐานองค์ความรู้เรื่องการซ่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเน้นที่ตัวฮาร์ดแวร์ โดยนำข้อมูลอาการเสียของเครื่องคอมพิวเตอร์มาทำเป็นแบบแผนภูมิต้นไม้ เพื่อใช้สำหรับการตัดสินใจ ในการค้นหาอาการเสียของคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาระบบใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL โดยพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น

3. การออกแบบระบบ

3.1 กรอบแนวคิดกระบวนการทำงานของระบบ

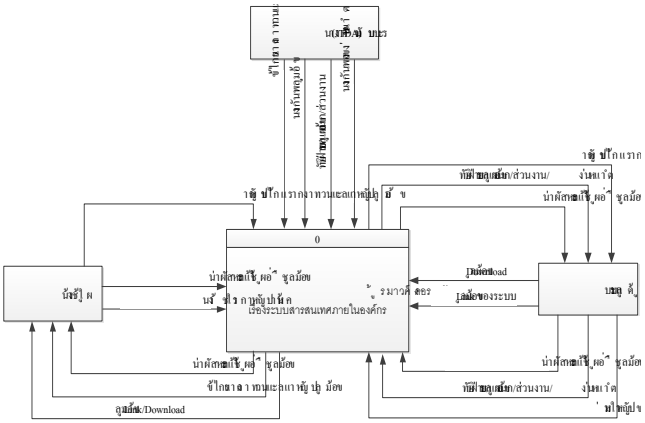
การออกแบบกระบวนการทำงานของ ระบบการจัดการองค์ความรู้ เรื่องระบบสารสนเทศภายในองค์กร โดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก โดยการนำเข้าข้อมูล จากระบบบันทึกงานประจำวัน เป็นส่วนการนำเข้าข้อมูลปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานได้บันทึกไว้ แล้วนำเข้าสู่ระบบ เมื่อผู้ใช้งานป้อนคำค้นปัญหา ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันเข้าสู่กระบวนการสืบค้นข้อมูลปัญหา จากนั้นระบบจะนำคำค้นที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามาในระบบ มาทำการตัดคำภาษาไทยโดยใช้ Library ICU4NET [7] แล้วนำไปสืบค้นเปรียบเทียบกับรายการปัญหา เพื่อคำนวณค่าความคล้ายด้วยการแทนเอกสารและการให้น้ำหนักคำ และจัดเรียงตามค่า Similarity และเลือกเอกสารที่มีค่า Similarity สูงสุดแสดงเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แนวคิดกระบวนการทำงานของระบบ

3.2 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

ส่วนของผู้ใช้งานระบบ สามารถสืบค้นปัญหาเพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาจากการใช้งาน โดยเข้าใช้งานระบบผู้ใช้งานจะต้องระบุชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งานทุกครั้ง เพื่อให้ระบบตรวจสอบความถูกต้องและตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนภาพบริบท (Context Diagram)

ส่วนของระบบบันทึกงาน เป็นส่วนที่นำเข้าข้อมูลปัญหาและแนวทาการแก้ไขปัญหา รวมถึงข้อมูลหลักต่าง ๆ ของบริษัท ส่วนของผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการข้อมูลปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์ และจัดการข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของระบบทั้งหมด

3.3 การประเมินผลการปฏิบัติงาน

การประเมินผลการสืบค้นของระบบ โดยการทดสอบค้นหาผลลัพธ์จากคำสอบถาม โดยการหาค่า Recall ซึ่งเป็นการวัดค่าความสามารถของระบบสืบค้นในการดึงเอกสารทั้งหมด ที่เกี่ยวพันธ์กับคำสอบถาม หากค่าเป็น 1 แสดงว่าเอกสารทั้งหมดมีความสอดคล้องกับคำสอบถาม ถ้าเป็น 0 แสดงว่าเอกสารทั้งหมด ไม่มีความสอดคล้องกับคำสอบถามเลย ดังสมการที่ 2

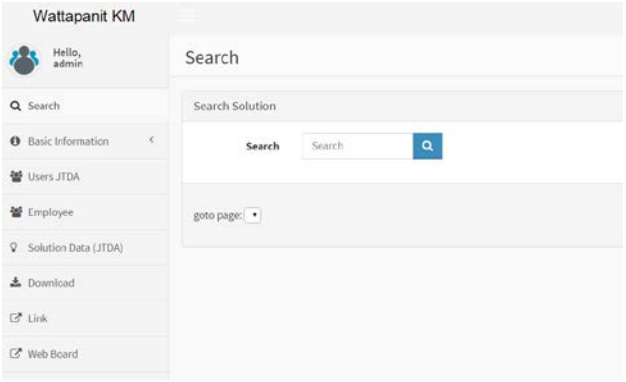
$$\text{Recall} = \frac{\text{จำนวนเอกสารที่ถูกต้องที่ค้นคืนได้}}{\text{จำนวนเอกสารที่ถูกต้องทั้งหมด}} \quad (2)$$

การหาค่า Precision เป็นการวัดความสามารถของระบบสืบค้นในการดึงเอกสารที่สอดคล้อง ตรงประเด็นกับคำสอบถามให้ได้มากที่สุด หากค่า Precision เป็น 1 แสดงว่าเอกสารทุกรายการมีความเกี่ยวพันธ์กัน ถ้า Precision เป็น 0 แสดงว่าไม่มีเอกสารใดเกี่ยวพันธ์เลย ดังสมการที่ 3

$$\text{Precision} = \frac{\text{จำนวนเอกสารที่ถูกต้องที่ค้นคืนได้}}{\text{จำนวนเอกสารทั้งหมดที่ค้นคืนได้}} \quad (3)$$

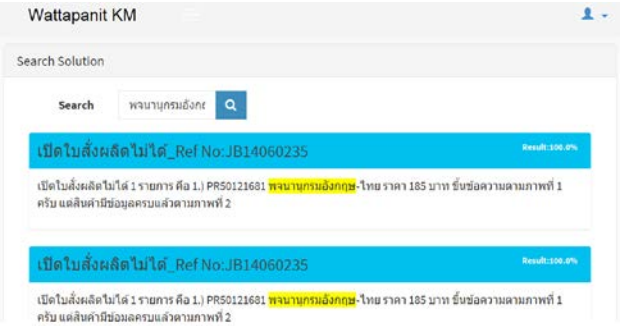
4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้ดำเนินการตามขั้นตอนการออกแบบ และพัฒนา จะได้ระบบแสดงการค้นหาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา หน้าหลักหรือหน้าที่ใช้ในการค้นหาปัญหา เพื่อค้นหาข้อมูลแนวทางการแก้ไขปัญหา ประกอบด้วย เมนู Search, Basic Information, Users JTDA, Employee, Solution Data (JTDA), Download, Link และ Web Board ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: ตัวอย่างหน้าจอหลักของระบบ

โดยส่วนที่สำคัญที่สุด คือส่วนในการใส่คำค้นหาปัญหาเพื่อให้ระบบนำไประมวลผลค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกับคำค้นหา ซึ่งเมื่อผู้ใช้ทำการสืบค้นโดยระบุคำค้น ระบบแสดงผลลัพธ์จากการค้นคืนเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นหา โดยจะเลือกผลการค้นหาหรือวิธีการแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานของเอกสารที่มีอันดับแรก คือมีค่า Similarity สูงสุดมาแสดงเป็นผลการวิเคราะห์ของปัญหานั้น และมีการแสดงรายการเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นหาโดยเรียงอันดับค่า Similarity จากมากไปหาน้อย ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ตัวอย่างผลการค้นหาปัญหาและแนวทางการแก้ไข

รายการเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นหานี้ สามารถคลิกเข้าไปดูรายละเอียดของแต่ละเอกสารได้ ระบบแสดงข้อมูลของเอกสารปัญหาเปิดใบสั่งผลิตไม่ได้ จากการคลิกที่ลิงค์ที่หน้าผลการค้นหา โดยแสดงข้อมูลชื่องาน, ระบบงาน, ชื่อผู้ปฏิบัติงาน, วันที่เสร็จ, รายละเอียดของปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา (Solution) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ตัวอย่างหน้าจอรายละเอียดของเอกสาร

จากตัวอย่างกลุ่มของคำสอบถามจากเอกสารทั้งหมด ทำการทดสอบการสืบค้นด้วยข้อคำถามจำนวน 5 คำถามหรือคำค้น พบว่าเอกสารที่สอดคล้องกับคำถาม

จากผลการทดสอบค้นหาผลลัพธ์จากคำสอบถามทั้งสิ้น 5 คำสอบถาม พบว่าค่า Precision เป็นการวัดความสามารถของระบบการสืบค้นในการดึงเอกสารที่เป็นคำตอบ พบว่าค่า Precision จากคำสอบถามหรือคำค้นจำนวน 5 คำสอบถาม มีค่าเฉลี่ย 0.64 แสดงให้เห็นว่าเอกสารที่ถูกดึงจากข้อคำสอบถามออกมาส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับคำสอบถาม

ส่วนค่า Recall ซึ่งเป็นการวัดค่าความสามารถของระบบในการดึงเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวพันกับคำสอบถาม พบว่าค่า Recall จากคำสอบถามหรือคำค้นจำนวน 5 คำสอบถาม มีค่าเฉลี่ยน 0.98 แสดงให้เห็นว่าเอกสารที่ถูกดึงออกมาส่วนใหญ่นั้นมีความสอดคล้องกับคำสอบถามที่ใช้สอบถาม แสดงผลการค้นหาแต่ละคำสอบถามแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางแสดงผล Precision, Recall ในการสืบค้น

ที่	คำสอบถาม	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Precision	Recall
1	คูปองชิงโชค	6	0.34	1.00
2	Call center	14	1.00	1.00
3	พจนานุกรมอังกฤษ	2	0.29	1.00
4	สังกัด สพม	13	0.57	0.92
5	สติ๊กเกอร์	3	1.00	1.00
		ค่าเฉลี่ย	0.64	0.98

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคนิคการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก สำหรับพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้ เรื่องระบบสารสนเทศภายในองค์กร เป็นระบบที่แสดงข้อมูลปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และรวบรวมคู่มือการใช้งาน สื่อการสอน ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กรทั้งหมด เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถใช้ระบบ จากการพัฒนาระบบได้มีการทดสอบความพึงพอใจของระบบ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.10 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51) และกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 10 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.41 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20) ซึ่งแสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาครั้งต่อไป สามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลในเรื่องอื่นได้ โดยพัฒนาระบบให้สามารถจัดการองค์ความรู้ให้มีความหลากหลาย ทำการเพิ่มระดับความสามารถของการสืบค้นข้อมูล ให้ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ปรับปรุงการเพิ่มการแก้ไขข้อมูลให้ระบบสามารถยืดหยุ่นต่อการทำงานที่กว้างมากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน ควรรวบรวมข้อมูลเป็นจำนวนมาก และข้อมูลควรครอบคลุมทุกกรณีที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. *คู่มือการจัดการความรู้ จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. 2549. สืบค้นวันที่ 1 กรกฎาคม 2557 จาก http://www.opdc.go.th/oldweb/thai/frame_kpi_49/handbook_2549.doc

[2] ลัดดา เจียมจิตต์ตรง, ดวงรัตน์ ศรีวงษ์คล และปรัชญนันท์ นิลสุข. *เทคโนโลยีกับการจัดการความรู้ในองค์กร*. วารสารวิทยบริการ. ปีที่ 18 ฉบับที่ 2. (พฤษภาคม-สิงหาคม 2550) : 79.

[3] Pal, K. and Shiu, C.K. *Foundations of Soft Case-Based Reasoning*. United Stated of America : A John Wiley & Sons, Inc. 2004.

[4] Wikipedia The Free Encyclopedia. *Cosine Similarity*. สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2557 จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Cosine_similarity

[5] ศิริพร หมั่นจิต. *การพัฒนาระบบ Case-Based Reasoning สำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2549.

[6] สุริยัน ไตรยพันธ์. *ระบบการจัดการองค์ความรู้เรื่องการซ่อมเครื่องคอมพิวเตอร์*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2554.

[7] Life On VM. *การตัดคำไทยด้วย C#*. สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2557 จาก http://lifeonvm.nkuln.com/?p=26

กรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

Conceptual Framework Adaptive Learning using Web-based Instruction for Working Memory with Learning Disabilities

ศิวพร กลับผดุง(Siwaporn Klabpadung)[1] และวัชรวลี ตั้งคุปตานนท์(Watcharawalee Tangkuptanon)[2]
โครงการจัดการพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[1]siwaporn.kla@gmail.com, [2]watcharawalee.t@psu.ac.th

บทคัดย่อ

เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities : LD) คือ เด็กที่มีระดับความสามารถทางสติปัญญาอยู่ในกลุ่มเดียวกับเด็กปกติทั่วไป แต่เด็กกลุ่มนี้มีปัญหากระบวนการรับรู้และแปลผลข้อมูลทำให้เด็กมีความลำบากในกระบวนการจำอีกทั้งความสามารถในการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดในการออกแบบสื่อการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อพัฒนาทักษะความจำ สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ได้นั้นประกอบด้วย ส่วนของการเรียนการสอนผ่านเว็บ (WBI) การปรับเหมาะการนำเสนอเนื้อหาที่ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับ (Adaptive Learning) ลักษณะของสื่อที่เหมาะสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability Media) และกระบวนที่จะจำได้ (Working Memory) โดยแต่ละส่วนจัดเป็นองค์ประกอบที่ควรจะนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบดิจิตอลเพื่อพัฒนาทักษะด้านความจำสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการประเมินคุณภาพของกรอบแนวคิดที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ให้การยอมรับกรอบแนวคิดที่มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.66, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.08) สรุปได้ว่าสามารถนำกรอบแนวคิดไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ การเรียนผ่านเว็บ กระบวนการจำ

Abstract

Children with Learning Disabilities of various levels can study with intellectually normal children in the same age group. This group has a process to recognize and interpret data. Children with Learning Disabilities have trouble remembering the process. The ability for each child to learn is different. This research aims to propose a conceptual framework for adaptive learning, using Web-based Instruction to improve memory in children with learning disabilities. This framework consists of the synthesized, Web-based Instruction Module, Adaptive Learning Module, Learning Disability Media and Working Memory. Each module should be applied in the development of Digital learning content for Working Memory with Learning Disabilities. The result of this assessment were expert opinion this conceptual Framework was higher level (Mean = 4.66, SD. = 0.08). In conclusion, that can be used the synthesized framework properly.

Keywords: Learning Disabilities, Adaptive Learning, Web-based Instruction, Working Memory.

1. บทนำ

เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities : LD) หรือเด็กแอลดี บุคคลทั่วไปอาจเข้าใจว่าเป็นเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาไม่สามารถเรียนหนังสือเหมือนกับเด็กปกติทั่วไปได้แต่ความจริงแล้วเด็กแอลดีเป็นเด็กที่มีความสามารถทางสติปัญญาเทียบเท่ากับเด็กปกติทั่วไปหรือบางคนอาจมากกว่า แต่

เด็กแอลดีมีความผิดปกติในกระบวนการรับข้อมูลและแปลผลข้อมูล ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาต่อการนำข้อมูลไปใช้ในการฟัง พูด อ่าน เขียน และการคำนวณ รวมถึงเด็กมีความลำบากในกระบวนการจำทั้งส่วนของความจำระยะสั้น และระยะยาว ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ [1-2] โดยในปัจจุบันนั้นจากประชากรเด็กทั้งหมดพบว่ามีเด็กที่มีอาการที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มากถึงร้อยละ 13 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนประชากรเพิ่มขึ้นหรือสถานการณ์ศึกษาได้คัดกรองเด็กเพิ่มขึ้น [3] อย่างไรก็ตามเด็กแอลดีก็สามารถที่จะเรียนรู้และประสบความสำเร็จในชีวิตได้ หากได้รับความช่วยเหลืออย่างถูกต้องเหมาะสม แนวทางในการที่จะพัฒนาเด็กแอลดีนั้นนอกจากความช่วยเหลือจากผู้ปกครองแล้ว หลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้มีการจัดทำแผนการศึกษาเฉพาะบุคคล (Individualized Education Program : IEP) ที่สอดคล้องกับความรู้ความสามารถของเด็กแต่ละคน โดยการสอนเด็กแอลดีตามแผน IEP นั้นจะต้องใช้เวลาในการสอนเพิ่มเติมโดยแยกการเรียนในห้องเรียนปกติ และโรงเรียนจะต้องมีบุคลากรครูเพียงพอที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถของเด็กแต่ละคนที่มีระดับความสามารถและเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้แตกต่างกัน โดยครูผู้สอนจำเป็นต้องคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดและใจเย็นให้เวลาเด็กในการเรียนรู้เต็มที่ ไม่ใจร้อน จึงจะส่งผลให้การเรียนการสอนสำหรับเด็กกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพ [2] สำหรับความลำบากในการบวนการจำของเด็กแอลดีนั้น มีงานวิจัยในอดีตได้นำเสนองานวิจัยที่เพิ่มความสามารถในการจำผ่านการฝึกฝนทักษะทางด้านภาษา และความสามารถในการจดจำตัวเลขโดยใช้เกมศึกษาในเด็กปฐมวัย โดยผู้วิจัยได้ใช้สื่อการเรียนการสอน เช่น บัตรภาพ บัตรคำ นำมาประกอบการเรียนผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการจำคำหรือการจำตัวเลขของเด็กเพิ่มขึ้นหลังการเรียน แต่งานวิจัยข้างต้นมีจำเป็นต้องมีครูผู้สอนดูแลอย่างใกล้ชิดและให้คำแนะนำสำหรับเด็กตลอดเวลา [4]

การเรียนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) เป็นการนำเสนอแนวทางการเรียนรู้ที่ปรับตามความสามารถในการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน โดยการเรียนแบบปรับเหมาะจะคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนหลักเพื่อสร้างความแข็งแกร่งให้กับทักษะและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนให้ประสบความสำเร็จในการเรียน [5] ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะของเด็กแอลดีที่จะต้องมีการสอนตามแผน IEP ที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน อีกทั้งในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ระบบอินเตอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในทุก ๆ ด้านของสังคม สำหรับด้านการศึกษาก็มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้มากขึ้น สามารถพบเห็นได้เป็นประจำนั้นก็คือการเรียนผ่านเว็บ เนื่องจากสามารถที่จะแก้ไขปัญหาด้านข้อจำกัดของสถานที่เวลาในการเรียน [6] โดยเมื่อนำมาแนวทางการปรับเหมาะมาประยุกต์ร่วมกับการนำเสนอบทเรียนผ่านเว็บ ก็จะสามารถรองรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้อีกด้วย [7] ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเว็บมาช่วยด้านการนำเสนอบทเรียนเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่จะช่วยให้เด็กแอลดีได้ฝึกฝนพัฒนาความสามารถตนเองได้เองตามเวลาที่ต้องการ

จากปัญหาและหลักการที่กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนาศึกษากรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะโดยใช้เว็บเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ให้เด็กได้รับบทเรียนที่คุณลักษณะเหมาะสมกับความสามารถของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้แต่ละคน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ และออกแบบกรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

2. เพื่อประเมินคุณภาพของกรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities : LD) หรือเด็กแอลดีจะมีความสับสนในสิ่งที่มองเห็นและได้ยิน มีปัญญาในการแปลความหมาย เด็กกลุ่มนี้มีปัญหาด้าน

การอ่านการเขียน และการคิดคำนวณ ซึ่งเด็กมักจะอ่านหรือเขียนตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกันสลับกัน ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น [1] ซึ่งความสามารถของเด็กแอลดีนั้นจะมีความสามารถต่ำกว่าความสามารถระดับชั้นเรียนปกติอยู่ 2 ชั้นปี เช่น ปกตินักเรียนจะเรียนอยู่ในระดับชั้น ป.4 แต่ความสามารถในด้านการอ่าน การเขียน หรือคำนวณ จะเท่ากับความสามารถของนักเรียนในระดับชั้น ป.1 – ป.3 [2]

หลักการสอนเบื้องต้นสำหรับเด็กแอลดีผ่านสื่อสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สามารถสรุปได้พอสังเขปดังนี้ 1) สอนจากสิ่งที่ง่ายที่สุด 2) สอนจากประสบการณ์ตรง 3) ส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ตามขีดความสามารถ 4) ใช้การเสริมแรงอย่างมีประสิทธิภาพ 5) กระตุ้นให้เด็กใช้ความคิด 6) ให้โอกาสเด็กได้เลือกเรียน 7) สอนจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยไปหาสิ่งที่เด็กไม่คุ้นเคย 8) ทบทวนบทเรียนบ่อย 9) แสดงผลการเรียนให้เด็กเห็นโดยเร็ว 10) สังเกตเด็กควบคู่ไปกับการสอน [1]

ลักษณะสื่อที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ 1) ตรงประเด็น ตรงเป้าหมายของการเรียนรู้ในเรื่องนั้น (Attention) 2) มีความน่าสนใจ เร้าใจด้วยรูปลักษณ์และสีสัน (Interested) 3) น่าค้นหาดึงดูดใจให้เกิดการอยากเรียนรู้ (Desire) 4) ใช้งานได้ทันทีในขณะนั้น (Active) [1] ทั้งนี้เพื่อลดข้อจำกัดด้านการอ่านเนื่องจากเด็กมองตัวอักษรที่คล้ายกันสลับการกัน ควรเลือกใช้รูปแบบอักษรที่ถูกต้องตามหลักการเขียน มีขนาดเหมาะสมอ่านง่าย (Font) และสื่อที่นำควรเปล่งเสียงได้ถูกต้องชัดเจน (Speech)

3.1.2 การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) คือ แนวคิดและเทคนิคการเรียนที่บรรลุตามความต้องการของแต่ละบุคคลที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน แนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ระบบจะตรวจสอบความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนในระหว่างเรียน และนำเสนอบทเรียนที่ตรงตามความต้องการ ซึ่งองค์ประกอบในการพัฒนาสื่อแบบปรับเหมาะนั้นจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ 1) ด้านผู้เรียน (Student Model) 2) ด้านเนื้อหา (Domain Model) 3) ด้านการปรับเหมาะ (Adaptive Model) [8] โดยแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้เป็นแบบ Adaptive Learning มีแนวทาง 2 วิธีด้วยกันดังนี้ [5]

1) Personalization จะช่วยเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ

2) Customization ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมได้ตามความต้องการของตนเอง เช่น สี ตัวอักษร

โดยเทคนิคที่นำมาช่วยให้เกิดการปรับเหมาะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ดังนี้

1) ปรับเนื้อหาของกระบวนวิชา (Couse)

2) การจัดเรียงหลังสูตร (Curriculum Sequencing)

3) การสนับสนุนให้มีการปรับเหมาะให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ (Adaptive Navigation Support)

4) การวิเคราะห์อย่างชาญฉลาดเพื่อหาคำตอบให้แก่ผู้เรียน (Intelligent Analysis of Student Solutions)

5) การสนับสนุนแบบโต้ตอบเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา (Interactive Problem Solving Support)

6) การแก้ปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของตัวอย่าง (Example-base Problem Solving)

3.1.3 ความจำ (Memory) ความจำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเรียน เป็นสิ่งที่จะช่วยให้เราสามารถเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีผู้กล่าวไว้ว่า “ความจำเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ทุกชนิด” [8] สำหรับเด็กแอลดีนั้นความจำเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากที่ควรได้รับการพัฒนา โดยนักจิตวิทยาการเรียนรู้ได้นำเสนอวิธีช่วยพัฒนาความจำดังนี้ [9]

1) การรู้จักจัดหมวดหมู่ (Organization) เป็นความสามารถในการมองเห็นความเหมือนความต่าง ความสัมพันธ์ และรู้จักแยกหมวดหมู่ได้ เช่น แยกตามสี รูปทรง ขนาดที่มองเห็น

2) การทวนซ้ำ (Rehearsal) เป็นการทบทวนคำสั่ง เนื้อหาที่ได้เรียน ได้ยินมา เพื่อให้จำได้

3) การเรียนเกิน (Over-learning) เป็นการเรียนสิ่งที่รู้แล้วหลายครั้ง ซึ่งจะมีลักษณะคล้าย ๆ กับการทวนซ้ำ แต่จะทำพฤติกรรมมากกว่าการทวนซ้ำ กล่าวคือ หากรู้ในสิ่งที่เรียนแล้วนั้น ก็ยังเรียนรู้แบบเดิม ทำซ้ำ จนเป็นความชำนาญ

4) การสร้างจินตภาพ (Mind Map) เป็นการสร้างความรู้ความคิดขึ้นในใจ เช่น การสร้างภาพประกอบคำบรรยาย ช่วยให้จำได้ง่ายขึ้น

5) การใช้สิ่งเร้าช่วยความจำ (Cue) เช่น การสร้างบทกลอนคำหลัก หรือสูตร เพื่อให้จำได้ง่ายขึ้น

6) การเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งทีเรียนรู้แล้วยังจำได้ (Link to Learn) เป็นการทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าเพื่อนำเข้าสู่เรื่องราวใหม่ที่มีความสัมพันธ์กัน

7) การฝึกหัด (Law of Practice) เป็นส่วนหนึ่งของระบวนการจำเพื่อที่จะได้ฝึกฝนในสิ่งที่ได้เรียนรู้

3.1.4 การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-based Instruction) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอเนื้อหาบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีเว็บเบราเซอร์เป็นตัวจัดการ ซึ่งการนำเสนอบทเรียนบนเว็บประกอบด้วย [10]

1) สื่อสำหรับนำเสนอ (Presentation Media) ได้แก่ ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง

2) การปฏิสัมพันธ์ (Interactivity) เนื้อหาของบทเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เพิ่มความสนใจให้กับผู้เรียน

3) การจัดการฐานข้อมูล (Database Management) การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนบนเว็บ

4) ส่วนสนับสนุนการเรียนการสอน (Couse Support) ส่วนที่ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารผู้ดูแลการเรียนการสอนบนเว็บได้

ซึ่ง 3 ส่วนแรกในสื่อต่าง ๆ จะใช้นำเสนอโดยใช้หลักการไฮเปอร์เท็กซ์ โดยเน้นการปฏิสัมพันธ์พร้อมทั้งมีระบบการจัดการฐานข้อมูล ได้แก่ การลงทะเบียน การตรวจเช็คข้อมูล เป็นต้น ส่วนการสนับสนุนการเรียนนั้นเป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนสามารถติดต่อกับผู้ดูแลบทเรียนได้

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 Principles Underlying the Design of "The Number Race", an Adaptive Computer Game for Remediation of Dyscalculia [11] งานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยต้องการอธิบายหลักการและองค์ความรู้ขั้นพื้นฐานของการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะฝึกทักษะด้านจำนวนโดยนำเสนอในรูปแบบของเกมที่ปรับเหมาะตามความสามารถของเด็กแต่ละคน ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นที่พึงพอใจสำหรับครูและผู้ปกครองของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยผลการศึกษาเด็กมีพัฒนาการด้านทักษะจำนวนที่ดีขึ้น จากการทดสอบก่อนและหลังใช้ซอฟต์แวร์

3.2.2 ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ [12] งานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ดูแลระบบ สำหรับนักเรียนจะทำการเข้าเรียนเนื้อหาการเรียนที่ถูกแบ่งไว้ 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยทำการวัดค่าความสามารถของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านระบบจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ส่วนของครูผู้สอนระบบได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูผู้สอนได้พัฒนาเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสำหรับนักเรียนแต่ระดับโดยใช้เทคนิคสื่อหลายมิติแบบปรับตัว และจัดเตรียมแบบทดสอบโดยระบุค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทำแบบทดสอบ จากผลการวิจัยระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะพบว่า ค่าความสามารถทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสรุปได้ว่าระบบการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้

4. วิธีการดำเนินวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

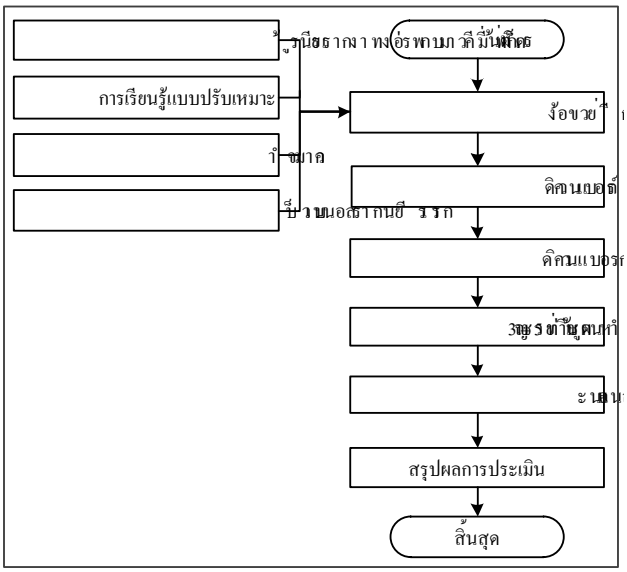
2. วิเคราะห์แนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำ ได้แก่ การเรียนการสอนบนเว็บ การนำเสนอบทเรียนในลักษณะการปรับเหมาะตามความสามารถผู้เรียน, การออกแบบองค์ประกอบของสื่อให้เหมาะสมสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ กระบวนการช่วยให้จำได้

3. กำหนดผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อประเมินกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยได้ร่างขึ้น โดยมีคุณสมบัติดังนี้ (1) เป็นที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือดูแลกลุ่มเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (2) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ อาจารย์ระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน รองผู้อำนวยการฝ่ายบุคลากร อาจารย์ประจำศูนย์การศึกษาพิเศษ และครูผู้รับผิดชอบหลักกลุ่มเด็กพิเศษเรียนร่วม

4. นำเสนอกรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสม โดยวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถาม

5. ปรับปรุง/แก้ไข ผู้วิจัยปรับแก้ไขกรอบแนวคิดตามความแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนวิธีการดำเนินงานได้ ดังภาพที่ 1

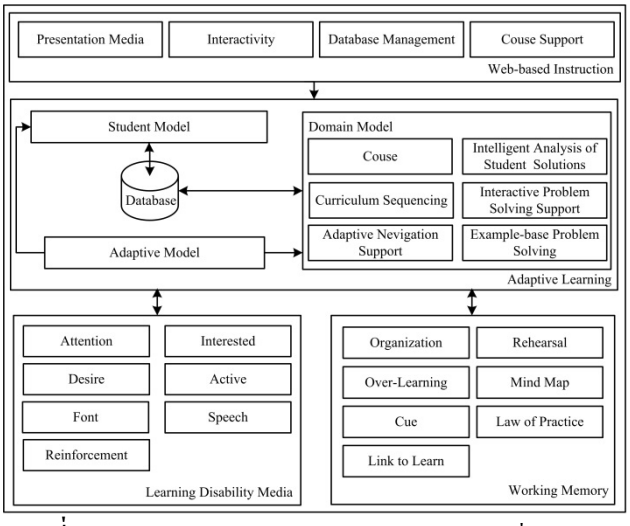


ภาพที่ 1: ขั้นตอนวิธีการดำเนินวิจัย

5. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอผลการวิจัยได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 กรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่ความบกพร่องทางการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กแอลดี

5.1.1 การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-based Instruction) การนำเทคโนโลยีเว็บมาเป็นตัวจัดการพัฒนากระบวนการและนำเสนอบทเรียนแบบปรับเหมาะที่ตรงตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

5.1.2 การเรียนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) นำเสนอบทผ่านที่ผ่านการปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียนซึ่งในกระบวนการปรับเหมาะนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนได้แก่

1) รูปแบบผู้เรียน (Student Model) เป็นการเก็บข้อมูลประวัติผู้เรียน พฤติกรรมผู้เรียน และผลการเรียนของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่น ตามความสามารถของผู้เรียน

2) รูปแบบหลัก (Domain Model) เป็นส่วนของเนื้อหาบทเรียน/แบบทดสอบที่จะต้องนำเสนอแก่ผู้เรียน ซึ่งในบทเรียนหรือแบบทดสอบควรมีคุณสมบัติที่ช่วยให้เกิดการปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียน ประกอบด้วย (1) Couse นำเสนอเนื้อหาตรงตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน (2) Curriculum Sequencing จัดเรียงลำดับเนื้อที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวกและรวดเร็ว (3) Adaptive Navigation Support แสดง Link ของเนื้อหาตรงตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน (4) Intelligent Analysis of Student Solutions วิเคราะห์คำตอบให้กับผู้เรียน เช่น 3+2 ตัวต้นแบบที่พัฒนาจะวิเคราะห์คำตอบให้กับผู้เรียนว่าคำตอบที่ถูกต้อง ควรมีค่า มากกว่า 4 และ

น้อยกว่า 6 (5) Interactive Problem Solving Support แสดงตัวช่วย (Help) ในการทำแบบทดสอบแต่ละข้อหากนักเรียนไม่สามารถตอบโจทย์ที่เป็นนามธรรมได้ ตัวช่วยจะแสดงรูปภาพเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น และ (6) Example-base Problem Solving ก่อนผู้เรียนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง หลังจากการเรียนในบทเรียนแล้วสื่อจะนำเสนอตัวอย่างการทำแบบทดสอบให้ผู้เรียนดูทุกหน่วยการเรียน

3) รูปแบบการปรับเหมาะ (Adaptive Model) รูปแบบของกระบวนการปรับเหมาะเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับรูปแบบผู้เรียน (Student Model) และรูปแบบหลัก (Domain Model) โดยมีกระบวนการดังนี้ (1) ลงชื่อเข้าสู่ระบบ สำหรับการเข้าใช้งานครั้งแรกผู้เรียนจะต้องลงทะเบียนสมัครสมาชิกโดยระบุข้อมูลประวัติส่วนตัวผู้เรียน กำหนดรหัสการใช้งานและรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งานครั้งถัดไป (2) ประเมินนำเสนอหน่วยการเรียนที่เหมาะสม กรณีลงทะเบียนเข้าครั้งแรก จะการทดสอบก่อนเรียนเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน กรณีผู้เรียนมีประวัติการเรียนอยู่แล้ว ระบบจะนำเสนอแนวทางการเรียนที่เหมาะกับความสามารถของผู้เรียน (3) แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (4) นำเข้าสู่บทเรียน (5) ประเมินความสามารถในหน่วยการเรียนเรียน กรณีประเมินผลผ่าน จะปรับหน่วยการเรียนไปยังหน่วยการเรียนรู้ถัดไป กรณีประเมินผลไม่ผ่านจะต้องนำเสนอบทเรียนเดิมซ้ำ และ(6) ประเมินผลหลังการเรียนรู้รวม

5.1.3 สื่อที่เหมาะสมสำหรับเด็กที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability Media) บทเรียนหรือแบบทดสอบที่นำเสนอผ่านเว็บนั้นความจะต้องมีคุณลักษณะดังนี้ (1) Attention สื่อนำเสนอวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียน นำเสนอเนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (2) Interested เนื้อหาบทเรียนจะถูกนำเสนอด้วยรูปภาพที่มีสีสันสวยงาม ดึงดูดความสนใจผู้เรียน (3) Desire มีกิจกรรมหลังการเรียนในแต่ละหน่วยการการเรียน ซึ่งมีตัวการ์ตูนหลักที่ดำเนินกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป (4) Active ใช้งานได้ทันที (5) Font เลือกใช้ตัวอักษรที่ถูกต้องตามหลักการเขียน มีขนาดที่เหมาะสมอ่านง่าย (6) Speech สื่อสามารถเปล่งเสียงได้ เพื่อลดข้อจำกัดด้านการอ่านสำหรับผู้เรียน (7) Reinforcement การเสริมแรง หากผู้เรียนทำแบบทดสบถูกต้อง สื่อจะเปล่งเสียงชมเชยแก่ผู้เรียนและมีเสียงปรบมือ

5.1.4 กระบวนการที่จะจำได้ (Working Memory) การนำเสนอบทเรียนหรือแบบฝึกหัดควรมีคุณลักษณะที่จะช่วยกระตุ้นการช่วยจำแก่ผู้เรียน ดังนี้ (1) Organization เช่น การจำแนกตัวเลขในแต่ละหลักให้มีคนละรูปภาพกัน ซึ่งในการทำแบบทดสอบนักเรียนสามารถใช้การแสดงรูปภาพในการหาคำตอบ วิธีนี้จะช่วยสร้างความคิดรวบยอดแก่ผู้เรียนได้ด้วย (2) Rehearsal สื่อสามารถทวนคำสั่งได้เมื่อผู้เรียนต้องการ (3) Over-Learning ผู้เรียนสามารถที่จะกลับมาเรียนซ้ำในหน่วยที่เรียนผ่านไปแล้วได้ตามต้องการ (4) Mind Map แสดงภาพประกอบการบรรยายเนื้อหา (5) Cue แสดงคำหลัก หรือสูตรที่สำคัญ ของเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ (6) Link to Learn ก่อนเรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ถัดไป สื่อจะทบทวนเนื้อหาของบทก่อนหน้าให้ผู้เรียน และ (7) Law of Practice หลังการเรียนแต่ละหน่วยและมีแบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเพื่อเป็นกันทบทวนสิ่งที่เรียนมาในจำนวนที่เหมาะสม

5.2 ผลการประเมินกรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บสำหรับการพัฒนาความสามารถด้านความจำของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

การประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด ดำเนินการประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ การเรียนการสอนบนเว็บ การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ สื่อที่เหมาะสมสำหรับเด็กแอลดี และกระบวนการที่จะจำได้ ดังตารางที่ 1 สรุปได้ว่ากรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำ ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.08) โดยเรียงตามค่าเฉลี่ยมากไปน้อยดังนี้ ด้านสื่อที่เหมาะสมสำหรับเด็กแอลดี ด้านการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ด้านกระบวนการที่จะจำได้ และด้านการเรียนการสอนบนเว็บตามลำดับ

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด

องค์ประกอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. การเรียนการสอนบนเว็บ	4.31	0.02	ดีมาก
2. การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ	4.72	0.13	ดีมาก
3. สื่อที่เหมาะสมสำหรับเด็กแอลดี	4.89	0.21	ดีมาก
4. กระบวนการที่จะจำได้	4.71	0.02	ดีมาก
เฉลี่ย	4.66	0.08	ดีมาก

6. สรุปผล

ผลจากการประเมินกรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านความจำ ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่า กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในภาพรวมที่มีระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุชิต กลิ่นกำเนิด [12] ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างได้ดี ในลำดับต่อไปผู้วิจัยจะดำเนินการพัฒนาต้นแบบของสื่อการเรียนการสอนตามกรอบแนวคิดที่นำเสนอไปแล้ว โดยใช้ HTML5 CSS 3 Action Script 3 PHP เพื่อลดต้นทุนในการพัฒนาและนำไปทดลองกับกลุ่มนำร่องและกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลเมืองสตูล เพื่อศึกษาผลการวิจัยในเชิงลึกและนำผลวิจัยที่ได้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ใกล้เคียงในลำดับต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ผดุง อารยะวิญญู และสุวิทย์ พวงสุวรรณ, *วิธีสอนเด็กแอลดี*, บริษัท ไอคิว.บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด:นครปฐม, 2554

[2] วัชรินทร์ ฮ่ำรัตนาพร อารีย์ สุเอียนทรเมธี พรรษชล ศรีอิสราพร สมบัติ คี้วฮก พัลลภ เมาลานนท์ เอกชัย เจริญชัยมงคล และประจักษ์ชัย อาจคงหาญ, *สร้างด้วยใจเพื่อเด็กแอลดี*, ส่วนส่งเสริมการผลิตสื่อการศึกษาเพื่อคนพิการ ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย กระทรวงศึกษาธิการ: กรุงเทพมหานคร, 2551.

[3] สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.), (2556, ก.ย. 30), *สถานการณ์เด็ก LD ในสังคมไทย: รู้ทัน กันได้ ให้ทางเด็กทุกคน*, [ออนไลน์], สืบค้นจาก : http://www.qlf.or.th/Home/Contents/530.

[4] สมาน ทวีเลิศ, *การใช้โปรแกรมฝึกการเชื่อมโยงการจำคำเพื่อเพิ่มความสามารถในการจำคำที่ประสมด้วยพยัญชนะและสระสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้*, การค้นคว้าอิสระหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาพิเศษ ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2551.

[5] ชุณหพงศ์ ไทยอุปถัมภ์, (2557, ต.ค. 27), *Adaptive Learning Environments กับสิ่งแวดล้อม e -Learning ยุคใหม่*, [ออนไลน์], สืบค้นจาก : http://www.msitmonline.com/media/Adaptive Learning Environments.pdf.

[6] กิดานันท์ มลิทอง, *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*, ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์:กรุงเทพฯ, 2543.

[7] แววตา เตชาทวีวรรณ, “การพัฒนาบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการจัดหมวดหมู่ทศนิยามดิวอี้,” *วารสารเทคโนโลยีทางการศึกษา* ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 ต.ค. – ธ.ค. 2551 หน้า 84-97.

[8] ธิดารัตน์ จอดนอก และ กฤษมันต์ วิฒนาณรงค์, “การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบปรับเหมาะที่มีปฏิสัมพันธ์ผ่านคอมพิวเตอร์แบบพกพาหน้าจอสัมผัส,” *พัฒนาเทคนิคศึกษา*. ปีที่ 27 ฉบับที่ 92 ตุลาคม - ธันวาคม 2557 หน้า 23-31.

[9] ศรีเรือน แก้วกังวาล, *จิตวิทยาเด็กและผู้ใหญ่ที่มีลักษณะพิเศษ*, หมอชาวบ้าน:กรุงเทพฯ. 2556.

[10] มนต์ชัย เทียนทอง. "WBI (Web-based Instruction) WBT (Web-based Trainning)." *พัฒนาเทคนิคศึกษา* . ปีที่ 13 ฉบับที่ 37 มกราคม-มีนาคม 2554 หน้า 72-78.

[11] Anna J Wilson, Stanislas Dehaene, Philippe Pinel, Susannah K Revkin and Laurent Cohen, David Cohen. “Principles Underlying The Design of "The Number Race", an Adaptive Computer Game for Remediation of Dyscalculia.” *Behavioral and Brain Functions*. Vol. 2, No. 19, May 2006.

[12] อนุชิต กลิ่นกำเนิด. "ระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

การประยุกต์ใช้สื่อการเรียนออนไลน์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

Apply Online-Based Learning Media to Enhance Learning Achievement in English for Computer Science Subject of Kanchanaburi Rajabhat University Students

นิลุบล ทองชัย(Nilubon Tongchai)

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

nilubon.tongchai@kru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียสำหรับการเรียนแบบออนไลน์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยใช้การสอนรูปแบบปกติร่วมกับการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์อีเลิร์นนิ่งของรายวิชา มีนักศึกษาเข้าร่วมครบกระบวนการ 21 คน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียน ($\bar{x}$ = 66.51, S.D. =18.26) สูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 33.21, S.D. = 14.14) เฉลี่ยที่ 33.30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความสอดคล้องกับผลการเรียนตลอดภาคการศึกษาที่นักศึกษาแต่ละคนได้ (r = 0.911, sig. = .000) รวมทั้งผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกิจกรรมการเรียน โดยใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ ในระดับมากในทุกประเด็นคำถาม สามารถสรุปได้ว่ามัลติมีเดียสำหรับการเรียนแบบออนไลน์ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ โดยลดข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

คำสำคัญ: มัลติมีเดีย สื่อการเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาษาอังกฤษสำหรับคอมพิวเตอร์ การเรียนออนไลน์

Abstract

This research aimed to develop online learning multimedia in order to enhance learning achievement of students in English for Computer Science subject. The way of teaching and learning is blended from both classroom-based and online-based learning via website http://elearningcoit.kru.ac.th. There are 21 participants who attend for a whole process.

The result shows that students can achieve average post-test score ($\bar{x}$ = 66.51, S.D. =18.26) higher than pre-test score ($\bar{x}$ = 33.21, S.D. = 14.14) at 33.30 (sig. 0.01).

Moreover the correlation between the post-test score and the total score for a whole semester is highly significant (r = 0.911, sig. = .000) which means that both score related to each other. In addition the questionnaire results shows that students agree on every question items at the 'Much' level. This can be inferred that developed multimedia contents which provided on the online-based learning environment increase the opportunity for learners to choose to do whenever, wherever, and whatever they want to learn in order to enhance their learning achievement.

Keyword: Multimedia, Online-learning media, learning achievement, English for computer, Learning tools, Online-learning

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แนวทางในการจัดการศึกษาของชาติ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ. ศ. 2542ได้กำหนดในมาตรา 22 ว่า ให้ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม

ธรรมชาติและเติมตามศักยภาพ และกำหนดในมาตรา 24 ให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ จะต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง [1]

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือไอซีที (ICT) มาใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ สามารถปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web Based Instruction: WBI) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) และการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนอินเทอร์เน็ต หรืออีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) ที่ปัจจุบันนิยมใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านการเรียนการสอนและฝึกอบรม ด้วยลักษณะที่สำคัญ คือ มีแนวทางในการบริหารจัดการการเรียนการสอน นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อผสม หรือมัลติมีเดีย เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต และยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้เป็นอย่างดีแม้ว่าผลจากงานวิจัยมากมายจะแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนการสอนแบบที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาใช้ ช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงสื่อการเรียนได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา

อย่างไรก็ตามไม่สามารถปฏิเสธได้ว่า เบื้องหลังความสำเร็จส่วนหนึ่งอยู่ที่รูปแบบของสื่อการเรียน ที่เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับคอมพิวเตอร์ ที่ต้องผสานความรู้ความเข้าใจทั้งทางด้านคอมพิวเตอร์และภาษาอังกฤษ ในทักษะต่างๆ ทั้ง ฟัง พูด อ่าน และ เขียน ด้วยการใช้สื่อการเรียนออนไลน์ ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยเชื่อว่าสื่อที่จัดทำขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และรู้สึกดีต่อการเรียนรูปแบบนี้ ที่ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาที่ผู้สอนได้อธิบายไปแล้ว ในรูปของเอกสารเพื่ออ่านเอง หรือสื่อการเรียนพร้อมเสียงอธิบายของผู้สอน หรือเสียงจากเจ้าของภาษา เพื่อเสริมศักยภาพด้านภาษาอังกฤษให้นักศึกษามีความพร้อมต่อการแข่งขันในตลาดงานด้านคอมพิวเตอร์ ภายหลังการเปิดการค้าเสรีประชาคมอาเซียนต่อไป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยชิ้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ มีวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1) มัลติมีเดีย 2) การเรียนการสอนแบบออนไลน์ 3) ระบบจัดการด้านการเรียนรู้

2.1 มัลติมีเดีย

มีผู้ให้นิยามมัลติมีเดียไว้หลากหลาย กล่าวโดยสรุปได้ว่า มัลติมีเดียหรือสื่อประสม คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิทัศน์ เป็นต้น สื่อต่างๆ ที่นำมารวมไว้ในรูปแบบมัลติมีเดีย จะช่วยให้เกิดความหลากหลายในการใช้คอมพิวเตอร์อันเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในแนวทางใหม่ที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจ และเร้าความสนใจ เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น [2, 3]

2.2 การเรียนการสอนแบบออนไลน์

การเรียนการสอนแบบออนไลน์เป็นการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่ประยุกต์ใช้ศักยภาพ และความสามารถในด้านการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูล [4] มาช่วยเป็นเครื่องมือสนับสนุนซึ่งการออกแบบเครื่องมือต้องคำนึงถึงข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นทั้ง รูปแบบของสื่อ การเข้าถึงสื่อ และรูปแบบของการเรียนรู้ส่วนบุคคล

การเชื่อมโยงเนื้อหารวมถึงเนื้อหาที่กระจัดกระจาย [5] โดยสื่อที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์มีได้หลายรูปแบบ อาทิ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คลิปเสียงคำสอนแบบดิจิตอล และคลิปวิดีโอเป็นต้น [6] เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและสื่อการเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

ซึ่งจากลักษณะเด่นด้านความยืดหยุ่นของเทคโนโลยีเว็บ ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์กับการเรียนการสอน

ได้หลายรูปแบบ ทั้งที่ให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้ทำเครื่องมือในการปฏิสัมพันธ์ที่แบบประสานเวลา (Synchronous Interaction)และแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous Interaction) [7]

การเรียนการสอนแบบออนไลน์ผ่านเว็บ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ตามความสามารถและความสนใจที่แท้จริง อันจะส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สูงขึ้น [8, 9] อันจะนำมาซึ่งผู้เรียนที่พึงประสงค์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่เป็นทั้ง คนเก่ง คนดี และมีความสุข

2.3 ระบบการจัดการด้านการเรียนรู้

Learning Management System: LMS คือ ระบบการจัดการด้านการเรียนรู้ ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีการจัดการทางด้านคอร์สแวร์ (Courseware) และองค์ประกอบต่างๆ คล้ายคลึงกับการเรียนการสอนจริง ผู้เรียนสามารถเรียนและทำกิจกรรมต่างๆ ที่ได้มีการออกแบบไว้ได้ด้วยตนเอง ผู้สอนสามารถติดตามและตรวจปรับผลการเรียนของผู้เรียนได้ อีกทั้งยังมีระบบบริหารจัดการที่ครอบคลุมการจัดการสื่อการเรียนการสอนทั้งหมด [10]

ซอฟท์แวร์ที่ใช้จัดทำระบบการจัดการด้านการเรียนรู้มีทั้งแบบฟรีและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งที่ได้รับความนิยมและนำมาใช้ในวิจัยนี้คือ มูเดิ้ล (Moodle)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ขอบเขตการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยวิธีการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือวิธีดำเนินการวิจัยการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดมีดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ที่ใช้เป็นช่องทางเสริมการเรียนการสอนแบบชั้นเรียน ในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์โดยใช้อีเลิร์นเว็บไซต์ http://elearningcoit.kru.ac.th ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เป็นโปรแกรมจัดการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นแบบออนไลน์ เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดการเข้าใช้งาน เนื้อหาของสื่อการเรียนแบบมัลติมีเดีย ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ แบ่งเนื้อหาเป็น 8บท ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะทั้งการฟัง พูด อ่าน เขียน รวมถึงการแนะแนวทางในการทำแบบฝึกหัดต่างๆ ซึ่งสื่อที่จัดทำนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนที่ไม่ได้เข้าชั้นเรียน สามารถเข้ามาศึกษาตามในภายหลังได้ กลุ่มทดลองคือนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษา 1/2556

3.2 นิยามศัพท์

1.4.1นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาที่ลงทะเบียนและเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นรายวิชาในหลักสูตรของสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี และเรียนผ่านระบบจนครบกระบวนการตลอดภาคการศึกษาที่ 1/2556 หรือ 2/2556

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลคะแนนที่ได้จากการสอบหลังเรียน เปรียบเทียบกับผลการสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

1.4.3 สื่อการเรียนออนไลน์ คือ สื่อมัลติมีเดีย ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้บนอีเลิร์นนิ่ง http://elearningcoit.kru.ac.th เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียน และทำความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยต้นเอง

1.4.4 วิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ คือ รายวิชาที่เปิดสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาที่ลงทะเบียนและเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นรายวิชาในหลักสูตรของสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จนครบกระบวนการตลอดภาคการศึกษาที่ 1/2556 จำนวน 21 คน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.4.1 สื่อมัลติมีเดียรูปแบบคลิปวิดีโอ สไลด์ เอกสารประกอบการสอน และกิจกรรมการเรียนผ่านระบบจัดการการ

เรียนรู้ เว็บไซต์ http://elearningcoit.kru.ac.th ภายใต้รายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนทั้งสิ้น 120 ข้อ ที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ความยากง่าย ความสอดคล้องของเนื้อหา จากภาคการศึกษาก่อนหน้า

3.4.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนแบบเลือกตอบ 5 ระดับ เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบจัดการการเรียนรู้ (LMS) ของมหาวิทยาลัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการวิจัยเป็น2 ส่วนดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ แบบ Paired-sample T-test

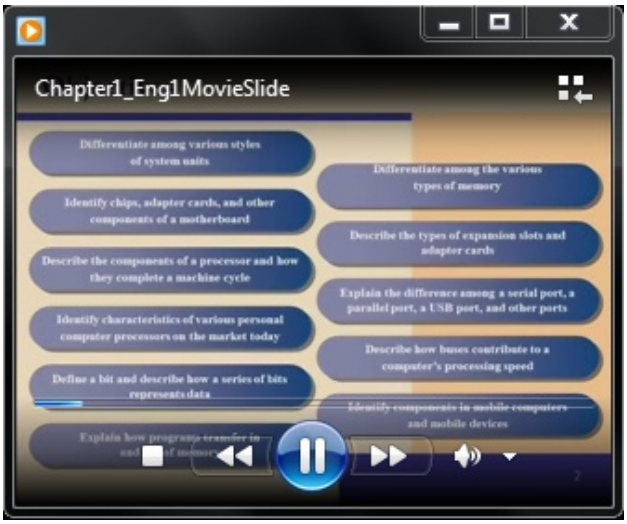
3.5.2 วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียน เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียที่นำไปวางไว้บนเครื่องมือ LMS ของมหาวิทยาลัย โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการดำเนินการวิจัย

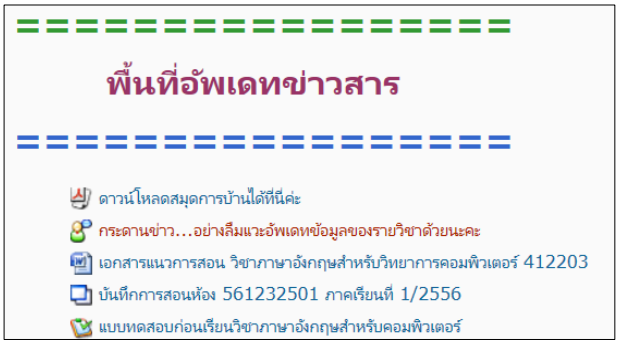
จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียสำหรับใช้เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ดังนั้นผลที่ต้องการจึงประกอบด้วย สื่อมัลติมีเดีย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งรายละเอียดอธิบายดังนี้

4.1 สื่อมัลติมีเดีย

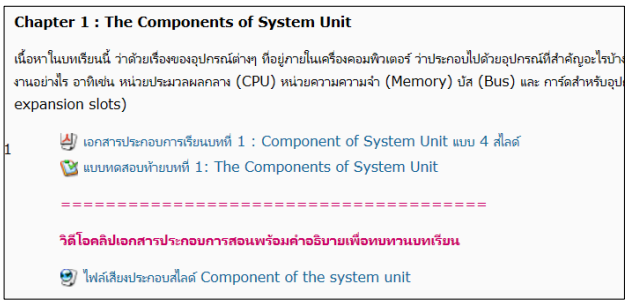
ได้พัฒนาสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนออนไลน์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยได้จัดทำและรวบรวมสื่อการสอน อาทิ วิดีโอคลิป สไลด์ เอกสารสรุปประเด็นหลัก เอกสารสอนเสริม เป็นต้น ร่วมกับการเรียนแบบออนไลน์โดยนำเสนอผ่านเว็บไซต์การเรียนการสอนออนไลน์ของมหาวิทยาลัย http://elearningcoit.kru.ac.th (ภาพที่1–3) โดยให้นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาดังกล่าว สามารถเข้าเรียนและทบทวนบทเรียน ตามความต้องการตลอดภาคการศึกษา ซึ่งการจัดทำสื่อการเรียนการสอนครั้งนี้ได้คำนึงถึงหลักการป้อนกลับข้อมูลที่เป็นประโยชน์สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียนไว้ด้วย [11]



ภาพที่ 1: ตัวอย่างคลิปวิดีโอ หนึ่งในสื่อมัลติมีเดียสำหรับการเรียนออนไลน์



ภาพที่ 2: พื้นที่ให้บริการสื่อและสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้เรียนผู้สอน



ภาพที่ 3: ตัวอย่างสื่อสำหรับการเรียนแต่ละบท อาทิ แบบทดสอบ สไลด์ และวิดีโอคลิป

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถใช้สื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บไซต์

http://elearningcoit.kru.ac.th เพื่อช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยนำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังเรียน และผลการเรียนที่ได้จากการเก็บคะแนนตลอดภาคเรียนโดย ผลการศึกษาพบว่า

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเทียบกันระหว่างร้อยละของคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 66.51, S.D. =18.26) และร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน ($\bar{X}$ = 33.21, S.D. = 14.14) พบว่าร้อยละคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าร้อยละคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน 33.30 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.01

4.2.2 เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของผลการเรียนตลอดภาคการศึกษา ซึ่งเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง กับค่าร้อยละคะแนนสอบหลังเรียนพบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ อยู่ที่ระดับคะแนน 69.95 และ 66.51 ตามลำดับ และเมื่อดูที่ค่าความสัมพันธ์ที่หาได้จากสัมประสิทธิ์ของเปียร์สัน (r) ระหว่างค่าของคะแนนทั้งพบว่า ค่าร้อยละของผลการเรียนตลอดภาคการศึกษา และค่าร้อยละคะแนนสอบหลังเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกันในระดับ 0.911 (sig. .000) ซึ่งถือว่ามีค่าสูงมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า .001

4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียน

ความคิดเห็นของผู้เรียน ต่อกิจกรรมการเรียนโดยใช้การเสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านระบบ LMS แบ่งเป็นประเด็นหลักได้ดังนี้คือ ในประเด็นความเห็นเกี่ยวกับบทเรียนและโครงสร้างของบทเรียนโดยเฉลี่ยผู้เรียนเห็นด้วยในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.32, S.D. = 0.64) โดยมีความคิดเห็นในเชิงเห็นด้วยในระดับมากในทุกประเด็น ดังนี้คือ บทเรียนมีความครบถ้วน ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอบทเรียนมีความเหมาะสม บทเรียนมีความน่าสนใจ บทเรียนส่งเสริมความสะดวกในการเรียนที่ไม่ว่าจะเป็นใครสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา บทเรียนมีความเหมาะสมกับยุคปัจจุบัน บทเรียนช่วยส่งเสริมความเข้าใจในการเรียน และท่านรู้สึกพึงพอใจกับบทเรียน

ในประเด็นความคิดเห็นด้านการออกแบบบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบบริหารการเรียนการสอน โดยเฉลี่ยผู้เรียนเห็นด้วยในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.13, S.D. = 0.84) โดยมีความเห็นอยู่ในระดับมากทุกประเด็นข้อคิดเห็น

นอกจากนี้ผลจากข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เรียนเห็นว่า สื่อการเรียนการสอนแบบนี้ชัดเจน น่าสนใจ มีความเข้าใจง่าย สามารถเรียนรู้ได้เร็วครบถ้วน รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนก้าวทันโลก นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะให้เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารทาง Facebook เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันมากขึ้น

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลเปรียบเทียบร้อยละคะแนนสอบก่อนเรียนที่สูงกว่าคะแนนสอบหลังเรียน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 33.30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.01 สรุปได้ว่านักศึกษาสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ผ่านสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นของทั้งในและต่างประเทศ [9, 12-14]

เมื่อนำมาเปรียบเทียบต่อกับค่าร้อยละของผลการเรียนตลอดภาคการศึกษา ซึ่งเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง พบว่ามีความสอดคล้องและมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อดูที่ค่าความสัมพันธ์ที่หาได้จากสัมประสิทธิ์ของเปียร์สัน (r) ระหว่างค่าของคะแนนทั้งพบว่า ค่าร้อยละของผลการเรียนตลอดภาคการศึกษา และค่าร้อยละคะแนนสอบหลังเรียน มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกันในระดับ 0.911 (sig. .000) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า .001 ซึ่งสะท้อนความสามารถของผู้เรียนผ่านของสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนตลอดภาคการศึกษา

นอกจากนี้ความคิดเห็นด้านความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คืออยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของนิลุบล [9] ศิริชัย [13] และสรวงสุดา [14] สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองตามความสามารถ โดยลดข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ในการเรียน

เมื่อศึกษาลึกลงไปถึงพฤติกรรมการเรียนและร่วมทำกิจกรรมของผู้เรียน ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ นำเสนอในรูปของคะแนน ในการร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ระหว่างเรียนของผู้เรียนทำให้ทราบถึงแนวโน้มความสำเร็จในการเรียน ซึ่งสอดคล้อง

กับงานของ นิลุบล [9] ที่อธิบายไว้ว่าพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการเก็บข้อมูลการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน เพื่อป้อนกลับความช่วยเหลือที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนแบบออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยจะได้ศึกษาต่อยอดสำหรับงานวิจัยชิ้นต่อไป นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ต้องการนำผลวิจัยไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ มีดังนี้คือ

1. ในการเรียน ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนทำได้เพียงจัดทำสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดีย คิดกิจกรรม ตั้งกฎเกณฑ์การเข้าร่วมกิจกรรม ให้ข้อเสนอแนะในประเด็นกิจกรรมต่างๆ แต่ประเด็นสำคัญคือ ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ และใส่ใจศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป มีดังนี้คือ

1.ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมและปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ ที่ส่งผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2.ประยุกต์ใช้สื่อการเรียน หรือเทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย และตรงกับความสนใจของผู้เรียนเข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนการสอนออนไลน์

3. ขยายผลการศึกษาที่ได้ เพื่อปรับใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับรายวิชาอื่นๆ ต่อไป หรือทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มใหม่ ๆ เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของผลที่ได้รับ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ,*การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2544.

[2] กิดานันท์ มะลิทอง,*ไอซีทีเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณ การพิมพ์, 2548.

[3] ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์,*การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

[4] Doherty, A.,“The Internet: Destired to Become a Passive Surfing Technology?,”*Educational Technology*, vol.38 no.5, pp. 61-63, 1998.

[5] ณัฐกร สงคราม,*อิทธิพลของแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543. (ออนไลน์)

[6] บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, *สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในบริบทของการเรียนรู้ร่วมกัน*.กรุงเทพฯ: สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[7] ปรัชญนันท์ นิลสุข,“นิยามเว็บช่วยสอน Definition of Web-Based Instruction”. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. ปีที่ 12 ฉบับที่ 34 เมษายน–มิถุนายน 2543 หน้า 53-56.

[8] พิสุทธา อารีราษฎร์,*ผลการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์*. รายงานการวิจัยในชั้นเรียน, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553.

[9] Tongchai, N., “Impact of Self-Regulation and Open Learner Model on Learning Achievement in Blended Learning Environment,” 3rd International Conference on Information and Education Technology (ICIET 2015), Bali, Indonesia, Jan 5-6, 2015.

[10] มนต์ชัย เทียนทอง, *เทคโนโลยีการศึกษาทางไกล*. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[11] นิลุบล ทองชัย, *พัฒนาสื่อการเรียนออนไลน์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี*. รายงานวิจัย, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, 2556.

[12] Oden,R.E., *An Assessment of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitude of Ninth Grade Per-Algerbra Mathematics Student*. Dissertation, August 1998.

[13] ศิริชัย นามบุรี. *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้กิจกรรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และบทเรียนสำเร็จรูปอิเล็กทรอนิกส์ในสภาพแวดล้อมแบบอีเลิร์นนิ่งผ่านโปรแกรม Moodle*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2550.

[14] สรวงสุดา สายสีสด. *บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม., กรุงเทพ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

การพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุน การทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

Development of the Management System and Support the Students' Project in General Education Courses

พัชริดา วิสัยเกตุ(Patcharida Wisaiket)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล(Maleerat Sodanil)[2]

[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]patcharida13@gmail.com, [2]msn@kmunb.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไปแบบกลุ่มใหญ่ ซึ่งใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ระบบรองรับการให้บริการรับส่งงาน การบันทึก และรายงานผลคะแนนของนักศึกษา การจองพบผู้สอน และสนับสนุนผู้บริหารในการออกสถิติรายงานการจัดการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป ดำเนินการพัฒนาระบบโดยการเชื่อมโยงฐานข้อมูลกลางของหน่วยงานให้สามารถบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศร่วมกันได้ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด ในการจัดการฐานข้อมูลของนักศึกษา ทำให้เกิดความถูกต้อง รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดในการประเมินผลการเรียนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาศึกษาทั่วไป ผลการประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.54 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) เท่ากับ 0.53 ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

คำสำคัญ: ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน บาร์โค้ด การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

Abstract

A development of the management system and support the students' project in General Education Courses aims to support the teaching and learning process in General Education courses (large group) by using learning process management on project based learning for submission, record and report students' score, making an appointment to the lecturer, and also helping the executive by issuing the statistical reports of teaching of General Education courses. The system has developed by linking the central database of each agencies for more convenient to manage the data information together. Moreover, the application of Barcode Technology has implemented in manage the database of student for increase the accuracy and decrease the errors and processing time in the evaluation of students who enrolled in General Education courses. The performance results in terms of user satisfaction using statistic are average and standard deviation which evaluated by experts and users given as very good satisfaction with 4.54 and 0.5 for average and s.d.srespectively and can be applied in the future.

Keywords: Learning Management System, Barcode, Project Based Learning.

1. บทนำ

หมวดวิชาศึกษาทั่วไป เป็นรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรวิชาการศึกษาทั่วไป โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาได้เปิดสอนในระดับปริญญาตรี เพื่อมุ่งพัฒนาบัณฑิตให้มีลักษณะความเป็นพลเมืองโลก และพลเมืองไทย ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ด้วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ[1] ซึ่งมีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนประมาณ 10,000-30,000 รายต่อภาคเรียน มีผู้สอนและผู้ช่วยสอนประมาณ 60 คน มีการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ให้บริการผู้สอน ผู้ช่วยสอน และนักศึกษา เช่น ระบบอีเลิร์นนิง

(e-Learning) ระบบตรวจสอบผลการเรียน และระบบสอบวัดความรู้ เพื่อการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป

จากการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้นั้น ยังพบปัญหาในการจัดการเรียบยนการสอน ดังนี้ คือ การวัดประเมินผลการเรียนของนักศึกษาบางรายยังมีความผิดพลาดในส่วนของคะแนน โครงงาน การรับและส่งโครงงานล่าช้า การนัดหมายผู้สอนนั้นต้องทำในแบบฟอร์มที่จุดบริการ ไม่มีหลักฐานยืนยันการส่งโครงงาน และการรายงานผลคะแนนโครงงานล่าช้า[2]

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป สำนักวิชาการศึกษาทั่วไปและนวัตกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน และให้บริการกับผู้สอน ผู้ช่วยสอน นักศึกษา และสนับสนุนผู้บริหารในการกำกับ ติดตามผลการดำเนินงานด้านการจัดการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

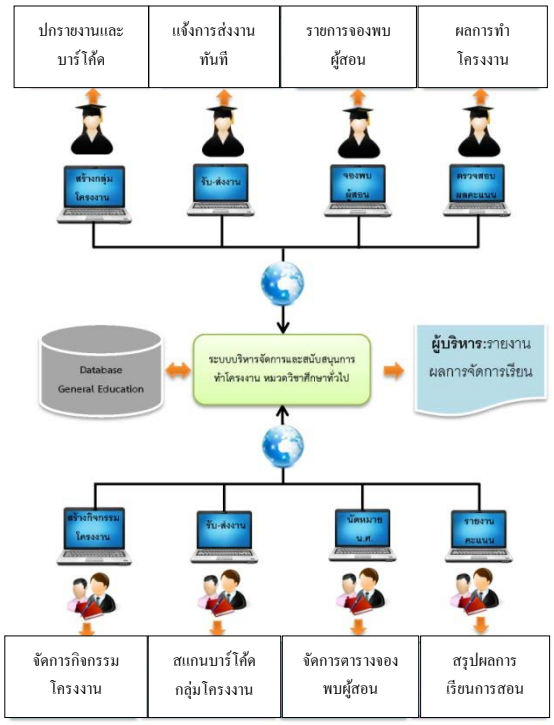
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สภาพปัจจุบันและแนวโน้มของวิชาการศึกษาทั่วไปในประเทศไทย จากการวิจัยเชิงสำรวจ พบว่าความเข้าใจในวิชาการศึกษาทั่วไปในระหว่างผู้บริหาร อาจารย์ และนักศึกษา ยังมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีจุดร่วมกัน คือ เน้นการให้ผู้เรียนมีโลกทัศน์ที่กว้างขึ้น ส่วนเนื้อหานั้นเน้นไปที่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และแนวโน้มของวิชาการศึกษาทั่วไปนั้นต้องการให้มีการวิจัย ค้นคว้า และพัฒนารายวิชาใหม่ ๆ ขึ้น มีการจัดทำแนวปฏิบัติที่ดี และมีการค้นคว้าใหม่ๆ ที่ทำให้การศึกษาทั่วไปมีคุณภาพและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น[3] การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานนั้น การดำเนินโครงงานทุกขั้นตอน ผู้เรียนต้องเป็นผู้ดำเนินการเอง โดยมีอาจารย์ที่มอบหมายงานทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ ในการดำเนินงานโครงงาน มีขั้นตอนที่สำคัญประกอบด้วย การคิด และเลือกหัวเรื่อง การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การเขียนเค้าโครงของโครงงาน การปฏิบัติโครงงาน การเขียนรายงาน และการแสดงผลงาน [4]

จากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนวิชาการศึกษาทั่วไปของนักศึกษาภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อศึกษาสภาพปัญหาใน 3 ด้าน คือประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับการเข้าชั้นเรียน การส่งงาน และการสอบของนักศึกษา ในภาคเรียนที่ 1/2555 พบว่าด้านการเข้าชั้นเรียน โดยภาพรวมระดับปัญหาอยู่ในระดับน้อย ประเด็นปัญหาด้านการมอบหมายงานประจำวิชาพบว่านักศึกษาไม่ทราบว่ามีการมอบหมายงานในวิชา ไม่ทราบรายละเอียดของงานที่ต้องส่ง มีค่าใช้จ่ายในการทำโครงงานสูง เมื่อมีปัญหาในการทำโครงงานไม่สามารถปรึกษาใครได้ ไม่ทราบระเบียบการส่งงาน สถานที่ส่งงาน และประเด็นปัญหาด้านการสอบโดยภาพรวมอยู่ในระดับน้อย [5] ปี 2556 ทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้และความพึงพอใจของนักศึกษา ที่มีต่อระบบสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่านักศึกษาใช้งานระบบเฉลี่ย 30 นาทีต่อครั้ง เพื่อตรวจสอบคะแนนกิจกรรม และรายงานการเข้าเรียนของตนเอง นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี มีข้อเสนอแนะให้พัฒนาระบบสร้างปกรายงาน รวมถึงระบบให้บริการรับและส่งงานนักศึกษา [6] จากการพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนการสอน สำนักวิชาการศึกษาทั่วไป ฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เพื่อให้บริการผู้สอนในการบันทึกเวลาการเข้าเรียน การจัดเก็บคะแนน การคำนวณเกรด และการประเมินผู้สอน มีการพัฒนาระบบโดยใช้เครื่องมือ ดังนี้ Client-Server, HTML, PHP, Database, Flash & Flex และ Barcode ผลการพัฒนาระบบอยู่ในระดับดี และนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง [7] จากการศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สามารถบันทึก แก้ไข ค้นหา และแสดงผลข้อมูล เพื่อใช้ในการจัดอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการสำหรับนักศึกษานั้น มีผลประเมินอยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยได้เสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาระบบดังนี้ คือระบบยังไม่สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่ตอบสนอง กลุ่มผู้บริหารระดับสูง และนักศึกษาได้อย่างเต็มที่ ควรเพิ่มรายงานเชิงสถิติ จำนวนนักศึกษาต่ออาจารย์ที่ปรึกษา โดยเปรียบเทียบระหว่างสาขาวิชา และควรเพิ่มช่องทางการนัดหมายระหว่างอาจารย์ที่ปรึกษา กับนักศึกษาอย่างเป็นระบบ[8] จากการศึกษาการนำบัตรประจำตัว

นักเรียนติดแถบบาร์โค้ด (Barcode) เพื่อพิสูจน์ตัวตนของผู้เรียน การตรวจสอบการเข้าเรียน การรับบริการในห้องพยาบาล ห้องสมุด ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถตรวจสอบการเข้าเรียนของผู้เรียน การสืบประวัติผู้ป่วย ในห้องพยาบาล การสืบค้นประวัติสมาชิก และให้บริการของห้องสมุด ซึ่งระบบสามารถใช้งานได้ถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ [9] จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด ในโรงงานผลิตท่อชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อลดภาระการสร้าง บันทึกเอกสารการผลิตที่แต่เดิมเขียนด้วยมือเปลี่ยนเป็นการสร้างอัตโนมัติจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถลดข้อผิดพลาด และเกิดความรวดเร็วของข้อมูลด้านการผลิต ลดความซ้ำซ้อนข้อมูลเดิม โดยสร้างศูนย์กลางข้อมูลที่ทุกฝ่ายเข้าถึงข้อมูลร่วมกันได้ และเพื่อประหยัดต้นทุนจากการใช้กระดาษที่มีจำหน่ายทั่วไป รวมถึงลดปัญหาการคืนสินค้าจากลูกค้า เนื่องมาจากรายละเอียดของป้ายกำกับสินค้าไม่ชัดเจน ทำให้องค์กรดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [10]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



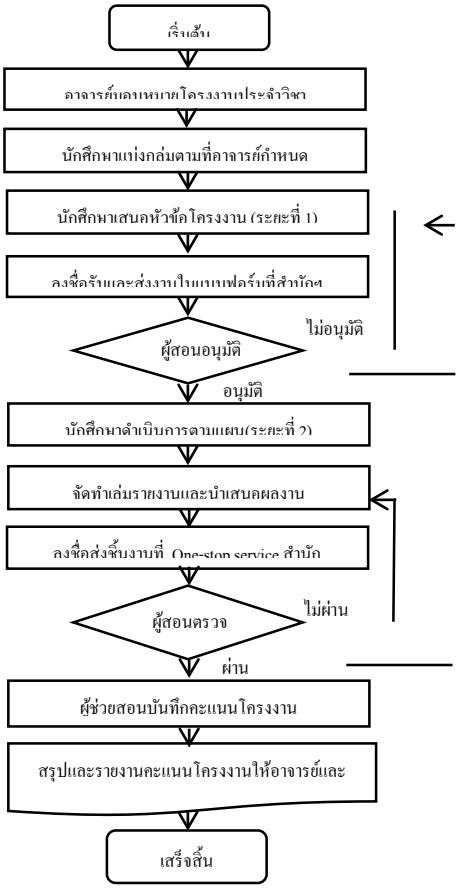
ภาพที่ 1: กรอบแนวความคิดในการวิจัย

จากภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย นำมาซึ่งการพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ได้พัฒนาระบบขึ้นโดยเชื่อมต่อฐานข้อมูลทั้งหมดของหน่วยงาน เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การรับส่งงาน การประเมินผลคะแนน การรายงานผลคะแนนโครงงานของผู้สอน และผู้ช่วยสอน สนับสนุนการให้บริการนักศึกษาในทำโครงงานประจำวิชา เช่น การให้บริการจองพบผู้สอนเพื่อขอรับคำปรึกษา การพิมพ์ปกรายงาน ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ด ในการจัดการฐานข้อมูลของนักศึกษา และระบบสามารถตอบสนองผู้บริหารในการออกรายงานผลการดำเนินงานการจัดการเรียนการสอนหมวดวิชาศึกษาทั่วไปเพื่อนำไปวางแผนการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนต่อไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

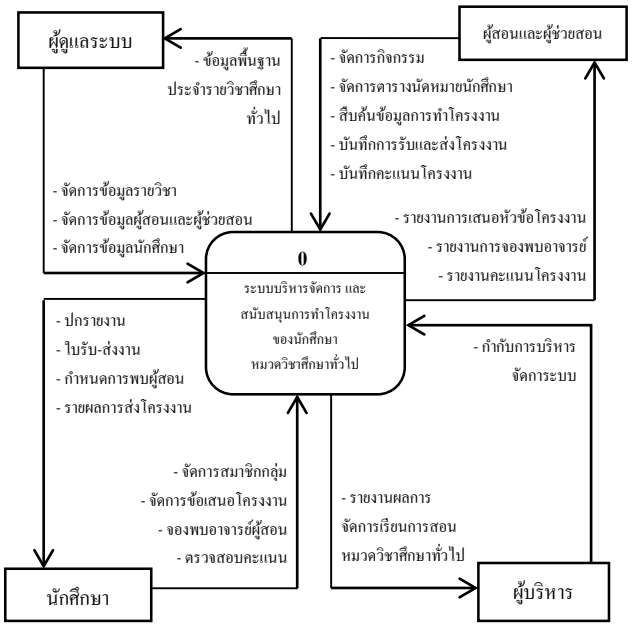
การพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้อง สามารถสรุปกระบวนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป แบบใช้โครงงานทุกรายวิชา ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบใช้โครงงาน

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยออกแบบเส้นทางการไหลของข้อมูลในระบบ (Context Diagram Level 0) ซึ่งแสดงภาพรวมทั้งหมดของระบบได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: เส้นทางการไหลของข้อมูลในระบบ

จากภาพที่ 3 แสดงเส้นทางการไหลของข้อมูลโดยรวมของระบบ โดยมีผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลพื้นฐานทั้งหมด กลุ่มผู้สอนและผู้ช่วยสอน ใช้งานระบบในการจัดการกิจกรรม สร้างตารางนัดหมายนักศึกษา การรับส่งโครงงาน การบันทึกคะแนนของนักศึกษา และสามารถสืบค้นข้อมูลได้ กลุ่มนักศึกษาใช้งานระบบในการจัดการสมาชิกกลุ่ม และเสนอหัวข้อโครงงาน เพื่อให้ระบบสร้างปกรายงานและบาร์โค้ดกลุ่มพร้อมกับใบรายการรับส่งงานได้ การจองพบผู้สอน เมื่อนักศึกษานำชิ้นงานไปส่งแล้ว ก็สามารถตรวจสอบคะแนนจากระบบได้ทันที และส่วนของผู้บริหาร สามารถกำกับและดูรายงานผลการเรียนการสอนหมวดวิชาศึกษาทั่วไปในรูปแบบข้อมูล สถิติ และกราฟได้ ในส่วนของการออกแบบหน้าจอการใช้งานนั้น ได้ออกแบบให้สอดคล้องกับระบบเดิม เพื่อความความสะดวก รวดเร็วในการใช้งาน ของผู้ใช้งานทุกกลุ่ม

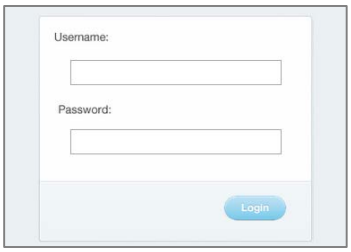
3.3 การพัฒนาระบบนั้น ได้ดำเนินการพัฒนาระบบด้วยโปรแกรมภาษา PHP, HTML, Database และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดในการจัดการฐานข้อมูลนักศึกษา

3.4 การประเมินผลระบบที่พัฒนาขึ้น ได้ทำการทดสอบระบบและประเมินผลความพึงพอใจของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์

4. ผลการดำเนินงาน

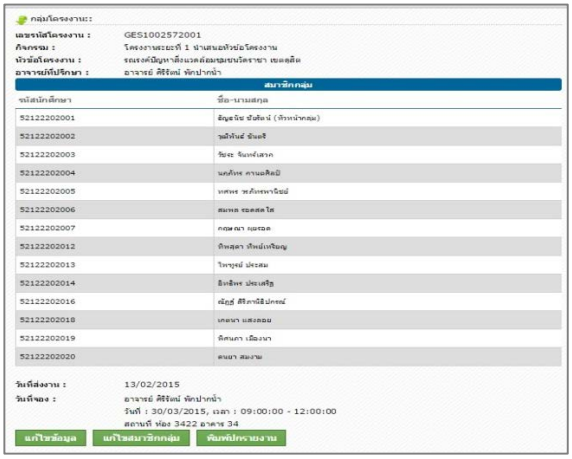
จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ และออกเบบระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไปนั้น ได้ดำเนินการพัฒนาระบบ แล้วทำการทดสอบระบบและประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งได้ผลการดำเนินการดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบสำหรับการเข้าใช้งานโดย นักศึกษา ผู้สอน ผู้ช่วยสอน และผู้บริหาร ซึ่งการเข้าใช้งานระบบ (Login) สำหรับให้ผู้ใช้งานให้กรอกชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่านตามที่ได้รับ ระบบจะให้สิทธิ์การใช้งานตามระดับของผู้ใช้งาน แสดงดังภาพที่ 4



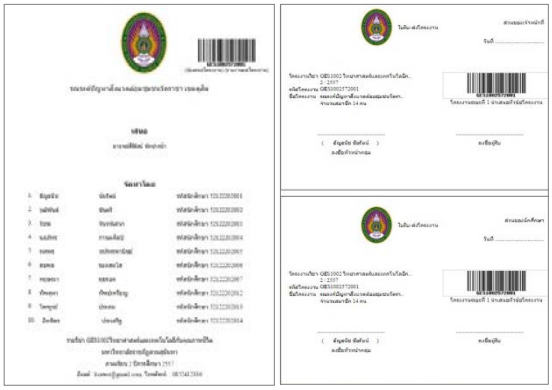
ภาพที่ 4: หน้าจอการเข้าใช้งานระบบ

สำหรับการจัดการข้อมูลโครงงานของนักศึกษาโดยหัวหน้ากลุ่มเป็นผู้บันทึกหัวข้อโครงงาน อาจารย์ที่ปรึกษา และสมาชิกกลุ่ม ตามจำนวนที่ผู้สอนกำหนดไว้ในระบบ ซึ่งสามารถ แก้ไขข้อมูลได้ตามช่วงเวลาที่ผู้สอนกำหนดไว้ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอสำหรับจัดการข้อมูลโครงงานของนักศึกษา

เมื่อนักศึกษาคลิกปุ่มพิมพ์ปกรายงาน ระบบจะแสดงปกรายงาน และใบรับส่งงาน ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของนักศึกษา ระบบจะสร้างหมายเลขโครงงาน และบาร์โค้ดหมายเลขโครงงาน เพื่อใช้ในการบันทึก รับส่งงาน และใช้ในการบันทึกคะแนนโครงงานของสมาชิกกลุ่มทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 6



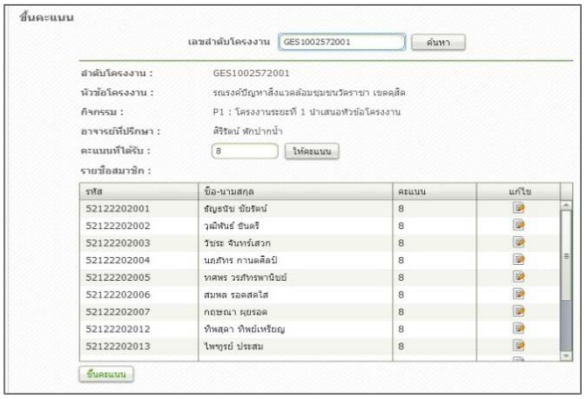
ภาพที่ 6: หน้าจอแสดงปกรายงานกลุ่มของนักศึกษา

ในกรณีที่นักศึกษาต้องการพบผู้สอนเพื่อขอรับคำปรึกษาในระหว่างทำโครงงาน หรือการจองเวลาเพื่อนำเสนอผลงานนั้นนักศึกษาสามารถจองพบผู้สอนในระบบได้ตามตารางเวลาที่ผู้สอนกำหนดไว้ ซึ่งผู้สอนจะดูรายงานการจองพบจากระบบได้ทุกวัน และให้นักศึกษาเข้าพบผู้สอนได้ตามเวลา สถานที่ที่จองไว้ในระบบ แสดงดังภาพที่ 7



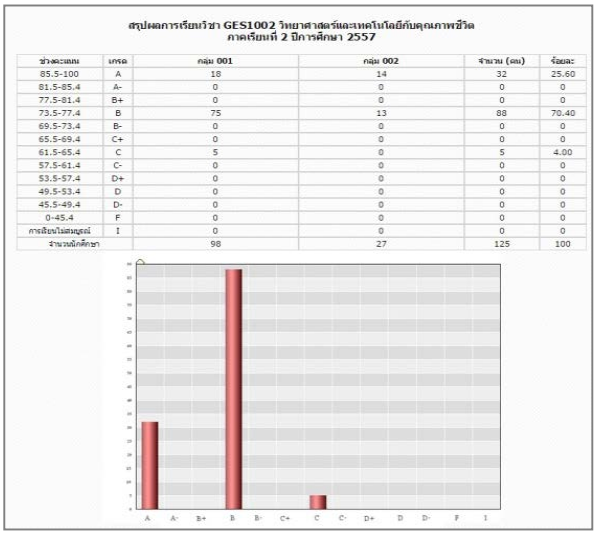
ภาพที่ 7: หน้าจอสำหรับนัดหมายผู้สอน

ระบบจะรายงานสถานะการส่งงานของนักศึกษาทันที ที่นำชิ้นงานไปส่งและรายงานผลคะแนนเมื่อผู้ช่วยสอนบันทึกคะแนนในระบบ ซึ่งนักศึกษาสามารถตรวจสอบผลได้ที่ระบบตรวจสอบคะแนน นอกจากนี้ระบบยังสนับสนุนผู้สอนให้สามารถค้นหาข้อมูลโครงงานของนักศึกษาจากหมายเลขโครงงาน และแก้ไขคะแนนโครงงานแบบกลุ่ม หรือแบบรายบุคคลได้ ในกรณีทำการบันทึกผลคะแนนแล้ว แต่ตรวจพบว่าต้องแก้ไขคะแนนรายบุคคล ก็สามารถดำเนินการให้คะแนนรายบุคคลได้ โดยคลิกที่เครื่องมือแก้ไขที่รายชื่อนักศึกษา แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: หน้าจอสำหรับบันทึกคะแนนโครงงานของนักศึกษา

เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว ระบบจะรายงานผลการดำเนินการจัดการเรียนการสอนประจำวิชาสำหรับผู้บริหาร ประกอบด้วย ข้อมูลรายวิชา ข้อมูลผู้สอน และผู้ช่วยสอน จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนทั้งหมด และสรุปค่าระดับคะแนน ผลการเรียนของนักศึกษาทั้งหมด ในรูปแบบตารางสรุปผล และกราฟสรุปผลการเรียน แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ผลการจัดการเรียนการสอนประจำวิชาสำหรับผู้บริหาร

4.2 ผลการประเมินระบบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน จำแนกหัวข้อในการประเมิน 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถของระบบ (Functional Requirement Test) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงาน (Functional Test) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ

(Usability Test) และด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test) แล้ว ทำการวิเคราะห์และสรุปผลการประเมินคุณภาพระบบทั้ง 4 ด้าน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินคุณภาพระบบ

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D	แปลผล
1.ความสามารถของระบบ	4.62	0.52	ดีมาก
2.การทำงานได้ตามฟังก์ชันงาน	4.62	0.52	ดีมาก
3.ความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.40	0.56	ดี
4.การรักษาความปลอดภัยข้อมูล	4.40	0.53	ดี
สรุปผลการประเมินโดยรวม	4.54	0.53	ดีมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถของระบบ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ผลการประเมินระบบด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ผลการประเมินระบบด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 ผลการประเมินระบบด้านการรักษาความปลอดภัย ของข้อมูลในระบบ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจของระบบโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก พบว่า มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.54 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53

5. สรุป

จากการพัฒนาระบบบริหารจัดการและสนับสนุนการทำโครงงานของนักศึกษา หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ได้มีการทดสอบใช้งานระบบ และประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของระบบโดยรวม สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาระบบครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการใช้งาน และการแสดงผลของระบบผ่านเครื่องมือสื่อสาร (Smart phone) และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) ทุกประเภท

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักวิชาการศึกษาทั่วไปและนวัตกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์. หลักสูตรหมวดวิชาศึกษาทั่วไปฉบับปรับปรุง 2555. สืบค้นวันที่ 2 กรกฎาคม 2557 จาก http://gen-ed.ssru.ac.th/

[2] สุพจน์ ค้าขาย. ผลการดำเนินงานของกลุ่มความรู้คุณภาพระบบการประเมินและรายงานผลการเรียนแบบ Zero Defect. 2556. สืบค้นวันที่ 5 กรกฎาคม 2557 จาก http://www.km.ssru.ac.th/

[3] ไพฑูรย์ สินลารัตน์. สภาพปัจจุบันและแนวโน้มของวิชาการศึกษาทั่วไปในมหาวิทยาลัยไทย. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาภรณ์มหาวิทยาลัย ,[2549].

[4] ลัดดาวัลย์ สวัสดิ์หลง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีม ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ .กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,[2550].

[5] อาริยา ภู่ระหงษ์ .การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนวิชาการศึกษาทั่วไปของนักศึกษาภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. สำนักวิชาการศึกษาทั่วไปและนวัตกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2555.

[6] สุรีพร บุญสมบัติ. การศึกษาพฤติกรรมการใช้และความพึงพอใจของนักศึกษา ที่มีต่อระบบสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. การศึกษาอิสระปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556.

[7] ศิริวัฒน์ ทรัพย์ทวีพงศ์. การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าเรียนและข้อมูลนักศึกษา. การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2554.

[8] วิศรุต เพชรจรัส. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอุดรราชธานี : นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ,[2554].

[9] วีรชน นามโครต .การพัฒนาระบบสารสนเทศของโรงเรียนวัดอินทราราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ,[2553].

[10] ฌาณิน เผ่าจอน. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดสาหรับการกาหนดข้อชี้บ่งสินค้าในโรงงานผลิตท่อชิ้นส่วนยานยนต์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, [2556].

แนวทางในการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ
Design guidelines for creating content on web sites for elderly users

ณัฐกานต์ บุญรอด (Nathakarn Boonrod) และทิพยา จินตโกวิท (Thippaya Chintakovid)
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
nathakarn.b@gmail.com, thippaya.c@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นเครือข่ายที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร แบ่งปันข้อมูล รูปภาพ ในกลุ่มเพื่อนและครอบครัว ที่เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น แต่เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ได้ออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานที่เป็นผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้นักออกแบบระบบสามารถนำแนวทางในการออกแบบนี้ไปใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์สังคมออนไลน์ให้เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ โดยจากการประเมินความยากง่ายในการเรียนรู้และการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 30 คน พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุสามารถเรียนรู้การใช้งานเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นได้ดีกว่าและมีความพึงพอใจต่อเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นมากกว่าเว็บไซต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ ผู้ใช้ที่เป็นผู้สูงอายุ การสร้างเนื้อหา เครือข่ายสังคม แนวทางการออกแบบ

Abstract

Online social network is a network used for communicating, sharing photos and information among friends and family. It plays more important role in our daily life. However, the existing social networks have not been designed to support elderly users. Therefore, this paper presents design guidelines for creating content on web sites for the elderly user. Web or application designers can use these design guidelines in developing an online social network site that is suitable for the elderly. The evaluation of difficulty in learning and satisfaction from a sample of 30 people found that the senior could learn to use the developed site more easily and were more satisfied with the developed site than an existing social network site.

Keywords: elderly, elderly users, creating content, social network, design guidelines

1. บทนำ

ในยุคที่อินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกเพศ ทุกวัย ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างกันมีความสะดวกมากขึ้น โดยเฉพาะการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่งเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2557 พบว่าคนไทยใช้เวลาบนโลกอินเทอร์เน็ตโดยประมาณ 7.2 ชั่วโมง/วัน ในปี 2557 เพิ่มมากขึ้นจากปี 2556 ที่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ต 4.6 ชั่วโมงต่อวัน และการพูดคุยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นกิจกรรมอันดับแรกของการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวนชั่วโมงการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันจาก 20.5 ชั่วโมง/สัปดาห์ ในปี 2556 เพิ่มเป็น 29.6 ชั่วโมง/สัปดาห์ในปี 2557 [1] การใช้งานอินเทอร์เน็ตแต่ละครั้งของกลุ่มผู้สูงอายุใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน และช้ามากกว่าผู้ใช้งานในวัยอื่น (25-60 ปี) ทั้งนี้เป็นผลจากประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายทั้งเรื่องการมองเห็น ความคล่องแคล่วและประสาทการรับรู้ที่เริ่มลดหรือช้าลง อีกทั้งเว็บไซต์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีจำนวนข้อมูลที่มากเกินไปบนหน้าเว็บไซต์ [2] มีการโฆษณาบนหน้าเว็บไซต์ที่เบี่ยงเบนความสนใจ มีเนวิเกชันหรือเมนูบาร์ที่บอกข้อมูลไม่ชัดเจน ปัญหาในการออกแบบเหล่านี้ ส่งผลให้ผู้สูงอายุไม่สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ควรมีการออกแบบเว็บไซต์ที่เหมาะสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผู้สูงอายุในฐานะผู้สร้างเนื้อหาออนไลน์ ในการแบ่งปันข้อมูลหรือเล่าเรื่องราวประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้สูงอายุใช้ในการติดต่อกับครอบครัว หรือเพื่อนที่อยู่ห่างไกล [3], [4] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อรองรับการสร้างเนื้อหา การแบ่งปันข้อมูล หรือรูปภาพของผู้สูงอายุ นอกจากนี้ จากผลการสำรวจ [5] พบว่าผู้สูงอายุนิยมใช้แท็บเล็ตเป็นอุปกรณ์ในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุด งานวิจัยนี้จึงศึกษาแนวทางการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ โดยพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงผลบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ (mobile website)

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางร่างกายและกระบวนการคิด การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการมองเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว กระบวนการรับรู้ ทั้งความจำและความคิด การใช้งานเว็บไซต์ของผู้สูงอายุนั้นย่อมจะมีข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามวัย [6], [7], [8], [9] ข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้การทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ของผู้สูงอายุไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่นำเสนอแนวทางการออกแบบเว็บไซต์ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น National Institute on Aging and National Library of Medicine (NIA/NLM) [10] นำเสนอแนวทางการออกแบบเว็บไซต์ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ได้แก่ การออกแบบข้อความที่ให้ผู้สูงอายุสามารถอ่านได้ การออกแบบข้อมูลบนเว็บไซต์ให้ง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุ และการออกแบบเกี่ยวกับสื่อมัลติมิเดียต่างๆ

Hart และคณะ [11] นำเสนอผลการประเมินเว็บไซต์ที่ถูกออกแบบสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อทดสอบว่าแนวทางการออกแบบที่รองรับผู้สูงอายุ มีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน มีประสิทธิภาพ และผู้สูงอายุมีความพึงพอใจหรือไม่ จากผลการวิจัยพบว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่ที่ใช้แนวทางการออกแบบเพื่อรองรับผู้สูงอายุ ประสบผลสำเร็จในการทำงาน แต่ไม่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้แนวทางการออกแบบและการทดสอบการใช้งานโดยผู้สูงอายุควบคู่กันล้วนมีความสำคัญต่อการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ

Sun และ Zhao [12] สำรวจคุณลักษณะทางกายภาพและสติปัญญาของผู้สูงอายุ ร่วมกับแนวทางการออกแบบการเข้าถึงเว็บไซต์ของ W3C และนำเสนอแนวทางการออกแบบในการเรียนรู้เว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ความสามารถในการรับรู้ ความสามารถในการใช้งาน ความสามารถในการเข้าใจ และความสามารถในการรองรับหลายเทคโนโลยี

นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่นำเสนอแนวทางการออกแบบสำหรับผู้สูงอายุ โดยการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบสำหรับผู้สูงอายุ และแบ่งแนวทางการออกแบบเป็นประเภทต่างๆ จากนั้นนำมาทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานว่ามีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุหรือไม่ ผลการวิจัยได้แนวทางการออกแบบสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งแบ่งเป็น 38 แนวทาง และ 11 ประเภท โดยแนวทางที่ได้ครอบคลุมในส่วนดังต่อไปนี้ การออกแบบปุ่มเป้าหมาย การใช้กราฟิก เนวิเกชัน คุณลักษณะของเว็บเบราว์เซอร์ การออกแบบการวางโครงร่างเนื้อหา ลิงก์ การออกแบบที่เกี่ยวกับการรับรู้ของผู้ใช้ การใช้สีและพื้นหลัง การออกแบบข้อความ การค้นหา และข้อมูลป้อนกลับและส่วนสนับสนุนผู้ใช้ [13], [14], [15]

จากการทบทวนงานวิจัยต่างๆ จะเห็นได้ว่า แนวทางในการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุดังกล่าวข้างต้นนั้น มองผู้สูงอายุในฐานะผู้บริโภคเนื้อหา มากกว่าผู้สร้างเนื้อหา การพัฒนาเว็บไซต์ตามแนวทางการออกแบบเหล่านี้จะช่วยให้ผู้สูงอายุเข้าถึงข้อมูล ข่าวสารที่อยู่บนหน้าเว็บไซต์ได้ง่ายมากขึ้น แต่อาจไม่ง่าย ในกรณีที่ผู้สูงอายุต้องการสร้างเนื้อหาหรือข้อมูลบนโลกออนไลน์ เพื่อแบ่งปันกับครอบครัวและกลุ่มเพื่อน ดังนั้น จึงมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่สนใจศึกษาผู้สูงอายุในฐานะผู้สร้างเนื้อหาดิจิตอล บนเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยศึกษาการใช้งานของผู้สูงอายุ และนำข้อมูลมาพัฒนาเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เอื้อต่อการใช้งานแก่คนกลุ่มนี้ [3], [4] และเปรียบเทียบการใช้งานกับเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีอยู่เดิม [4] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเหล่านี้ขาดการนำเสนอแนวทางการออกแบบการสร้างเนื้อหาดิจิตอลที่เหมาะกับผู้สูงอายุที่ชัดเจน งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการออกแบบวิธีการปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่จะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถสร้างเนื้อหาต่างๆ บนเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้

อย่างสะดวก เพื่อช่วยในการรักษาความสัมพันธ์ระหว่างผู้สูงอายุ ครอบครัว และกลุ่มเพื่อน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาแนวทางการออกแบบ ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์

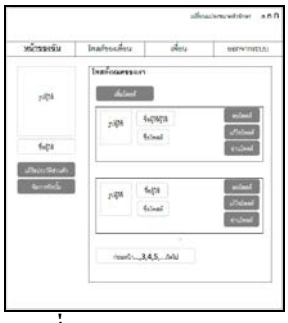
3.1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการออกแบบที่มีอยู่เดิม ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1: แนวทางการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ

แนวทาง	คำอธิบาย
การออกแบบตัวอักษรเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถอ่านได้ [10], [11], [12], [13], [14], [15],	-ควรใช้ตัวอักษรประเภท san serif ขนาด 12-14 สำหรับตัวอักษรที่เป็นเนื้อหา และควรมีการเพิ่ม/ลดขนาดตัวอักษรได้ -ควรใช้สีที่เข้มหรือหรือที่ตัดกับพื้นหลังที่มีความสว่าง หลีกเลี่ยงการใช้เฉดสีที่ใกล้เคียงกัน
การออกแบบข้อมูลบนเว็บไซต์เพื่อให้ง่ายสำหรับผู้สูงอายุ [10], [11], [13], [14], [15], [16],	-ออกแบบหน้าเว็บให้เป็นรูปแบบเดียวกัน และใช้สัญลักษณ์เดียวกันทั้งเว็บไซต์ -ควรวางปุ่มเนวิเกชันไว้ตำแหน่งเดียวกันในทุกๆหน้าเว็บ -หลีกเลี่ยงการใช้เมนูแบบ pull-down -ควรออกแบบลิงก์ให้เห็นได้ชัดและมีความแตกต่างกันระหว่างลิงก์ที่เข้าเยี่ยมชมกับลิงก์ที่ยังไม่เข้าไป -ไอคอนและปุ่มควรออกแบบให้มีขนาดใหญ่และแตกต่างจากสีพื้นหลัง
การออกแบบสื่อและมัลติมิเดีย [10], [13], [14], [15],	-รูปภาพที่ใส่ลงในเว็บไซต์ควรมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ -ควรมีแท็กข้อความเพื่ออธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับภาพ

3.1.2 จากการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบที่มีอยู่เดิมนั้น พบว่าแนวทางดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวทางเพิ่มเติมที่มีความเฉพาะกับการสร้างเนื้อหาออนไลน์ ดังจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อ 4.2

3.1.3 จากแนวทางการออกแบบในข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอของเว็บไซต์ดังภาพที่ 3-1 และภาพที่ 3-2 หลังจากนั้น ผู้วิจัยพัฒนาเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อผู้สูงอายุ สำหรับการใช้งานบนแท็บเล็ต ด้วยภาษา PHP และ JavaScript ร่วมกับการใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL และใช้ CSS ในการพัฒนาเว็บไซต์ให้มีความสวยงาม



ภาพที่ 3-1: ตัวอย่างหน้าของฉัน



ภาพที่ 3-2: ตัวอย่างหน้าโพสต์ของเพื่อน

3.2 ประเมินเว็บไซต์กับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป ที่เคยใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ให้เข้าร่วมทดลองใช้งานเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับอำนาจการทดสอบ (power) ขนาดอิทธิพล (effect size) และระดับนัยสำคัญ (significance level) งานวิจัยนี้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดอำนาจการทดสอบที่ 0.8 ขนาดอิทธิพลที่ 0.5 และระดับนัยสำคัญที่ .05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 27 คน ผู้วิจัยกำหนด 5 กิจกรรมสำหรับการทดลอง ได้แก่ สมัครสมาชิก โพสต์ข้อมูลและลบโพสต์ สร้างอัลบั้มรูปภาพ ค้นหารายชื่อและอ่านโพสต์ของเพื่อน และแสดงความคิดเห็นในโพสต์ของเพื่อน โดยกลุ่มตัวอย่างต้องดำเนินการบนเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น (www.ageing-society.com) และเว็บไซต์เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยใช้งานเว็บไซต์ทั้งสองมาก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียงในการทดลอง กลุ่มตัวอย่างประเมินความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งานเว็บไซต์ เช่น การใช้งานเมนู การโพสต์ข้อความ การค้นหาชื่อเพื่อน เป็นต้น โดยเกณฑ์คะแนนมี

5 ระดับตั้งแต่ 1 (ง่ายที่สุด) ถึง 5 (ยากที่สุด) และประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพและการออกแบบของเว็บไซต์ โดยเกณฑ์คะแนนมี 5 ระดับตั้งแต่ 1 (น้อยที่สุด) ถึง 5 (มากที่สุด)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผู้สูงอายุ

เว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ มีการทำงานหลักเกี่ยวกับการแสดงโพสต์ การโพสต์ข้อมูล และการค้นหาข้อมูล การทำงานในแต่ละส่วนนี้ แสดงในหน้าเว็บที่แยกกันอย่างชัดเจน เพื่อช่วยลดโอกาสที่ผู้สูงอายุจะเกิดความสับสนได้ ในส่วนการแสดงโพสต์ ผู้วิจัยแบ่งกรอบหรือเฟรมของแต่ละโพสต์ เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างโพสต์แต่ละโพสต์ และวางปุ่มต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการโพสต์ ไว้ในกรอบเดียวกัน เพื่อให้ผู้สูงอายุมองเห็นและทำความเข้าใจได้ง่าย ดังภาพที่ 4-1

สำหรับการเพิ่มโพสต์ ผู้สูงอายุสามารถโพสต์ข้อความและรูปภาพได้ โดยกรอกข้อมูลลงในช่องที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแยกเป็นกรอบอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้สูงอายุเข้าใจได้ว่าควรกรอกข้อมูลใดในช่องใด ดังภาพที่ 4-2 นอกจากนี้ ผู้สูงอายุสามารถค้นหาเพื่อน ทั้งในส่วนการค้นหาเพื่อนที่มีอยู่แล้ว กับบุคคลที่ยังไม่ได้เพิ่มเป็นเพื่อน ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-1: หน้าของฉัน



ภาพที่ 4-2: หน้าเพิ่มโพสต์



ภาพที่ 4-3: หน้าเพื่อน

4.2 แนวทางการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1: แนวทางการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ

แนวทาง	คำอธิบาย
การโพสต์และแสดงโพสต์	-ควรนำเสนอหนึ่งโพสต์ต่อหนึ่งหน้า เพื่อให้ผู้สูงอายุเข้าใจได้ง่ายขึ้น -ควรมีกรอบแบ่งขอบเขตของแต่ละโพสต์อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้สูงอายุมองเห็นได้ง่ายขึ้น -ควรวางปุ่มต่างๆ สำหรับจัดการโพสต์ ไว้ในกรอบเดียวกันกับโพสต์ เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน -ควรแสดงจำนวนโพสต์ต่อหนึ่งหน้า ที่สามารถแสดงได้พอดีกับขนาดหน้าจอ เช่น สำหรับหน้าจอขนาด 9.7 นิ้ว ควรแสดงโพสต์จำนวน 4 โพสต์ ซึ่งการแสดงผลมีขนาดพอดีกับหน้าจอ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้แถบเลื่อนข้อมูล -ควรแสดงโพสต์ของผู้ใช้งานและโพสต์ของเพื่อนไว้คนละหน้า เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถเรียกดูและจัดการโพสต์ได้อย่างสะดวก -ควรเว้นช่องว่างระหว่างส่วนต่างๆ ของโพสต์เช่น ชื่อโพสต์ รายละเอียดโพสต์ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถเห็นได้ชัดเจนว่าส่วนใดเป็นส่วนใด
การโพสต์และแสดงรูปภาพ	-ควรนำเสนอหนึ่งอัลบั้มรูปต่อหนึ่งหน้า -ควรแสดงตัวอย่างรูปภาพเพื่อให้ผู้ใช้ดูก่อนการโพสต์ โดยตัวอย่างรูปภาพที่แสดงควรมีขนาด 1 ใน 4 ของหน้าจอ -ควรแสดงจำนวนรูปภาพที่พอดีกับขนาดหน้าจอ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้แถบเลื่อนข้อมูลเช่น สำหรับหน้าจอขนาด 9.7 นิ้ว ควรแสดงรูปภาพจำนวน 9 รูป โดยแบ่งหน้าจอเป็น 3 แถว และ 3 คอลัมน์
การค้นหาเพื่อน	-ควรแยกการค้นหาที่แตกต่างกันไว้คนละหน้า เพื่อไม่ให้ผู้สูงอายุสับสนในการใช้งาน เช่น การค้นหาคนที่เป็นเพื่อนแล้ว กับคนที่ยังไม่ได้เป็นเพื่อน

4.3 ผลการประเมินเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์กับกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่ประเมินการใช้งานเว็บไซต์เป็นเพศชาย จำนวน 13 คน (43.3%) และเพศหญิง จำนวน 17 คน (56.7%) มีอายุ 60-64 ปี จำนวน 15 คน (50%) อายุ 65-69 ปี จำนวน 9 คน (30%) และอายุ 70-74 ปี จำนวน 6 คน (20%) กลุ่มตัวอย่างทุกคนเป็นข้าราชการบำนาญ โดยส่วนใหญ่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์ระหว่าง 7-9 ปี และ 10 ปีขึ้นไป จำนวน 19 คน(63.3%) สำหรับความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตทุกวัน มีจำนวน 6 คน (20%) 1 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 2 คน (6.7%) 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 17 คน (56.7%) และนานๆครั้ง จำนวน 5 คน (16.7%) ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 17 คน (56.7%) และนานๆ ครั้ง จำนวน 5 คน (16.7%)

เกณฑ์การวัดความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งาน ดูจากการเรียนรู้การโพสต์ข้อมูล การเรียนรู้การค้นหาชื่อเพื่อน เป็นต้น และเกณฑ์การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้ วัดจาก 2 ด้านคือ ด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์และด้านการออกแบบ

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งานและความพึงพอใจระหว่างเว็บที่พัฒนาขึ้นกับเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ด้วย paired sample t-test พบว่าการเรียนรู้การใช้งานเว็บที่พัฒนาขึ้น ง่ายกว่าเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05, $t(29) = -9.798$, $p = .000$ และผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าผู้สูงอายุมีความพึงพอใจต่อเว็บของงานวิจัยนี้มากกว่าเว็บที่มีอยู่เดิม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05, $t(29) = 11.619$, $p = .000$ ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2: คะแนนความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งานและคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

เว็บไซต์	ค่าเฉลี่ยความยากง่ายในการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้
เว็บที่พัฒนาขึ้น	3.30	4.40
เว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน	4.20	3.65

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งนำเสนอแนวทางการออกแบบเพิ่มเติมที่เหมาะสำหรับการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ โดยขั้นตอนในการดำเนินงาน เริ่มจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมกับการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์ และพัฒนาเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผู้สูงอายุ ผลการประเมินการใช้งานเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้สูงอายุสามารถเรียนรู้การใช้งานเว็บนี้ และมีความพึงพอใจต่อการใช้งานมากกว่าเว็บเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน สำหรับงานวิจัยในอนาคต ควรศึกษาแนวทางการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะกับผู้สูงอายุในการสร้างเนื้อหาดิจิตอลบนแอปพลิเคชันที่พัฒนาเพื่อใช้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile application) เช่น สมาร์ทโฟน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนวิจัยบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 (ครั้งที่ 2)

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, “รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2557” (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม 2558 จาก https://www.etda.or.th/documents-for-download.html

[2] A. Arch, S. Abou-Zahra and S. L. Henry, “Older Users Online: WAI Guidelines Address Older Users Web Experience,” [Online] Retrieved on 3 July 2013 from http://www.w3.org/WAI/posts/2009/older-users-online

[3] J. Waycott et al, “Older Adults as Digital Content Producers,” *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’13)*, Paris, France, April 27- May 2, 2013, pp.39-48.

[4] G. Gomes et al, “Designing a Facebook Interface for Senior Users,” *The Scientific World Journal*, Vol. 2014, 2014.

[5] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, "รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2556" (ออนไลน์) สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม 2558 จาก https://www.etda.or.th/documents-for-download.html

[6] M. Ilyas, "A Study of Web Accessibility Barriers for Older Adults, and Heuristics Evaluation of Email Websites Based on Web Accessibility Heuristics for Older Adults by AARP," *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, Vol. 3, No.5, pp. 806-813, 2012.

[7] A. Arch, "Web Accessibility for Older Users: Successes and Opportunities," *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A'09)*, Madrid, Spain, April 20-21, 2009, pp.1-6.

[8] V. L. Hanson, "Age and Web Access: The Next Generation," *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A'09)*, Madrid, Spain, April 20-21, 2009, pp.7-15.

[9] S. Sayago and J. Blat, "About the Relevance of Accessibility Barriers in the Everyday Interactions of Older People with the Web," *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A'09)*, Madrid, Spain, April 20-21, 2009, pp.104-113.

[10] National Institute on Aging and National Library of Medicine, "Making Your Web Site Senior-Friendly," [Online] Retrieved on 17August 2013 from http://www.nia.nih.gov/health/publication/making-your-website-senior-friendly

[11] T. A. Hart, B. S. Chaparro, and C. G. Halcomb, "Evaluating Websites for Older Adults: Adherence to 'Senior-Friendly' Guidelines and End-User Performance," *Behaviour & Information Technology*, Vol. 27, No.3, pp.191-199, 2008.

[12] Z. Sun and Y. Zhao, "The Preliminary Construction of Accessibility Design Guidelines of Learning Website for Old People," *2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science (ETCS)*, Wuhan, China, March 6- 7, 2010, pp.612-615.

[13] S. Kurniawan and P. Zaphiris, "Research-Derived Web Design Guidelines for Older People," *Proceedings of the 7th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Baltimore, Maryland, USA, October 9- 12, 2009, pp.129-135.

[14] P. Zaphiris, M. Ghiawadwala, and S. Mughal, "Age-Centered Research-Based Web Design Guidelines," *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'05)*, Portland, Oregon USA, April 2-7, 2005, pp.1897-1900.

[15] P. Zaphiris, S. Kurniawan and M. Ghiawadwala, "A Systematic Approach to the Development of Research-Based Web Design Guidelines for Older People," *Universal Access in the Information Society*, Vol. 6, No.1, pp. 59-75, 2007.

[16] E. Patsoule and P. Koutsabasis, "Redesigning Web Sites for Older Adults," *Proceedings of the 5th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA 2012)*, Heraklion, Crete, Greece, June 6-9, 2012, pp.1-8.

การปรับปรุงคุณภาพของภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดด้วยตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก
CCTV Image Enhancement using Sub-Image Homomorphic Filtering

เฉลิมพงศ์ อินทรัตน์ (Chalermpong Intarat)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
zoo_perk@hotmail.com, maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพนิ่งจากระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ให้มีคุณภาพดีขึ้นกว่าภาพต้นฉบับ โดยได้นำเสนอเทคนิคการกรองภาพย่อยผ่านตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (Sub-Image Homomorphic Filtering Technique) ทำการทดลองโดยใช้ภาพเฟรมแรก ขนาด 1,280 × 720 พิกเซล ชนิด RGB24 ประเภท .jpg จากไฟล์วิดีโอระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบ Indoor และแบบ Outdoor ประเภท .avi ในการทดลองพบว่า ภาพที่ผ่านการปรับปรุงด้วยวิธีการดังกล่าว ให้ประสิทธิภาพความคมชัดมากขึ้นจากค่า PSNR โดยภาพที่ได้สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนขึ้นกว่าภาพก่อนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

คำสำคัญ: ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด การปรับปรุงคุณภาพของภาพ ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก ตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน

Abstract

This research aims to propose the image enhancement method using sub-images homomorphic filtering technique. The experiments were conducted using images with 1,280 × 720 pixel from both indoor and outdoor surveillance video system. Type of images (.jpg) is RGB24 form first frame's surveillance video file (avi.). The results showed that the proposed method using sub-images homomorphic filtering technique can be used to improve the quality of images from surveillance video system in terms of PSNR.

Keywords: CCTV, Image Enhancement, Homomorphic Filtering, Gaussian High-Pass Filter.

1. บทนำ

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Video Surveillance System) คือ ระบบบันทึกภาพเคลื่อนไหวที่ถูกจับภาพโดยกล้องวงจรปิด แล้วส่งสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิด ที่ได้ติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ มายังส่วนรับภาพ ซึ่งเรียกว่า มอนิเตอร์ (Monitor) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สำหรับการรักษาความปลอดภัย หรือเพื่อการสอดส่องดูแลเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากการรักษาความปลอดภัยแล้ว ยังสามารถใช้ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับการติดตามและการตรวจสอบกิจกรรมของมนุษย์ วัตถุ และการเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อการแจ้งเตือนภัยพิบัติ การป้องกันอาชญากรรม และการจัดการสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย แต่เนื่องจากภาพจากกล้องวงจรปิดที่แสดงในโทรทัศน์วงจรปิด มักจะปรากฏภาพที่เลือนรางและเบลอ มีคุณภาพที่ไม่ใกล้เคียงกับความต้องการใช้งาน ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้วิธีการการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพของภาพสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการกรองภาพย่อยผ่านตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (Sub-Image Homomorphic Filtering Technique) คือ การแบ่งภาพย่อยออกเป็น 2 ส่วน โดยแบ่งทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน แล้วใช้ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกสำหรับประมวลผลภาพย่อย จากนั้นจึงรวมภาพย่อยเข้าด้วยกัน โดยรวมทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน และรวมภาพระหว่างแนวตั้งและแนวนอนเข้าด้วยกันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนขึ้น

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

จากงานวิจัยของ Ahmad et al. [1] กล่าวถึงเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ที่มีฟังก์ชั่นการทำงานที่เป็นนวัตกรรมจากวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ทำให้มีการใช้ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับการติดตามและการตรวจสอบกิจกรรมของมนุษย์ วัตถุ และการเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมทางสังคม การเฝ้าระวังการรักษาความปลอดภัยและการป้องกันอาชญากรรมบ้านเมืองผ่านการตรวจสอบทั้งในที่ร่มและกลางแจ้ง (Indoor and Outdoor Monitoring) โดยอาศัยจากโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ทางหลวง แผ่นดิน อาคารจอดรถและห้างสรรพสินค้า เป็นต้น เพื่อการแจ้งเตือนภัยพิบัติ การป้องกันอาชญากรรมและการจัดการสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย ในงานวิจัยของ Hibell [2] ให้เหตุผลสำหรับการพัฒนาการปรับปรุงคุณภาพของภาพสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดไว้ว่า เนื่องจากภาพจากกล้องวงจรปิดที่แสดงในโทรทัศน์วงจรปิด มักจะปรากฏภาพที่เลือนรางและเบลอ มีคุณภาพที่ไม่ใกล้เคียงกับความต้องการใช้งาน ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้วิธีการการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)

2.2 Illumination – Reflectance Model

ซึ่งงานวิจัยของ Pang et al. [3] พบว่า Illumination - Reflectance Model คือ รูปภาพฟังก์ชั่น 2 มิติ ของรูปแบบ F(x,y) ที่มีค่าพิกัดเชิงพื้นที่ (x,y) เป็นปริมาณสเกล่าเชิงบวกที่มีความหมายทางกายภาพ ซึ่งถูกกำหนดโดยแหล่งที่มาของรูปภาพ โดยรูปภาพเป็นอาร์เรย์ของความเข้มแสงและเป็นฟังก์ชั่นของปริมาณของแสงสะท้อนจากวัตถุในฉาก สามารถใช้ในการพัฒนากระบวนการเชิงความถี่ (Frequency Domain Procedure) สำหรับการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยรูปภาพ F(x,y) สามารถแสดงได้ด้วย Product of Illumination และ Reflectance Components โดยในงานวิจัยของ Ein-shoka et al. [4] ให้ความหมายของ Illumination คือ ปริมาณของแสงจากแหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นจากมุมมองของฉาก แสดงค่าโดย I(x,y) และ Reflectance คือ ปริมาณของแสงที่สะท้อนจากวัตถุในฉาก แสดงค่าโดย R(x,y) ตามสมการที่ (1)

$$F(x,y) = I(x,y).R(x,y) \quad (1)$$

2.3 Homomorphic Filtering

บุญธรรม [5] กล่าวว่าตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกเป็นเทคนิคทั่วไปสำหรับการประมวลผลสัญญาณและการประมวลผลภาพ โดยการแปลงไปยังโดเมนต่าง ๆ และทำการแปลงกลับไปที่โดเมนเดิม โดยจะทำงานพร้อมกัน ทั้งการเพิ่มความสว่างทั่วทั้งภาพและการเพิ่มความคมชัด ขั้นตอนของการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก สามารถดำเนินการโดยใช้ 5 ขั้นตอน แสดงไว้ในภาพที่ 1 ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: ทำลอการิทึม (Logarithm) ทั้ง 2 ข้าง Z(x.y) เพื่อแยกองค์ประกอบ I(x,y) และ R(x,y) ตามสมการที่ (2)

$$Z(x,y) = \ln I(x,y) + \ln R(x,y) \quad (2)$$

ขั้นตอนที่ 2: แปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform) เพื่อเปลี่ยนแปลงภาพให้อยู่ในโดเมนเชิงความถี่ ตามสมการที่ (3)

$$Z(u,v) = FFT_i(u,v) + FFT_r(u,v) \quad (3)$$

เมื่อ $FFT_i(u,v)$ และ $FFT_r(u,v)$ คือ การแปลงฟูเรียร์ ของ $\ln I(x,y)$ และ $\ln R(x,y)$ ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3: High Pass Z(u,v) โดยฟังก์ชั่นตัวกรอง H(u,v) ในโดเมนเชิงความถี่และได้การกรองขนาด S(u,v) ตามสมการที่ (4)

$$\begin{aligned} S(u,v) &= H(u,v)Z(u,v) \\ &= H(u,v)FFT_i(u,v)+H(u,v)FFT_r(u,v) \end{aligned} \quad (4)$$

ขั้นตอนที่ 4: ทำการแปลงฟูเรียร์ผกผัน (Inverse Fourier Transform) เพื่อให้ได้ภาพที่ผ่านการกรองในโดเมนเชิงพื้นที่ S(x,y) ตามสมการที่ (5)

$$\begin{aligned} S(x,y) &= IFFT\{S(u,v)\} \\ &= IFFT\{H(u,v)FFT_i(u,v) + H(u,v)FFT_r(u,v)\} \end{aligned} \quad (5)$$

ขั้นตอนที่ 5: ทำการแปลงกลับเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential) ได้ภาพผ่านการปรับปรุง G(x,y) สมการที่ (6)

$$G(x,y) = EXP\{S(x,y)\} \quad (6)$$

2.4 Gaussian High – Pass Filter

สำหรับฟังก์ชั่นกรอง H(u,v) ที่ใช้ในขั้นตอนของการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก Y. B. Yuan et al. [6] นำเสนอตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน (Gaussian High-Pass Filter) การทำให้ภาพคมชัด สามารถทำให้สำเร็จได้ในโดเมนความถี่ โดยการใช้กระบวนการกรองความถี่สูงผ่าน ตัวกรองความถี่สูงผ่านจะลดทอนองค์ประกอบของความถี่ต่ำ โดยไม่รบกวนข้อมูลที่มีความถี่สูงในการแปลงฟูเรียร์ จะเป็นผลให้ภาพมีความเบลอ ใช้เพื่อลดสัญญาณรบกวน สร้างจากการเปลี่ยนสมการที่มีความต่อเนื่องไปเป็นสมการที่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้มีความไวสูงกับสภาพแวดล้อมที่มีนอยส์ รูปแบบกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียนใน 2 มิติ หาได้จากสมการที่ (7)

$$H(u,v) = 1 - e^{-D^2(u,v)/2D_0^2} \quad (7)$$

โดย D(u,v) คือ ระยะทางจากจุดกำเนิดของการถ่ายโอน

σ คือ ตัวชี้วัดการแพร่กระจายของเส้นโค้งเกาส์เซียน ให้ $\sigma = D_0$

2.5 Sub-Image Homomorphic Filtering Technique

โดยเทคนิคที่ใช้สำหรับการพัฒนาการปรับปรุงคุณภาพของภาพนิ่งจากระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด Delac et al. [7] นำเสนอเทคนิคการกรองภาพย่อยผ่านตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก คือ การแบ่งภาพย่อยออกเป็น 2 ส่วน โดยแบ่งทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน แล้วใช้ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก สำหรับประมวลผลภาพย่อย จากนั้นจึงรวมภาพย่อยเข้าด้วยกันทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน และรวมภาพระหว่างแนวตั้งและแนวนอนเข้าด้วยกันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนขึ้น โดยให้ $I_{HMV}(x,y)$ เป็นรูปภาพที่แบ่งออกในแนวตั้งและแต่ละครึ่งของรูปภาพกรองด้วยตัวกรองโฮโมมอร์ฟิก และให้ $I_{HMH}(x,y)$ เป็นรูปภาพที่แบ่งออกในแนวนอน และแต่ละครึ่งของรูปภาพกรองด้วยตัวกรองโฮโมมอร์ฟิก และให้ $I_{HMMOD}(x,y)$ เป็นรูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีในขั้นตอนสุดท้าย ได้จากสมการที่ (8)

$$I_{HMMOD}(x,y) = \frac{1}{2} \cdot [I_{HMV}(x,y) + 0.75 \cdot I_{HMH}(x,y)] \quad (8)$$

3. การทดลอง

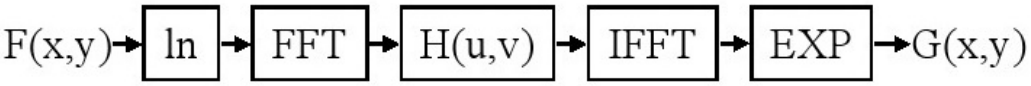
การทดลองการปรับปรุงคุณภาพของภาพนิ่งจากระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ดำเนินการโดย 5 ขั้นตอน แสดงไว้ในภาพที่ 2 ดังต่อไปนี้

1. นำภาพเฟรมแรก (CCTV Image) ชนิด RGB24 ประเภท .jpg มีขนาด 1,280 × 720 พิกเซล จากไฟล์วิดีโอจากระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด เข้าสู่สถานการณ์จำลอง ทำให้ได้ภาพที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (NE) แสดงในภาพที่ 3 (ก)

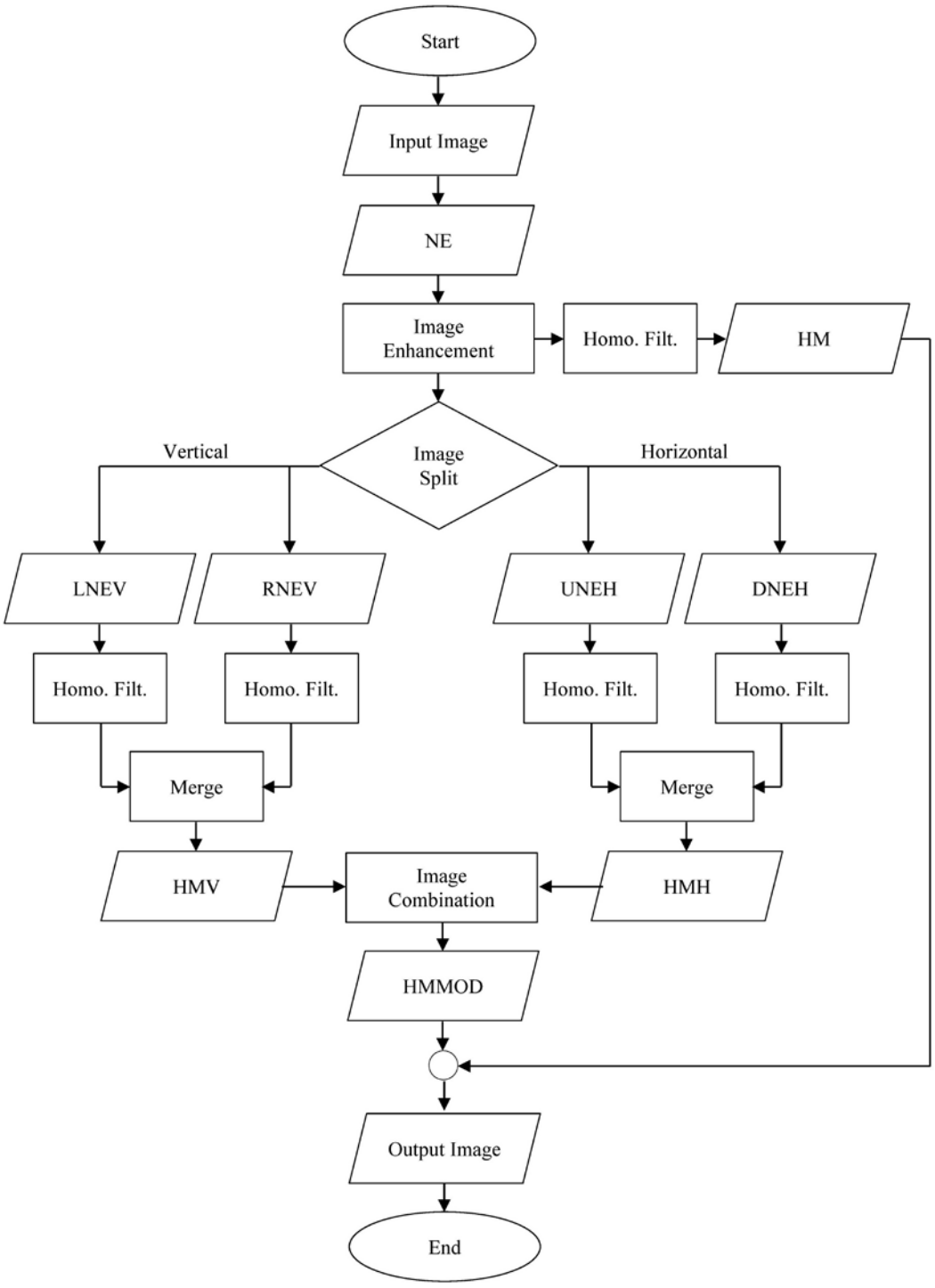
2. ปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) จากภาพต้นฉบับ โดยใช้การกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกกับตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน (Gaussian High-Pass Filter) เมื่อ $D_0 = 0.25$ ทำให้ได้ภาพที่กรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HM) แสดงในภาพที่ 3 (ข)

3. ปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) จากภาพต้นฉบับ ที่แบ่ง (Split) ตามแนวตั้ง โดยกรองภาพแต่ละส่วนด้วยการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกกับตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน (Gaussian High-Pass Filter) เมื่อ $D_0 = 0.25$ แล้วรวมภาพทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการ Merge ทำให้ได้ภาพที่แบ่งตามแนวตั้งแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMV) แสดงในภาพที่ 3 (ค)

4. ปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) จากภาพต้นฉบับ ที่แบ่ง (Split) ตามแนวนอน โดยกรองภาพแต่ละส่วนด้วยการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกกับตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน (Gaussian High-Pass Filter) เมื่อ $D_0 = 0.25$ แล้วรวมภาพทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการ Merge ทำให้ได้ภาพที่แบ่งตามแนวนอนแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMH) แสดงในภาพที่ 3 (ง)



ภาพที่ 1: ขั้นตอนของการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก



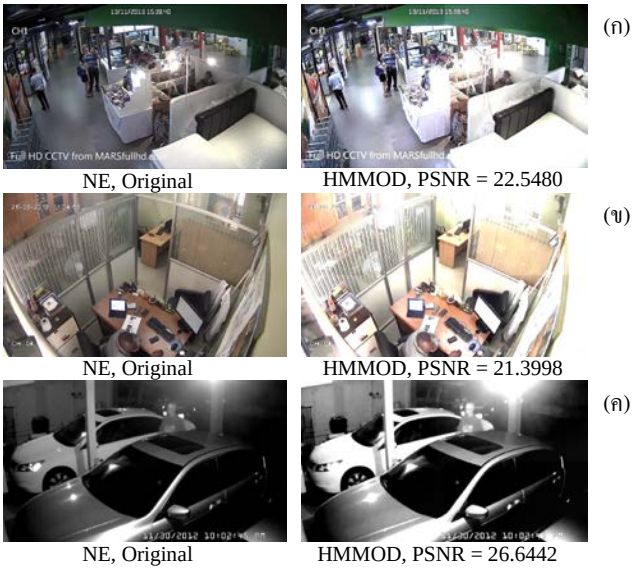
ภาพที่ 2: ผังงานการปรับปรุงคุณภาพของภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดด้วยตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก

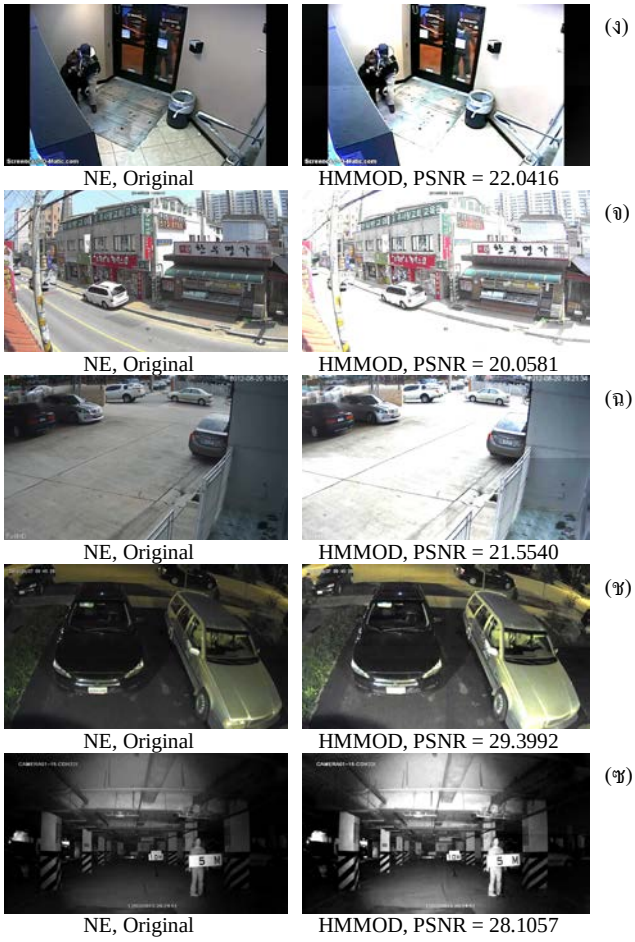
5. รวมภาพระหว่างภาพที่แบ่งตามแนวตั้งแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMV) กับ ภาพที่แบ่งตามแนวนอนแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMH) เข้าด้วยกัน โดยใช้วิธี Combination ได้ภาพที่รวมกันระหว่าง ภาพที่แบ่งตามแนวตั้งและแนวนอนที่กรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMMOD) ซึ่งทำให้ได้ภาพจากกล้องวงจรปิดที่ผ่านการปรับปรุงที่ชัดเจนขึ้น (Enhanced CCTV Image) แสดงในภาพที่ 3 (จ)



ภาพที่ 3:
(ก) ภาพที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (NE)
(ข) ภาพที่กรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HM)
(ค) ภาพที่แบ่งตามแนวตั้งแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMV)
(ง) ภาพที่แบ่งตามแนวนอนแล้วกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMH)
(จ) ภาพที่รวมกันระหว่างภาพที่แบ่งตามแนวตั้งและแนวนอนที่กรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMMOD)

ภาพที่ 4: เปรียบเทียบระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพ





4. ผลการดำเนินงาน

ในการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่ได้นำเสนอ ได้ใช้ Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ซึ่งใช้ในการหาอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่บ่งบอกถึงคุณภาพที่เปลี่ยนระหว่างภาพสองภาพเพื่อใช้เปรียบเทียบสภาวะที่ต่างกัน ถ้ามีค่ามากแสดงว่าภาพจากกล้องวงจรปิดที่ผ่านการปรับปรุงมีความผิดเพี้ยนจากภาพต้นฉบับน้อย สามารถหาค่าได้จากสมการที่ (9)

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{Peak^2}{MSE}(dB) \qquad (9)$$

โดย PSNR คือ อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด มีหน่วยเป็นเดซิเบล (Decibel, dB)
MSE คือ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย
PEAK คือ ค่าสูงสุดของข้อมูลซึ่งในที่นี้คือ 255 เพราะค่าในแต่ละพิกเซลของภาพ RGB คือ 0-255

ผลการทดลองของการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก 4 ขั้นตอน โดยพิจารณาค่า PSNR แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่า PSNR เปรียบเทียบการกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก 4 ขั้นตอน

	HM	HMV	HMH	**HMMOD**
(ก)	30.3695	30.2331	30.3146	**22.5480**
(ข)	28.0914	28.0969	28.1156	**21.3998**
(ค)	35.4715	36.5158	34.7491	**26.6442**
(ง)	29.7488	29.0231	29.6261	**22.0416**
(จ)	26.7061	27.5682	26.6585	**20.0581**
(ฉ)	26.8723	27.6409	27.6841	**21.5540**
(ช)	38.4321	37.5847	37.3839	**29.3992**
(ซ)	36.4378	36.3285	35.3470	**28.1057**
Mean	**31.5162**	**31.6239**	**31.2349**	**23.9688**

ตารางที่ 1 ค่า PSNR ของการปรับปรุงคุณภาพของภาพนิ่งจากระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ด้วยเทคนิคการกรองภาพย่อยผ่านตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (HMMOD) มีค่า PSNR มาก ลำดับที่ 1 คือ ภาพที่ 4 (ช) PSNR = 29.3992 ลำดับที่ 2 คือ ภาพที่ 4 (ซ) PSNR = 28.1057 และลำดับที่ 3 คือ ภาพที่ 4 (ค) PSNR = 26.6442

5. สรุป

ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีเนื้อหาชัดเจนขึ้น โดยภาพต้นฉบับเป็นภาพจากกล้องวงจรปิด พบว่า ภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยเทคนิคการกรองภาพย่อยผ่านตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก คือ การแบ่งภาพย่อยออกเป็น 2 ส่วน โดยแบ่งทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน แล้วใช้ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิกสำหรับประมวลผลภาพย่อย จากนั้นจึงรวมภาพย่อยเข้าด้วยกัน โดยรวมทั้งแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน และรวมภาพระหว่างแนวตั้งและแนวนอนเข้าด้วยกันอีกครั้งหนึ่ง (HMMOD) จากการทดลองพบว่า ภาพที่ผ่านการปรับปรุงด้วยวิธีการดังกล่าว ให้ประสิทธิภาพความคมชัดมากขึ้นจากค่า PSNR โดยภาพที่ได้สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนขึ้นกว่าภาพก่อนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] I. Ahmad, Z. He, et al., “Special Issue on Video Surveillance,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 18, No. 8, pp. 1001-1005, Aug, 2008.

[2] L. Hibell, Surveillance Video Image Enhancement in Collaboration with Portsmouth City Council CCTV, University of Portsmouth, 2006.

[3] B. Pang, X. Sun, et al., “Beef Marbling Image Segmentation Based on Homomorphic Filtering,” *Journal of Multimedia*, Vol. 9, No. 2, Feb, 2014.

[4] A. Ein-shoka, H. Kelash, et al., “Enhancement of IR Images using Homomorphic Filtering in Fast Discrete Curvelet Transform (FDCT),” *International Journal of Computer Applications (0975 - 8887)*, Vol. 96, No. 8, June, 2014.

[5] บุญธรรม ภัทราจารุกุล, การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2556.

[6] Y. B. Yuan, W. Y. Piao and J. B. Xu, “A Fast Gaussian Filter Algorithm for Three-Dimensional Surface Roughness Measurements,” *International Symposium on Instrumentation Science and Technology, Journal of Physics: Conference Series*, 48, 1401-61, 2006.

[7] K. Delac, M. Grgic, and T. Kos, “Sub-Image Homomorphic Filtering Technique for Improving Facial Identification under Difficult Illumination Conditions,” *International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP’06)*, Sep 21-23, 2006.

[8] P. H. Yawalkar and P. N. Pusdekar, “A Review on Low Light Video Enhancement Using Image Processing Technique,” *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 4, Issue 1, Jan, 2015.

ขั้นตอนวิธีนับจำนวนเชื้อบนแผ่นฮิโมซิโตมิเตอร์ด้วยเทคนิคประมวลผลภาพและดีบีสแกน
An Algorithm for Hymocytometer Cell Counting based on Image Processing Technique and DBSCAN

เดชาวุฒิ วานิชสรรพ์(Dechawut Wanichsan)[1] นิทัศน์ นิลฉวี(Nitat Ninchawee)[2]
ทวีศักดิ์ รัตนคม(Taweesak Rattanakom)[3] และพรรณนิการ์ กงจักร(Phannika Kongjuk)[4]
[1]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา [2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ [3]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[4]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
[1]dechawut.w@rbru.ac.th, [2]nitat_nin@hotmail.com, [3]hs2wjo@hotmail.com, [4]phannikaecon@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อประยุกต์เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับดีบีสแกนที่เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้จัดกลุ่มข้อมูลแบบอิงความหนาแน่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนับจำนวนสปอร์ของเชื้อที่ถูกเพาะบนแผ่นฮิโมซิโตมิเตอร์ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ โดยปกติการนับเชื้อในห้องปฏิบัติการนั้นทำได้โดยการใช้มนุษย์ที่นับจำนวนเชื้อด้วยสายตาเนื่องจากมนุษย์มีข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถทำงานซ้ำ ๆ ได้ดีนัก ทำให้การใช้วิธีการนี้อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดลองโดยเปรียบเทียบผลการนับเชื้อด้วยวิธีการเดิมที่นับด้วยมนุษย์กับวิธีการที่งานวิจัยชิ้นนี้พัฒนาขึ้น โดยผลการทดลองพบว่าวิธีนี้มีความสามารถในการนับจำนวนสปอร์ได้ใกล้เคียงกับการนับด้วยสายตามนุษย์มาก

คำสำคัญ: ฮิโมซิโตมิเตอร์ ดีบีสแกน การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอิงความหนาแน่น การประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล

Abstract

The main objective of this research was to apply image processing technique together with DBSCAN, which is density-based clustering algorithm, so as to increase efficiency of hymocytometer cell counting using a computer. Conventionally, cell counting in laboratory could be done by human who counts the number of clusters. Due to human limitations, it was not easy to durably work with no mistakes. This work designed experiment with comparing results of cell counting using traditional method, which is counting by human, to those of cell counting using the proposed technique. The promising results revealed that using the method provided slightly different results comparing with counting by human.

Keywords: Hymocytometer, DBSCAN, Density-based Clustering, Digital Image Processing.

1.บทนำ

วิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายแขนง ทั้งการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งมีชีวิต ศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของวัตถุทางกายภาพ เทคโนโลยีทางการแพทย์ รวมทั้งการผลิตยารักษาโรค สาขาวิชาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น ชีววิทยาประมง จุลชีววิทยา เป็นต้น จำเป็นต้องมีการทำการทดลองเชื้อต่าง ๆ และต้องเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อผลลัพธ์ขั้นสูง เช่น ผลิตยารักษาโรค เป็นต้น การทดลองเหล่านี้จึงเป็นการทดลองที่มีความสำคัญ และควรมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดหรือไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเลย การเก็บข้อมูลและบันทึกผลการทดลองระหว่างทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีความถูกต้องและแม่นยำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในวงการวิทยาศาสตร์มากขึ้น ทางการแพทย์มีการใช้กล้องที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อผ่าตัดในบริเวณที่ยากต่อการเข้าถึง [1] ซึ่งช่วยให้คนไข้ได้รับความเจ็บปวดที่น้อยลง สามารถพักฟื้นตัวได้เร็วและง่ายต่อการรักษา ทางด้านเคมีที่คอมพิวเตอร์ช่วยสร้าง

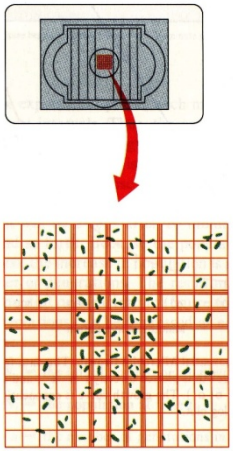
แบบจำลองของโครงสร้างเกี่ยวกับพันธะทางเคมีให้นักเคมีเห็นภาพง่ายขึ้น ทางฟิสิกส์ที่คอมพิวเตอร์ช่วยลดเวลาในการคำนวณของมนุษย์ และช่วยให้ผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น ทางด้านชีววิทยาได้มีการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยประมวลผล เช่นการเปรียบเทียบความคล้ายของดีเอ็นเอ (DNA) ทำให้เกิดเป็นศาสตร์ใหม่ที่เรียกว่า ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) การนับจำนวนกลุ่ม (Colony) ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เป็นต้น

โดยปกติ การนับจำนวนเซลล์ที่เพาะเลี้ยงยังต้องใช้มนุษย์เป็นเครื่องมือหลักในการนับจำนวนเชื้อด้วยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์แล้วนำมาจดบันทึก ด้วยเหตุผลดังกล่าว รวมถึงปัจจุบันราคากล้องจุลทรรศน์ที่เป็นดิจิตอลที่สามารถเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้หลายรุ่นที่มีกำลังขยาย 400x มีราคาไม่เกิน 4,000 บาท [2] งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล และดีบีสแกน (DBSCAN) ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีจัดกลุ่มข้อมูลแบบอิงความหนาแน่น เข้ามาช่วยนับจำนวนกลุ่มของเซลล์ อันจะช่วยลดเวลาในการนับให้น้อยลง แทนวิธีการเดิมที่ใช้มนุษย์นับซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการนับเพราะความสะเพร่า ความเหนื่อยล้า และความไม่เอาใจใส่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การนับจำนวนเซลล์ด้วยฮิโมซิโตมิเตอร์

ฮิโมซิโตมิเตอร์ [3] พัฒนาขึ้นโดย Louis-Charles Malassez เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อนับจำนวนเซลล์ แต่เดิมพัฒนามาเพื่อนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือด (Blood Cells) มีลักษณะเป็นแผ่นเพลทแก้วหนาและมีแผ่นปิด โดยแก้วนี้จะมีช่องว่าง หรือแอ่ง (Chamber) สำหรับใส่สารตัวอย่าง พร้อมด้วยตารางหรือกริดที่ประกอบด้วยเส้นตรงตั้งฉากกันหลายเส้นที่ถูกสร้างด้วยเลเซอร์เพื่อแบ่งเป็นพื้นที่นับเซลล์ แสดงดังภาพที่ 1ที่เป็นภาพตัวอย่างการมองฮิโมซิโตมิเตอร์ผ่านเลนส์กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า สารตัวอย่างจะถูกบรรจุด้วยปริมาตรที่แน่นอน จะทำให้สามารถคำนวณความเข้มข้นของเซลล์ในของเหลวได้ ความลึกของแผ่นเพลตทุกแผ่นจะมีขนาด 0.1 มิลลิเมตร จุดสีเขียวที่เห็นคือ การนับเซลล์จะกระทำโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยขยายขนาด แล้วนับได้โดยตรงด้วยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ หน่วยที่ใช้ในการนับเซลล์จะใช้หน่วยเซลล์ต่อปริมาตร ตารางหรือกริดจะมีหลายขนาดเช่น ขนาด 1×1 0.25×0.25 0.25×0.20 และ 0.20×0.20 มิลลิเมตร เป็นต้น การคำนวณปริมาตรทำได้ด้วยการใช้สมการ กว้าง×ยาว×สูง ตามปกติ หน่วยที่นับได้จะเป็นเซลล์ต่อมิลลิลิตรซึ่งเป็นหน่วยที่นิยมใช้กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนในห้องปฏิบัติการที่การเพาะแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นต่อหน่วยสูงมาก



ภาพที่ 1: ภาพด้านบนของแชมเบอร์

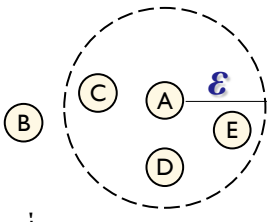
2.2 ดีบีสแกน

ดีบีสแกน (DBSCAN: Density-based Spatial Clustering of Applications with Noise) คือการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอิงความหนาแน่น ถูกคิดขึ้นในปี 1996 โดย Martin Ester Hans-Peter Kriegel, Jörg Sander และ Xiaowei Xu [4] และได้รับรางวัลเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) จากงานประชุมวิชาการที่มีชื่อเสียงระดับโลก (SIG KDD) ในปี 2014 [5] จุดเด่นของดีบีสแกนอยู่ที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกำหนดจำนวนคลัสเตอร์ที่ต้องการแบ่งกลุ่มเหมือนขั้นตอนวิธีจัดกลุ่มวิธีอื่น ๆ เช่นขั้นตอนวิธีจัดกลุ่มแบบเคมีน (*k*-mean Clustering Algorithm) เป็นต้น ขั้นตอนวิธีนี้มีพารามิเตอร์ที่ต้องใช้สองตัวเพื่อกำหนดอาณาเขตและจำนวนสมาชิกภายในอาณาเขตนั้นคือ เอปไซลอน ε ที่มักตั้งเป็นชื่อตัวแปรว่า *eps* และมินพอยน์ (Minpoint) ที่มักตั้งเป็นชื่อตัวแปรว่า *minpts* โดยพารามิเตอร์ทั้งสองตัวสามารถอธิบายได้ในภาพที่ 2 ที่วงกลมที่มีตัวอักษร A B C D และ E อยู่ข้างในเป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลห้าตัว ในกรณีนี้ข้อมูล A ถือเป็นข้อมูลหลัก (Core Point) เพราะมีจำนวนเพื่อนบ้านน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า *minpts* ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3 ภายในค่าเอปไซลอนที่หมายถึงระยะทางที่ห่างจากข้อมูล A ออกไปยัง

รัศมีที่แสดงด้วยเส้นประ ข้อมูลที่อยู่ภายในค่าระยะทางเอปไซลอน หมายถึงข้อมูลเพื่อนบ้าน (Neighbor Point) ซึ่งในที่นี้ข้อมูล A มีข้อมูลเพื่อนบ้านทั้งหมดสามตัวคือ C D และ E รหัสเทียมแสดงวิธีการทำงานของดีบีสแกน แสดงในตารางที่ 1 ที่ประกอบด้วยรหัสเทียม (Pseudo code) ดีบีสแกน และฟังก์ชันย่อยอีกสองฟังก์ชันคือ expandCluster() และ regionQuery() โดยปกติ การหาความคล้ายระหว่างข้อมูลสองชุดจะใช้วิธีวัดระยะทางแบบยุคลิดที่สามารถใช้หาค่าระยะทางระหว่างข้อมูลสองชุดบนปริภูมิที่มากกว่าสองมิติได้ด้วยการใช้สมการที่ 1

$$\text{dist}(a,b) = \sqrt[2]{(a_1 - b_1)^2 + \cdots + (a_m - b_n)^2} \qquad (1)$$

โดยที่ข้อมูลทั้งสองชุดแทนด้วย $a = (a_1, a_2, a_3, \ldots, a_m)$ และ $b = (b_1, b_2, b_3, \ldots, b_n)$ โดยที่ขนาดมิติของ a และ b นั่นคือ m และ n จะต้องมีขนาดเท่ากัน



ภาพที่ 2: ข้อมูลห้าตัวและเอปไซลอน

ตารางที่ 1: รหัสเทียมดีบีสแกน

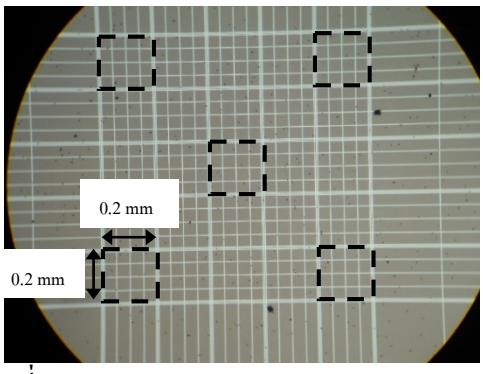
```
Algorithm:DBSCAN(D,eps,MinPts)
C = 0
FOR each unvisited point P in dataset D
  mark P as visited
  NbrPts = regionQuery(P,eps)
  IF sizeof(NbrPts) < MinPts
    mark P as NOISE
  ELSE
    C = next cluster
    expandCluster(P,NbrPts,C,eps,MinPts)
  END IF
END FOR

//increase number of points in same cluster
FUNCTION expandCluster(P,NbrPts,C,eps,MinPts)
  add P to cluster C
  FOR each point P' in NbrPts
    IF P' is not visited
      mark P' as visited
      NbrPts'=regionQuery(P',eps)
      IF sizeof(NbrPts') >= MinPts
        NbrPts= NbrPts joined with NbrPts'
        IF P' is not yet member of any cluster
          add P' to cluster C
        END IF
      END IF
    END IF
  END FOR

//find neighbor points of P
FUNCTIONregionQuery(P,eps)
  return all points within P's eps-distance
```

3.วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อก่อนหน้าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาขั้นตอนวิธีการนับจำนวนเซลล์บนฮิโมซิโตมิเตอร์โดยใช้เทคนิคประมวลผลภาพกับดีบีสแกนที่งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอ ซึ่งจะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการนับด้วยวิธีปกติที่นับโดยใช้มนุษย์

3.1 การนับจำนวนเซลล์ด้วยวิธีการปกติ

ข้อมูลที่ใช้ในการทำการทดลองคือ การเพาะเลี้ยงเซลล์แพลงก์ตอน (Plankton) ที่มองผ่านเลนส์กล้องจุลทรรศน์ที่ปรับกำลังขยาย 100x หรือ 100 เท่า เพื่อเจาะจงให้อยู่ในส่วนของ 25 ช่องเล็ก เพราะกำลังขยายในระดับนี้จะทำให้มองเห็นจำนวน 25 ช่องเกือบพอดี และมีส่วนเกินเพียงเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ภาพถ่ายจากเลนส์กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

ภาพที่ 3 คือภาพการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน (Plankton) บนฮิโมซิโตมิเตอร์บริเวณเส้นตารางสีขาวคือเส้นแบ่งช่อง จุดสีดำเล็ก ๆ คือโคโลนี (Colony) หรือกลุ่มของแพลงก์ตอนโดยปกติการนับจำนวนแพลงก์ตอน หรือเชื้อที่เพาะเลี้ยงจะนับด้วยการใช้สายตามองโดยจะนับจำนวนกลุ่มหรือจุดสีดำที่มองเห็น ในช่องที่ 1 5 13 21 และ 25 (ในกรอบเส้นประสีดำ) ซึ่งอยู่ในตำแหน่งสี่มุม และช่องตรงกลาง โดยแต่ละช่องของตารางมีความกว้างและความยาว 0.2 มิลลิเมตรเท่ากัน เหตุผลที่นับเช่นนี้เนื่องจากเป็นการนับแบบสุ่มแบบกระจายพื้นที่ เพราะบางครั้งการเพาะจำนวนเชื้อเริ่มต้นอาจทำให้เชื้อเกาะกลุ่มกันอยู่ตรงส่วนใดส่วนหนึ่งของแผ่นเพลต หากจะนับทุกช่องทั้ง 25 ช่อง ก็นับว่าเป็นภาระงานที่ละเอียดและมากเกินไปสำหรับมนุษย์ที่ต้องทำงานนับเชื้อที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการอย่างซ้ำ ๆ และอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดจากความสะเพร่า ความ

เหนื่อยล้าและความไม่เอาใจใส่ได้ สมการคำนวณความหนาแน่นของจำนวนเชื้อในกรณีนี้แสดงในสมการที่ 2

$$\text{density} = \frac{nColony}{nGrid} \times \frac{1}{4} \times 10^6 \quad (2)$$

โดยที่ *nColony* คือจำนวนโคโลนีที่นับได้บนแผ่นเพลตในกริดช่องที่สนใจทั้งหมด *nGrid* คือจำนวนกริดที่นับ โดยปกติแล้วจะมีค่าเป็นห้า ซึ่งหมายถึงกริดช่องที่ 1 5 13 21 และ 25 ตามลำดับ โดยหน่วยของความหนาแน่นที่ได้คือ เซลล์ต่อมิลลิลิตร [6]

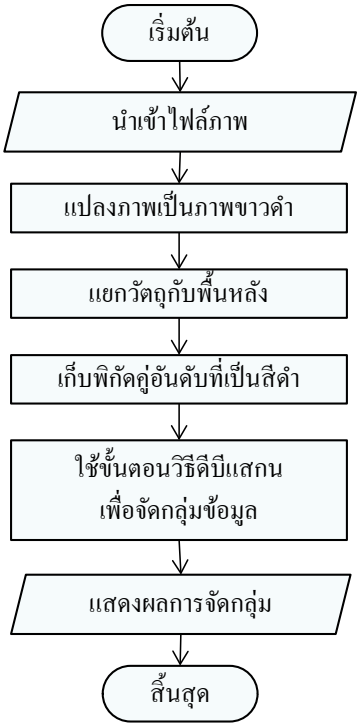
3.2 การนับจำนวนเซลล์ด้วยการใช้เทคนิคประมวลผลภาพร่วมกับขั้นตอนวิธีดีบีสแกน

ผังงานที่แสดงกระบวนการทั้งหมดของขั้นตอนวิธีที่งานวิจัยชิ้นนี้เสนอแสดงในภาพที่ 4 ที่แบ่งเป็นขั้นตอนย่อยทั้งหมดหกขั้น โดยขั้นตอนแรกคือ นำเข้าไฟล์ภาพที่ใช้ในการทำการทดลองคือ ภาพถ่ายดิจิทัลที่ถ่ายผ่านเลนส์กล้องจุลทรรศน์ที่ปรับกำลังขยาย 100x ในระบบสีอาร์จีบี (RGB) เพื่อต้องการจะเทียบผลกับการนับจำนวนเซลล์ด้วยวิธีการปกติที่แสดงวิธีคำนวณในหัวข้อที่ 3.1 ภาพที่เป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) นี้แสดงดังภาพที่ 5 และผลลัพธ์จากการแปลงเป็นภาพสเกลสีเทา (Grey Scale Image) แปลงต่ออีกขั้นเพื่อให้ได้ภาพขาวดำ (Image Binarization) และแยกวัตถุ (โคโลนีของแพลงก์ตอน) กับภาพพื้นหลัง (พื้นหลังและตารางของฮิโมซิโตมิเตอร์) แสดงในภาพที่ 6 โดยที่ฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพขาวดำแสดงในสมการและฟังก์ชันในสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

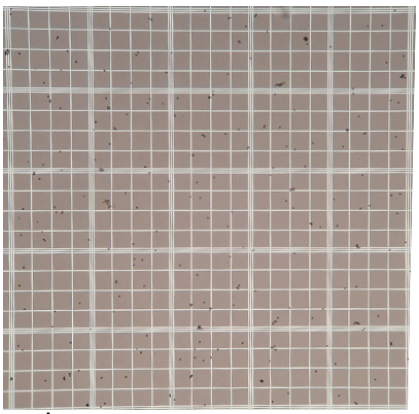
$$grayscale = R \times 0.299 + G \times 0.587 + B \times 0.114 \quad (3)$$

$$intensity = \begin{cases} 1 & grayscale \geq 128 \\ 0 & grayscale < 128 \end{cases} \quad (4)$$

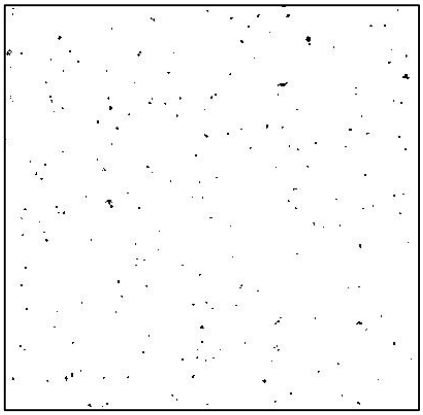
โดยเหตุผลที่ใช้สมการที่ 3 เป็นสมการแปลงภาพสีเป็นภาพสเกลขาวเทาเพราะค่าน้ำหนักของแต่ละแม่สีมีค่าไม่เท่ากัน สีเขียวบริสุทธิ์จะลักษณะความสว่าง (Lightness) มากกว่าสีแดงและสีน้ำเงินบริสุทธิ์ จึงมีค่าน้ำหนักที่สูงกว่า ส่วนสีน้ำเงินซึ่งเป็นสีโทนเข้มและมีค่าความสว่างน้อยกว่าทุกสีจึงได้ค่าน้ำหนักที่ต่ำที่สุด โดยค่าน้ำหนักเหล่านี้เป็นค่าจากช่องสัญญาณวาย (Y) ของระบบสีวายยูวี (YUV Color Space) [7] ซึ่งนิยมใช้ในการเข้ารหัสภาพสีตามการรับรู้จากสายตามนุษย์ ขั้นตอนต่อมาคือการเปลี่ยนข้อมูลภาพขาวดำให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่สามารถนำเข้าไปยังดีบีสแกนได้ โดยข้อมูลแต่ละระเบียน (Record) จะมีสองแอททริบิวต์ (Attribute) มีประเภทข้อมูลเป็นเลขจำนวนเต็มบวก คือพิกัดในแกน x และพิกัดในแกน y โดยจะแปลงมาจากพิกเซล (pixel) สีดำในภาพที่ 6 โดยจะดูว่าหากค่า *intensity* ของพิกเซลใด ๆ จากสมการที่ 4 มีค่าเท่ากับหนึ่งจะนับเป็นข้อมูลหนึ่งระเบียน



ภาพที่ 4: ผังงานที่แสดงการทำงานทั้งหมด



ภาพที่ 5: ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการนับจำนวนสปอร์



ภาพที่ 6: ตัวอย่างภาพที่ปรับค่าสีแล้ว

จากนั้นขั้นตอนต่อมาคือการใช้ดีบีสแกนในการจัดกลุ่มข้อมูลทุกระเบียนเพื่อหาจำนวนกลุ่มหรือโคโลนีของเซลล์ อย่างไรก็ตาม ดีบีสแกนมีพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องได้รับการกำหนดค่าสองค่าคือ *minpts* และ *eps* โดยค่าที่กำหนดให้พารามิเตอร์ในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นดังนี้ *eps* มีค่า $\sqrt{2}$ หรือประมาณ 1.415 เพราะพิกเซลที่อยู่ติดกันในแนวราบ และพิกเซลที่อยู่ติดกันในแนวดิ่ง จะห่างกันด้วยค่าระยะทาง 1 หน่วย ซึ่งคำนวณด้วยการใช้สมการที่ 1 กรณีตัวอย่างแสดงในภาพที่ 7

(1,1)	(2,1)	(3,1)	(4,1)	(5,1)	(6,1)
(1,2)	(2,2)	(3,2)	(4,2)	**(5,2)**	(6,2)
(1,3)	(2,3)	**(3,3)**	**(4,3)**	(5,3)	(6,3)
(1,4)	**(2,4)**	**(3,4)**	**(4,4)**	(5,4)	(6,4)
(1,5)	(2,5)	(3,5)	(4,5)	(5,5)	(6,5)

ภาพที่ 7: ตัวอย่างโคโลนีของแพลงก์ตอนที่แสดงในระดับพิกเซล

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างโคโลนีของแพลงก์ตอนในระดับพิกเซล โดยพิกเซลที่ (2,4) (3,3) (3,4) (4,3) (4,4) และ(5,2) คือพิกเซลที่มีสีดำที่ได้รับการพิจารณาเป็นข้อมูลแต่ละระเบียน การคำนวณค่าระยะทางระหว่างจุดที่อยู่ติดกันในแนวราบเช่น (3,3) และ (4,3) ที่คำนวณจาก $\sqrt{(3-4)^2+(3-3)^2}$ ได้ค่าระยะทางเท่ากับ 1 เป็นต้น จะเห็นได้ว่ากรณีนี้ข้อมูลเพื่อนบ้าน (Neighbor Point) ซึ่งหมายถึงข้อมูลที่อยู่ห่างจากข้อมูลหลัก (Core Point) ในค่าระยะทาง *eps* จะครอบคลุมแค่กรณีเพื่อนบ้านติดกันในแนวดิ่งและแนวราบเท่านั้น ไม่ครอบคลุมถึงเพื่อนบ้านที่อยู่ติดกันแนวทแยงมุม เพราะค่าระยะทางของพิกเซลใด ๆ ที่อยู่ติดกันแนวทแยงมุม เช่น (4,3) และ (5,2) ที่คำนวณจาก $\sqrt{(4-5)^2+(3-2)^2}$ ทำให้ได้ระยะทางเท่ากับ 1.414 ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการเหมาะสมที่จะกำหนดค่าให้พารามิเตอร์ *eps* = 1.415 ดังแสดงเป็นวงกลมที่กางรอบจุด (4,3) เพื่อให้ครอบคลุมกรณีพิกเซลข้อมูลเพื่อนบ้านที่เป็นพิกเซลที่อยู่ในแนวทแยงมุม ส่วนค่าของพารามิเตอร์ *minpts* ที่เหมาะสมคือ 4 เพราะข้อมูลหลักควรมีจำนวนสมาชิกเพื่อนบ้านที่อยู่รอบตัวเองอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของจำนวนสมาชิกมากสุดที่เป็นไปได้ เช่น พิกเซล (4,3) เป็นต้น ที่สามารถมีจำนวนสมาชิกเพื่อนบ้านที่มากที่สุดที่เป็นไปได้จำนวนแปดตัว และมีจำนวนสมาชิกเพื่อนบ้านจริงจำนวนสี่ตัว ทำให้พิกเซล (4,3) ได้รับการพิจารณาเป็นจุดหลัก และกลุ่มพิกเซลเพื่อนบ้านก็ได้รับการพิจารณาเป็นกลุ่มข้อมูลกลุ่มหนึ่ง เมื่อดีบีสแกนทำงานเสร็จสิ้น จำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมดจะหมายถึงกลุ่มเซลล์ (Colony) ที่นับได้ด้วยคอมพิวเตอร์

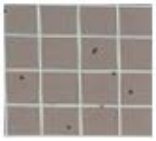
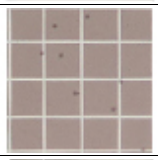
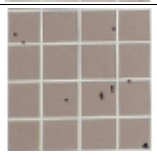
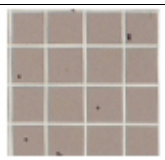
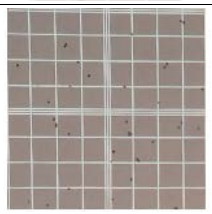
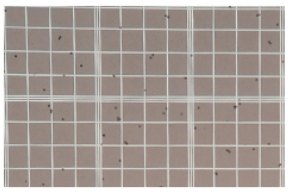
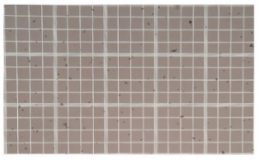
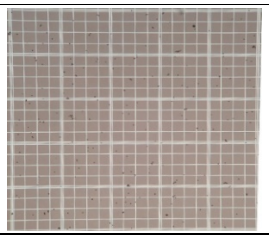
4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาขั้นตอนวิธีที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการนับจำนวนเชื้อบนฮิโมซิโตมิเตอร์ด้วยเทคนิคประมวลผลภาพและดีบีสแกน มีข้อมูลที่ใช้ในการทดลองคือภาพถ่ายเชื้อแพลงก์ตอน และเพื่อเป็นการทดสอบความหลากหลายของขั้นตอนวิธีว่ามีความทนทานต่อขนาดข้อมูลที่แตกต่างกันหรือไม่ การทดลองจะใช้ข้อมูลนำเข้าที่แสดงในตารางที่ 2 โดยผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเทียบกับการใช้มนุษย์นับพบว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถนับจำนวนกลุ่มของเชื้อมีผลที่ใกล้เคียงกับการใช้มนุษย์จำนวน 3 คนเพื่อนับโดยมีความแตกต่างของจำนวนกลุ่มที่นับได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2: ตารางข้อมูลนำเข้าแต่ละรูปแบบ

ข้อมูลนำเข้า (0.25 × 0.25 มิลลิเมตร)	จำนวนภาพที่ใช้ทดลอง
ขนาด 1 ช่อง	4
ขนาด 4 ช่อง	1
ขนาด 6 ช่อง	1
ขนาด 15 ช่อง	1
ขนาด 25 ช่อง	1

ตารางที่ 3: ตารางเปรียบเทียบผลการทดลอง

ข้อมูลนำเข้า	จำนวนกลุ่มของเชื้อที่นับโดย	
	มนุษย์	คอมพิวเตอร์
	6	6
	6-7	6
	8	8
	6	6
	31	31
	50	51
	129	128
	204-210	206

5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนอขั้นตอนวิธีที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการนับจำนวนกลุ่มเชื้อที่เพาะเลี้ยงบนฮิโมซิโตมิเตอร์ โดยอาศัยเทคนิคประมวลผลภาพร่วมกับดีบีสแกนที่เป็นขั้นตอนวิธีจัดกลุ่มข้อมูลแบบอิงความหนาแน่น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอมีความสามารถในการนับจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนได้เทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับวิธีการปกติที่ใช้มนุษย์นับ การประยุกต์งานชิ้นนี้ต่อเนื่องในอนาคตสามารถทำได้โดยการทดลองใช้กับเซลล์อื่น ๆ เช่น เซลล์เม็ดเลือด เป็นต้น การประยุกต์ขั้นสูงในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่อในอนาคตคือ การพัฒนาโมดูลเพื่อตั้งเวลาถ่ายภาพและนับจำนวนเซลล์โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการนับเซลล์และเห็นแนวโน้มของพัฒนาการเติบโตของเซลล์ โดยอาจแสดงผลในรูปแบบของกราฟเส้น อันจะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] R. G. Haaker, M. Stockheim, M. Kamp, et.al, "Computer-assisted navigation increases precision of component placement in total knee arthroplasty", *Clinical Orthopaedics and Related Research.* vol. 433. pp.152-9, 2005.

[2] Microscope.in.th. "ศูนย์รวมกล้องจุลทรรศน์". Internet: http://www.microscope.in.th/product/mda1300. [Mar. 29, 2015].

[3] Y. Xie, Y. Yang2, X. Kang, et.al, "Bioassembly of three-dimensional embryonic stem cell-scaffold complexes using compressed gases", *Biotechnology Progress*. vol.25, no.2, pp.535-542, 2004.

[4] T. N. Trana, K. Drabb, M. Daszykowskib, "Revised DBSCAN algorithm to cluster data with dense adjacent clusters", *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. vol.120, pp.92-96, 2013.

[5] SIGKDD, "2014 SIGKDD Test of Time Award". Internet: http://www.kdd.org/blog/2014-sigkdd-test-time-award.[Feb. 14, 2015].

[6] T. L. Hoffman, Cell Biology, *A Laboratory Handbook*. Elsevier Academic Press: San Diego, 2006.

[7] V. Santhi, A. Thangavelu, "DWT-SVD Combined Full Band Robust Watermarking Technique for Color Images in YUV Color Space", *International Journal of Computer Theory and Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 424-429, 2009.

การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับเด็กปฐมวัย

Interactive Media Design for Encourage Garbage Management on Android Operating System of Early Childhood

จุฬาลักษณ์ วัฒนานนท์ (Julaluk Watthananon)
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
watthananon@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่เสริมสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์แก่เด็กปฐมวัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นอนุบาล ปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนสาธิตละออ อุทิศ และโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี จำนวนทั้งหมด 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 25 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) สื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย 2) แบบทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัย และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังชมสื่อปฏิสัมพันธ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ก่อนชมสื่อปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยที่ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจต่อสื่อปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.65, S.D = 0.54) และสื่อปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.44/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: สื่อปฏิสัมพันธ์ การจัดการขยะ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เด็กปฐมวัย

Abstract

The purposes of this research were to design of interactive media for encouraging garbage management on android operation system of early childhood. The sample of this research consisted of 50 pre-school children in kindergarten 1 from La-orutis Demonstration School and Innovation Demonstration School RMUTT. Twenty-Five children and in experimental group and the other twenty-five children are in control group. The experimental tools are: 1) Interactive media design for encourage garbage management on Android operation system of early childhood 2) The garbage classification children's test and 3) A satisfaction questionnaire of experts. The research statistics were used mean standard deviation and t-test. Results of the research were as follows: The mean score of the garbage classification children's test after watching the Encourage garbage management on android operation system was higher than before watching in significantly different at the rate of 0.05. The experts' satisfaction with learning through use of the interactive media was the most level. ($\overline{X}$ = 4.65, S.D = 0.54) and the efficiency of the interactive media was 84.44/83.75 which was higher than the criteria of 80/80.

Keywords: Interactive Media, Encourage Garbage Management, Android Operation System, Early Childhood.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาคุณภาพและวัตถุหลายสิ่งหลายอย่างให้มีความเจริญก้าวหน้าสูงขึ้นมากมาย โดยการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น พร้อมกับการทำลายธรรมชาติควบคู่กันไปด้วย โดยขาดความระมัดระวังทำให้ความ

สมดุลทางธรรมชาติสูญเสียไป ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในปี พ.ศ. 2554 [1] พบว่ามีจำนวนประมาณ 15.16 ล้านตัว หรือวันละ 41,532 ตัน เป็นขยะในเขต กทม. วันละประมาณ 8,766 ตัน เป็นขยะในเขตเทศบาลวันละ 16,620 ตัน และเป็นขยะในเขตองค์การบริหารส่งตำบลทั่วประเทศวันละ 16,146 ตัว ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี เฉลี่ยปีละประมาณร้อยละ 8 ดังนั้นจนถึงปี 2558 กรุงเทพฯ จะมีปริมาณขยะสูงถึงวันละ 18,750 ตัน [2] และเราจะจัดการกับขยะจำนวนมหาศาลนั้นอย่างไร ยิ่งไปกว่านั้นขยะมูลฝอยส่วนใหญ่จะถูกขนส่ง และถูกนำไปกำจัดอย่างไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การเทกองกลางแจ้ง หรือการเผาอันจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของบริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์จำกัด และคณะ [3] พบว่า การคัดแยกขยะสามารถลดงบประมาณในการจัดการขยะมูลฝอยได้ ซึ่งงานวิจัยของ พชรวรรณ [4] ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมและความรับผิดชอบ ต่อการกำจัดขยะของประชาชนในชนบทจังหวัดนครนายก พบว่า ผู้ที่มีการศึกษาในระดับมัธยมต้นขึ้นไปมีพฤติกรรม และความรับผิดชอบดีกว่าผู้ที่มีการศึกษาในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจีระชัย [5] เกี่ยวกับระดับการศึกษา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัดขยะมูลฝอย

จากปัญหาดังกล่าว เราคงปฏิเสธไม่ได้ว่าขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้นล้วนล้วนเกิดจากฝีมือของมนุษย์ทั้งสิ้น จึงจำเป็นที่ต้องเร่งแก้ปัญหา และควรแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ คือ การปลูกฝังจิตสำนึกการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแก่เยาวชน ซึ่งจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต และชี้ให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้น และวิธีแก้ไข ซึ่งผลการวิจัยของ ดร.วิมลทิพย์ มุสิกพันธ์ [6] ชี้ให้เห็นว่าระบบการเรียนการสอนตั้งแต่อนุบาลนับเป็นก้าวแรกที่สำคัญยิ่ง ในการพัฒนาศักยภาพของเด็ก และมีส่วนสำคัญทำให้พวกเขาเติบโตเป็นประชากรที่มีคุณภาพของชาติ โดยการวิจัย [7] พบว่าช่วงปฐมวัยของเด็ก เป็นช่วงก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ของการสร้างค น ให้มีจิตสำนึกสาธารณะที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมดีที่สุด ในรูปแบบการเล่นที่ถูกออกแบบมาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเด็กสามารถเรียนรู้ได้จากกิจกรรมการลงมือกระทำ ทำให้เกิดการซึมซับทักษะและกระบวนการคิด [8], [9] การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ ถือได้ว่าเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้กับกระบวนการเรียนรู้ และการสื่อสารของเด็ก กระตุ้นให้เด็กเล็กเลียนแบบสิ่งที่ดี โดยสื่อปฏิสัมพันธ์นั้น สามารถใช้ได้ดีในด้านของความคิดรวบยอด (Concept) นำมาใช้ในการช่วยการเรียนการสอนสร้างจิตสำนึก [10] ซึ่งในงานวิจัยของ ธชามาศ และคณะ [11] ได้พัฒนาสื่อประสมเชิงปฏิสัมพันธ์ เรื่องระบบหายใจกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยสื่อประสมเชิงปฏิสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติพร และคณะ [12] ที่พบว่าสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อสื่อมัลติมีเดียในระดับมาก

ดังนั้น สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย ซึ่งเป็นการเสริมสร้างการปลูกฝังจิตสำนึกให้กับเยาวชนของชาติ ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล ให้เข้าใจถึงประเภทของขยะมูลฝอย และประโยชน์จากการจัดการขยะที่ถูกต้อง ซึ่งเด็กสามารถจดจำได้นาน เนื่องจากสมองของเด็กในช่วงวัยนี้จะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว หากเราให้ข้อมูลและความรู้เด็กในสิ่งที่ถูกต้อง เมื่อเด็กรับรู้เข้าไปในระบบสมองช่วงนี้เด็กจะสามารถจดจำได้ง่าย และลึกกว่าตอนโต นั่นจึงเป็นกลยุทธ์ที่จะปลูกฝังความคิด ทัศนคติ และค่านิยมให้กับเด็กตระหนักถึงความสำคัญในสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งการสร้างจิตสำนึกที่ดีของเยาวชน จะเป็นกำลังสำคัญของชุมชน สังคม และประเทศชาติสืบต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประเมินประสิทธิภาพสื่อมัลติมีเดีย

การหาประสิทธิภาพของสื่อตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 [13] หมายถึง การแสดงค่าประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพรวบยอดของผลสัมฤทธทางการเรียน แสดงได้ดังสมการดังนี้

$$Interactive\ media = \frac{Process\ (E1)}{Process\ (E2)} \quad (1)$$

$$Process\ (E_1) = \frac{\sum X \times 100}{N \times A} \quad (2)$$

$$Process\ (E_2) = \frac{\sum X \times 100}{N \times B} \quad (3)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในสื่อปฏิสัมพันธ์, $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน ค่า A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน ค่า N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

และเมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของบทเรียนสื่อปฏิสัมพันธ์ในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน ค่า $\sum Y$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน ค่า B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน ค่า N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.2 ค่าสถิติสำหรับวิเคราะห์หาความพึงพอใจ

- ค่าเฉลี่ย (Mean) (X) ของคะแนนมีสมการดังนี้ [14]

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (4)$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม และ $\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสมการดังนี้ [14]

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x_2 - (\sum x^2}{N(N-1)}} \quad (5)$$

เมื่อ *S.D.* แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า X แทน คะแนนแต่ละตัว ค่า N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม และ $\sum$ แทน ผลรวม

2.3 ค่าสถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{{S_1}^2}{N_1} - \frac{{S_2}^2}{N_2}}} \quad (6)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ ค่า $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งค่า ${S_1}^2, {S_2}^2$ แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ ส่วนค่า N_1, N_2 แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เด็กนักเรียนชาย – หญิง อายุระหว่าง 3 – 5 ปี กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาล ปีที่ 1 – 2 โรงเรียนสาธิตลอออุทิศ และโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี จำนวน 2 ห้อง มีนักเรียน 50 คน

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) มาจากนักเรียนชั้นอนุบาล ปีที่ 1 – 2 จำนวน 50 คน สามารถแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 25 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน

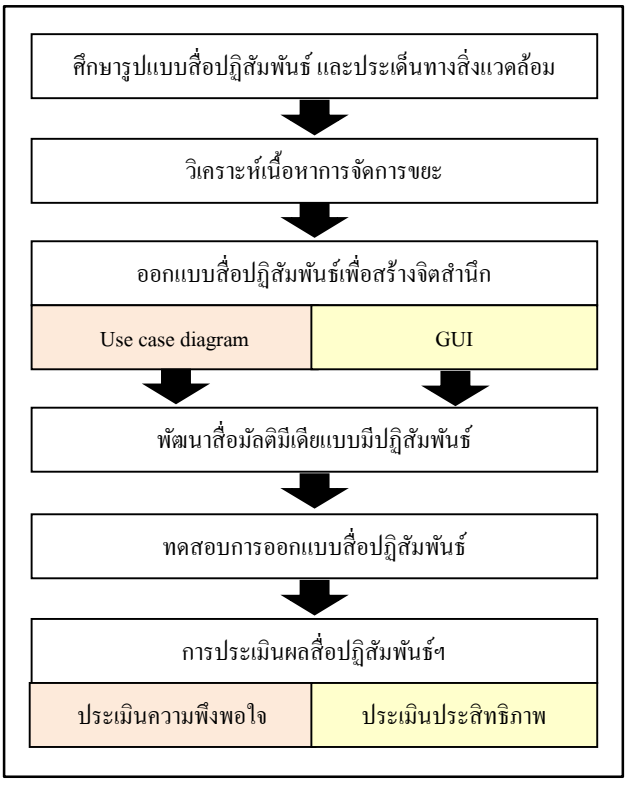
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด ดังนี้

- เครื่องมือที่ใช้ในการเสริมสร้างจิตสำนึก คือ สื่อปฏิสัมพันธ์ที่ออกแบบเสริมสร้างจิตสำนึก ด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์แก่เด็กปฐมวัย
- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ
  - แบบทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัย จำนวน 12 ข้อ
  - แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ในการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับเด็กปฐมวัย สามารถอธิบายขั้นตอน 6 ขั้น ดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 : ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

- ศึกษารูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับเด็กปฐมวัย พร้อมประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นจากสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เพื่อสามารถถ่ายทอดความรู้ควบคู่กับการจดจำ และสร้างจิตสำนึก
- การวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการขยะ พร้อมกับวางแผนการปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกัน
- การออกแบบ คือ การจัดวางเนื้อหาและออกแบบรูปแบบการนำเสนอในลักษณะ “มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์” (Interactive Multimedia) โดยขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบโครงร่างลำดับการทำงานของสื่อปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของ Use case diagram เพื่อกำหนดขอบเขตของการพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบหน้าจอการทำงาน หรือที่เรียกว่า GUI (Graphic User Interface) ซึ่งต้องมีความสอดคล้องกับการทำงานของ Use case ที่ได้ทำการออกแบบไว้ ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งยังช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์
- พัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างโมเดลวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏในรูปแบบ 2 มิติ เช่น การสร้างโมเดลอาคาร ต้นไม้ ขยะมูลฝอย ถังขยะ เป็นต้น จากนั้นทำการระบุ Action Script สำหรับกำหนดการเคลื่อนไหว หรือการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด พร้อมทั้งการใส่เสียงประกอบต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- ทำการทดสอบ โดยการนำสื่อปฏิสัมพันธ์ฯ ที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนา ทำการทดสอบในลักษณะ Alpha Test และ Beta Test จากนั้นจึงนำส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อหาข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไข
- การประเมินผล (Evaluation) หลังจากที่ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการประเมินผล เพื่อรับทราบถึงประสิทธิภาพของสื่อปฏิสัมพันธ์ และความพึงพอใจของการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลที่ได้จากการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์

การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึก ด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์แก่เด็กปฐมวัยนั้น มีเป้าหมายเพื่อ สอดแทรกความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของการคัดแยกขยะ ดังนั้น การออกแบบจึงอ้างอิงรูปแบบองค์ประกอบจากสิ่งของที่มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำ และเข้าใจถึงขยะประเภทต่าง ๆ ตลอดจนสามารถแยกแยะขยะได้อย่างถูกต้อง สามารถแสดงตัวอย่างเป็นภาพดังนี้



ภาพที่ 2: ตัวอย่างการออกแบบขยะที่ชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 1: ตัวอย่างรูปแบบถังขยะการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์

รูป	ประเภท	คำอธิบาย
	ถังขยะทั่วไป	ถังสีน้ำเงินมีสัญลักษณ์เป็นรูปคนทิ้งขยะ
	ถังขยะรีไซเคิล	ถังสีเหลืองมีสัญลักษณ์เป็นรูปลูกศร 3 อัน วนตามกัน
	ถังขยะอันตราย	ถังสีแดง มีสัญลักษณ์เป็นรูปหัวกะโหลกขีดเครื่องหมายกากบาท
	ถังขยะเปียก	ถังสีเขียวมีสัญลักษณ์เป็นก้างปลาเศษอาหาร



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการออกแบบฉากกลางคืน

4.2 ผลการทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัย

ในงานวิจัยนี้ครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนสาธิตละอออุทิศ และโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี จำนวนทั้งหมด 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 25 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน ทำแบบทดสอบการจำแนกขยะ จำนวน 12 ข้อ ก่อนดูสื่อ และหลังดูสื่อ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างผลรวมคะแนนจากการทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังดูสื่อปฏิสัมพันธ์

ผู้เรียน	คะแนนจากการทดสอบก่อนดูสื่อปฏิสัมพันธ์ (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)	คะแนนจากการทดสอบหลังดูสื่อปฏิสัมพันธ์ (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)
1	10	11
2	12	12
3	11	11
4	11	11
5	11	12
6	11	12
7	11	12
...	...	...
...	...	...
50	7	12
รวม	504	556
ค่าเฉลี่ย	**9.8036**	**10.4643**

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัยหลังดูสื่อปฏิสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.4643 คะแนน เพิ่มขึ้นสูงกว่าผลคะแนนจากการทดสอบก่อนดูสื่อปฏิสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.8036 คะแนน ซึ่งจากการทำแบบทดสอบก่อนดูสื่อปฏิสัมพันธ์ผู้เรียนได้รับการสอนจากชั้นเรียน

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังจากการดูสื่อปฏิสัมพันธ์

คะแนน	Mean	n	S.D.	t	Sig.
ทดสอบก่อนดูสื่อปฏิสัมพันธ์	9.80	50	1.14	1.34	0.05*
ทดสอบหลังดูสื่อปฏิสัมพันธ์	10.46	50	1.15		

* Sig. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 อธิบายได้ว่าผลจากการทำคะแนนทดสอบก่อนและหลังจากดูสื่อปฏิสัมพันธ์ เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะฯ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังจากดูสื่อปฏิสัมพันธ์แล้ว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นกว่าการทำแบบทดสอบโดยที่ยังไม่ได้ดูสื่อปฏิสัมพันธ์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ 4: ตารางประเมินความพึงพอใจการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์			
	X	*S.D.*	แปลผล	อันดับที่
ขนาดตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน	4.73	0.52	มากที่สุด	3
ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.60	0.50	มากที่สุด	5
สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้	4.87	0.43	มากที่สุด	1
การแสดงผลของภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมาย	4.73	0.52	มากที่สุด	3
ระดับความดังของเสียงมีความสม่ำเสมอ	4.57	0.63	มากที่สุด	6
ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย	4.63	0.56	มากที่สุด	4
เปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียน	4.57	0.63	มากที่สุด	6
ความควบคุมการใช้งานทำได้ง่ายและสะดวก	4.43	0.63	มาก	7
ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหา	4.83	0.46	มากที่สุด	2
การออกแบบมีความน่าใจและดึงดูด	4.60	0.56	มากที่สุด	5
รวม	**46.6**	**0.54**	**มากที่สุด**	**-**
เฉลี่ยรวม	**4.65**			

จากตารางที่ 4 สามารถอธิบายได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน และมีความพึงพอใจต่อการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึก ด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยรวมระดับ “มากที่สุด” *(X = 4.65, S.D = 0.54)* และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 9 ข้อ และระดับมาก จำนวน 1 ข้อ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก 3 อันดับแรก คือ สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้ เป็นอันดับ 1 รองลงมา ได้แก่ ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหา เป็นอันดับ 2 และ การแสดงผลของภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมาย เป็นอันดับ 3 ตามลำดับ ในขณะที่หัวข้อความควบคุมการใช้งานทำได้ง่ายและสะดวกอยู่ในระดับต่ำสุด

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพสื่อปฏิสัมพันธ์

ตารางที่ 5: ตารางประสิทธิภาพของการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย ตามเกณฑ์ 80/80 (E1/E2)

เกณฑ์	ค่าประสิทธิภาพ
E1	84.44
E2	83.75

จากตารางที่ 5 สามารถอธิบายได้ว่าสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 84.44/83.75

5. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการดำเนินการวิจัยเรื่อง การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับเด็กปฐมวัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบการจำแนกขยะของเด็กปฐมวัยหลังชมสื่อปฏิสัมพันธ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนชมสื่อปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05
2. ผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมินความพึงพอใจในการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ย 4.65 มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3. การหาประสิทธิภาพของสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะฯ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.44/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการจัดการขยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กปฐมวัย มีประสิทธิภาพและสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการให้ความรู้ และเสริมสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ไพบูลย์ แจ่มพงษ์. รายงานการวิจัย เรื่อง การใช้ประโยชน์และการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนประชาชน ตำบลสวนหลวง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม, 2555.

[2] “หมายเหตุมลพิษ” *กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม* ปีที่ 10 เดือนเมษายน – มิถุนายน, 2557.

[3] บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์จำกัด และคณะ. “ระบบแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ของเทศบาลนครราชสีมา” : [ม.ป.พ.], 2539.

[4] พชรวรรณ ศรีวาลัย. “พฤติกรรมการกำจัดขยะของประชาชนในชนบทจังหวัดนครนายก”. : [ม.ป.พ.], 2542.

[5] จีระชัย ไกรกังวาร. “การมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี” : [ม.ป.พ.], 2544.

[6] วิมลทิพย์ มุสิกพันธ์. “การศึกษาเปรียบเทียบการจัดการศึกษาปฐมวัยในบริบทของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น” : [ม.ป.พ.].

[7] สายฤดี วรกิจโภคาทร; พัชราภรณ์ ปัญญาวุฒิ; อัจฉรา ประดิษฐ์; และคณะ. “แนวทางพัฒนาสื่อสร้างภูมิคุ้มกันพฤติกรรมเสี่ยงสำหรับเด็กปฐมวัย”. กรุงเทพฯ: แผนงานสร้างเสริมวัฒนธรรมการอ่าน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.), 2554.

[8] Brewer, Jo Ann. “Instruction to Early Children Education: preschool through primary grades”. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon, 2004.

[9] ขวัญฟ้า รังสิยานนท์. “สอนหนูให้เป็นคนดี ต้องเริ่มที่หัวใจ”. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แปลน สารา, 2555.

[10] อำไพพรรณ ปัญญาโรจน์. “การอบรมเลี้ยงดูเด็กก่อนวัยเรียน”. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏจันรเกษม, 2545.

[11] ธนามาศ รัตนจินดา และพรเทพ เมืองแมน. “การพัฒนาสื่อประสมเชิงปฏิสัมพันธ์ เรื่องระบบหายใจกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* วิทยาเขตปัตตานี ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม, 2556.

[12] อดิพร ปานพุ่ม และวงกต ศรีอุไร. “การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2”. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9 (NCCIT2014).* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2557.

[13] มนตรี แย้มกสิกร. “เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัย และพัฒนาสื่อการสอน: ความแตกต่าง 90/90 Stardard และ E1/E2”. *วารสารศึกษาศาสตร์* ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2550 – มกราคม 2551, หน้า 1 – 16.

[14] บุญชม ศรีสะอาด. “การพัฒนาการสอน”. กรุงเทพฯ : สุริวิทยาสาส์น, 2537.

กรอบงานการจำแนกระดับความรุนแรง และการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์

A Framework for Classification of Severity Levels and Prioritization of Software Defects

นภสร วิริยะดิลก(Noppasorn Wiriyadilok)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา(Twittie Senivongse)[2]

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]Noppasorn.W@student.chula.ac.th, [2]Twittie.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดการข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ หากเกิดข้อบกพร่องขึ้นจำเป็นต้องมีการแก้ไขและส่งมอบให้รวดเร็วที่สุด ข้อบกพร่องที่พบจะถูกบันทึกโดยผู้ดูแลซอฟต์แวร์ แต่การระบุความรุนแรง และความสำคัญของข้อบกพร่อง จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์และความเข้าใจในระบบซอฟต์แวร์ บ่อยครั้งจึงเกิดข้อผิดพลาดในการระบุขึ้น บทความนี้นำเสนอกรอบงานที่ช่วยผู้ดูแลซอฟต์แวร์ในการจัดการข้อบกพร่องในระหว่างการบำรุงรักษา ซึ่งเน้นไปที่งานสองส่วน ส่วนแรกเป็นการจำแนกระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องโดยมีการสร้างแบบจำลองการจำแนกด้วยอัลกอริทึมนาอีฟเบย์ส เค-เอ็นเอ็น และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีน โดยอาศัยข้อบกพร่องในอดีตของซอฟต์แวร์นั้นเป็นข้อมูลเรียนรู้ แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ซึ่งจากการทดลองได้ค่าความถูกต้อง 57.49%, 76.78% และ 80.39% ตามลำดับ ในส่วนที่สอง กรอบงานจะนำเสนอการนำผลการจำแนกความรุนแรงของข้อบกพร่องไปใช้ร่วมกับระดับความสำคัญของข้อบกพร่อง เพื่อจัดลำดับก่อนหลังของการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

คำสำคัญ: ข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ ความรุนแรง ความสำคัญ การจำแนกเอกสาร กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

Abstract

Software defect management is an important process in software development life cycle. If defects are reported, the software needs to be fixed as soon as possible for delivery. Uncovered defects are logged by the software team but specifying severity and priority of the defects requires experiences and understanding of the software system, and many times mistakes are made when specifying. This paper presents a framework to help with defect management during software maintenance. The framework focuses on two tasks. First, software defects will have their severity levels classified. Naïve Bayes, k-NN and Support Vector Machine algorithms can be used to build severity level classification models using defect log history as training data. In an experiment, they give 57.49%, 76.78%, and 80.39% of accuracy respectively. Second, severity level classification results of the defects, together with the priority levels of the defects recorded in the defect log, are used in the Analytic Hierarchy Process to prioritize defects to be resolved.

Keywords: Software Defect, Severity, Priority, Text Classification, Analytic Hierarchy Process.

1. บทนำ

บ่อยครั้งหลังจากซอฟต์แวร์ได้ถูกส่งมอบไปแล้วจะมีการรายงานว่าพบข้อบกพร่อง (Software Defect) เกิดขึ้น ผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องทำการวางแผน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง ทดสอบและส่งมอบซอฟต์แวร์ให้ทันกำหนด เพราะหากมีข้อบกพร่องใดที่สำคัญ และรุนแรงถูกเพิกเฉย อาจส่งผลกระทบต่อธุรกิจที่ขับเคลื่อนด้วยซอฟต์แวร์นั้น จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการที่ช่วยจัดการข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

กระบวนการจัดการข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์มีขั้นตอนสำคัญคือการระบุ การจำแนกประเภท และการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง หลังจากมีการรายงานการพบข้อบกพร่องจากผู้ใช้หรือจากการทดสอบแล้ว ทีมซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็น Support, QA หรือ Analyst จะทำการพิจารณารายงานและบันทึกข้อบกพร่องลงในบันทึกข้อบกพร่อง (Defect Log) ของซอฟต์แวร์ โดยที่ผู้บันทึกจะต้องสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของข้อบกพร่อง และระบุระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องได้อย่างถูกต้อง [1] เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องที่จะใช้ในการแก้ไข ทดสอบ และส่งมอบต่อไป แต่ในซอฟต์แวร์ที่ผ่านการบำรุงรักษามาเป็นระยะเวลาหนึ่ง อาจมีการเปลี่ยนทีมผู้เกี่ยวข้องที่ดูแลซอฟต์แวร์ ซึ่งหากผู้ดูแลไม่มีความเข้าใจในระบบมากนักหรือมีประสบการณ์น้อยในการวิเคราะห์ ทำให้ในบางครั้งการบันทึกระดับความรุนแรงลงในบันทึกข้อบกพร่องอาจคลาดเคลื่อน และไม่สอดคล้องกันได้ [2] ในขณะเดียวกัน การจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องนั้น จะพิจารณาได้จากลักษณะของข้อบกพร่องที่ถูกระบุไว้ เช่น อาการ ระดับความรุนแรง และระดับความสำคัญ เป็นต้น ซึ่งหากผู้ดูแลสามารถจัดลำดับโดยใช้หลายปัจจัยแล้ว จะช่วยให้ลำดับในการแก้ไข ทดสอบ และส่งมอบ มีความเหมาะสมมากขึ้น

งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบงานในการจัดการข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ในระหว่างการบำรุงรักษา กรอบงานเน้นไปที่งานสองส่วน ส่วนแรกเป็นการจำแนกระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องด้วยอัลกอริทึมการจำแนกเอกสาร (Text Classification) เพื่อช่วยผู้บันทึกรายละเอียดข้อบกพร่องซึ่งขาดประสบการณ์ในการระบุระดับความรุนแรง โดยใช้ข้อมูลข้อบกพร่องในอดีตของซอฟต์แวร์นั้นเป็นข้อมูลเรียนรู้ ส่วนที่สองเป็นการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยในการจัดลำดับจะพิจารณาระดับความรุนแรงที่ได้จากการจำแนกในส่วนแรก ร่วมกับระดับความสำคัญของข้อบกพร่อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ในบันทึกข้อบกพร่อง ทั้งนี้เนื่องจากระดับความสำคัญของข้อบกพร่องมักขึ้นกับการพิจารณาของผู้บันทึกเป็นสำคัญ เช่น ข้อบกพร่องเล็กน้อย อาจมีความสำคัญมาก เนื่องจากเกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์ในส่วนของผู้บริหาร ผู้วิจัยจึงจะใช้ข้อมูลที่บันทึกอยู่ในบันทึกข้อบกพร่องโดยตรง

ส่วนที่ 2 ของบทความกล่าวถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 กล่าวถึงภาพรวมของกรอบงาน ส่วนที่ 4 แสดงขั้นตอนการจำแนกระดับความรุนแรง ส่วนที่ 5 แสดงขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง ส่วนที่ 6 เป็นบทสรุป

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์

ข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ คือ ความไม่สมบูรณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ อันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์นั้นไม่ตรงตามข้อกำหนดความต้องการ ทำงานไม่ถูกต้อง หรือมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น IEEE Std 1044: IEEE Standard Classification for Software Anomalies [3] ได้กำหนดระดับความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Defect Severity) ไว้ 5 ระดับ เรียงจากความรุนแรงมากสุดไปน้อยสุด คือ Blocking, Critical, Major, Minor และ Inconsequential และกำหนดระดับความสำคัญของข้อบกพร่อง (Defect Priority) ไว้ 3 ระดับ คือ High, Medium, และ Low ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้สามารถนำไปใช้จัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขข้อบกพร่องได้

2.2 การเตรียมเอกสาร และการจำแนกเอกสาร

การเตรียมเอกสาร (Text Processing) เป็นขั้นตอนสำคัญหนึ่งในการจำแนกเอกสารที่เป็นข้อความ (Text Classification) ประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย คือ การคัดเลือกข้อมูล การกลั่นกรองข้อมูล และการแปลงรูปแบบข้อมูล [4] ขั้นตอนเริ่มจากการวิเคราะห์คำ (Lexical Analysis) โดยใช้ช่องว่าง และเครื่องหมายต่าง ๆ เป็นต้น ทำการตัดคำที่ไม่สำคัญ (Stop Words) ในเอกสาร เพื่อลดความผิดพลาดในการจำแนกความคล้ายกันของเอกสาร และทำการจัดกลุ่มคำนาม (Noun Grouping) โดยการนำคำมาผสมกันเพื่อสร้างคำที่เฉพาะเจาะจง จากนั้นทำคำที่ยังไม่เป็นรากศัพท์ให้เป็นรากศัพท์ (Stemming) เมื่อสกัดคำที่ปรากฏในเอกสารได้แล้วจะทำการวิเคราะห์ความสำคัญของคำ แต่เนื่องจากคำบางคำที่ปรากฏในหลาย ๆ เอกสารอาจเป็นคำที่ไม่มีนัยสำคัญ จึงทำการหาค่าน้ำหนักคำที่

ปรากฏในเอกสารคือค่า Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) เพื่อนำไปใช้สร้างเวกเตอร์ตัวแทนเอกสาร

การจำแนกเอกสาร คือ การแบ่งกลุ่มเอกสารตามข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในเอกสาร โดยกำหนดกลุ่มของเอกสารไว้ก่อน แล้วเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของเวกเตอร์ตัวแทนเอกสารต้นแบบในแต่ละกลุ่มกับเวกเตอร์ตัวแทนเอกสารที่ต้องการจัดกลุ่ม เช่น ใช้การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันเชิงมุม (Cosine Similarity) [4] ในปัจจุบันมีวิธีในการจำแนกหลายวิธี เช่น Naïve Bayes, k-NN, Decision Tree, Neural Network และ Support Vector Machines.

2.3 การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจ [5] AHP เป็นกระบวนการที่ใช้ในการตัดสินใจข้อมูลที่ใช้หลายปัจจัยในการตัดสินใจ เช่น การเลือกซื้อรถยนต์ สามารถเลือกซื้อได้จากปัจจัยทางด้านรูปร่าง ราคา และพลังงานที่ใช้ เป็นต้น

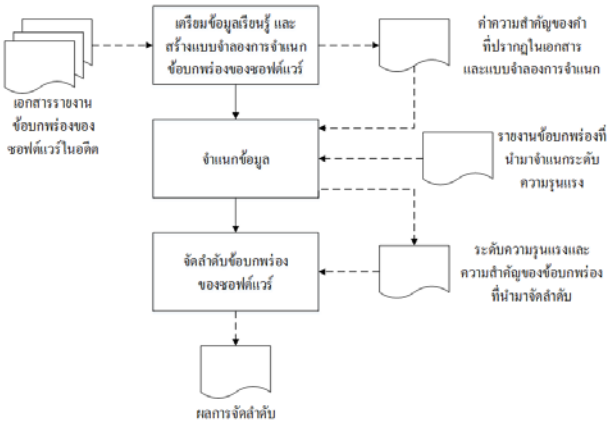
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยหลายงานใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อความในการจัดการกับข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ ตัวอย่างเช่น Menzies และ Marcus [2] ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อความ และการเรียนรู้ของเครื่องด้วย RIPPER Rule Learner กับข้อมูลจากบันทึกข้อบกพร่องในอดีตของโครงการของนาซ่าเพื่อช่วยนักทดสอบซอฟต์แวร์ในการระบุระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องที่พบ Malhotra และคณะ [6] เสนองานที่ใกล้เคียงกับ [2] คือทำการระบุระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องจากข้อมูลโครงการนาซ่าเช่นกัน แต่ใช้การเรียนรู้โดย Support Vector Machine แทน งานวิจัยทั้งสองกำหนดระดับความรุนแรงให้กับข้อบกพร่อง แต่ยังไม่ได้พิจารณาว่าข้อบกพร่องใดควรได้รับการจัดการก่อนหลัง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำแนวทางจากงานวิจัยเหล่านี้มาใช้ในกรอบงานแต่ครอบคลุมไปถึงการจัดลำดับข้อบกพร่องด้วย โดยงานวิจัยของ Kaushik และคณะ [1] ได้ให้แนวทางในการจัดลำดับไว้โดยพิจารณาได้จากหลายปัจจัย เช่น ระดับความรุนแรง ระดับความสำคัญ ต้นทุนและเวลาในการแก้ไข ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น ความพร้อมด้านทรัพยากร เป็นต้น ส่วนงานวิจัยของ Tian และคณะ [7] ยึดระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องตามที่ผู้ใช้รายงานมา แต่ทำการจำแนกระดับความสำคัญของข้อบกพร่องแทน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำ AHP มาใช้ในการตัดสินใจ มีหลายงานเช่นกัน เช่น Ahmad และ Laplante [8] นำ AHP มาใช้ในการเลือกเครื่องมือจัดการโครงการซอฟต์แวร์เมื่อมีปัจจัยหรือฟีเจอร์ที่ต้องพิจารณาหลายอย่าง เช่น การจัดตารางงาน การจัดการทรัพยากร การทำงานร่วมกันในโครงการ เป็นต้น

3. ภาพรวมของกรอบงาน

ทีมผู้ดูแลซอฟต์แวร์ที่มีรายงานการพบข้อบกพร่องสามารถใช้แนวทางของกรอบงานการจำแนกระดับความรุนแรง และการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องในการช่วยจัดการกับข้อบกพร่อง โดยภาพรวมของกรอบงานเป็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ภาพรวมของกรอบงาน

กรอบงานแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือการจำแนกระดับความรุนแรง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเรียนรู้ และสร้างแบบจำลองการจำแนกข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ และการจำแนกระดับความรุนแรงจากเอกสารบันทึกข้อบกพร่อง ส่วนที่สองคือขั้นตอนการจัดลำดับข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ รายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 4 และ 5

4. การจำแนกระดับความรุนแรงของข้อบกพร่อง

ขั้นตอนของการจำแนกระดับความรุนแรงมีดังนี้

4.1 การเตรียมข้อมูลเรียนรู้ และสร้างแบบจำลองการจำแนกข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมข้อมูลเรียนรู้ (Training Set) โดยใช้ข้อมูลอย่างน้อย 1,000 รายการจากบันทึกข้อบกพร่องในอดีตของซอฟต์แวร์ ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลบันทึกข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์จาก www.bugzilla.org [9] เป็นตัวอย่าง ดังตารางที่ 1 (แต่เนื่องจากระดับความรุนแรงที่ระบุใน Bugzilla มี 7 ระดับ คือ Blocker, Critical, Major, Normal, Minor, Trivial และ Enhancement เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับมาตรฐาน IEEE 1044 ซึ่งกำหนดไว้ 5 ระดับ ตามที่กล่าวในหัวข้อที่ 2.1 ได้ ผู้วิจัยจึงพิจารณาระดับ Normal กับ Minor ของ Bugzilla ว่าเทียบเคียงได้กับ Minor ของ IEEE 1044 และไม่พิจารณาระดับ Enhancement ของ Bugzilla) ขั้นตอนย่อยมีดังนี้

ตารางที่ 1: ตัวอย่างข้อมูลบันทึกข้อบกพร่องใน Bugzilla [9]

Issue ID	…	Summary	Severity	Priority
83444	…	Attaching eventlistener cause Writer to hang	Blocker	Medium
63480	…	Impress: manually set colours overridden by 'auto' colours on other machines	Trivial	Low
63320	…	EDITING: Snap to grid does not work	Minor	High

4.1.1 การเตรียมข้อมูลเรียนรู้

ข้อความ Summary ในบันทึกข้อบกพร่องจะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมเอกสารในหัวข้อที่ 2.2 เพื่อให้ได้เวกเตอร์ตัวแทนเอกสารข้อบกพร่องที่เป็นข้อมูลเรียนรู้ ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเรียนรู้ 1,571 รายการ จากโครงการซอฟต์แวร์ RapidMiner ใน www.bugzilla.org

4.1.2 การสร้างแบบจำลองการจำแนก

เนื่องจากมีเทคนิคการจำแนกข้อมูลหลายแบบ กรอบงานจึงเสนอการสร้างแบบจำลองการจำแนกโดยใช้หลายวิธีเพื่อดูประสิทธิภาพว่า แบบจำลองใดเหมาะกับข้อมูลข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์นั้น ๆ ในที่นี้ผู้วิจัยสร้างแบบจำลองการจำแนกโดยใช้ข้อมูลข้อบกพร่องที่เป็นข้อมูลเรียนรู้ ด้วยวิธี Naïve Bayes, k-NN และ Support Vector Machines และใช้เครื่องมือ RapidMiner Studio 6.3.000 [10] ในการสร้าง

4.1.3 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

ในการเรียนรู้ จะมีการประเมินประสิทธิภาพด้วยการทำ Cross Validation ซึ่งเป็นการแบ่งข้อมูลเรียนรู้เป็นส่วน ๆ หมุนเวียนกันไปเป็นข้อมูลทดสอบด้วย เพื่อทำการประมาณคุณภาพของแบบจำลองที่จะใช้จำแนกข้อมูล ในที่นี้ใช้การประเมินแบบ 10-Fold Cross Validation ผลที่ได้คือ เมื่อทำการเรียนรู้โดยใช้ Naïve Bayes จะได้ผลการประเมิน Accuracy เป็น 57.49% เมื่อทำการเรียนรู้โดยใช้ k-NN โดยกำหนด k ให้เท่ากับ 3 และ 5 จะได้ค่า Accuracy ของทั้งสองกรณีเป็น 74.47% และ 76.78% ตามลำดับ และเมื่อทำการเรียนรู้โดยใช้ Support Vector Machines จะได้ค่า Accuracy เป็น 80.39%

4.2 การจำแนกระดับความรุนแรง

ผู้ดูแลซอฟต์แวร์สามารถเลือกใช้แบบจำลองการจำแนกระดับความรุนแรงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์นั้น ๆ ในการทำนายระดับความรุนแรงให้กับข้อบกพร่องที่ได้รับรายงานมาใหม่ (Test Data) ในที่นี้ใช้ข้อมูลทดสอบจำนวน 5 รายการ โดยตัวอย่างข้อบกพร่องที่ได้รับการจำแนกโดยใช้แบบจำลองของ Support Vector Machines เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างผลการจำแนกระดับความรุนแรง

Issue ID	Summary	Prediction	Confidence
125532	Http proxy is not working (even without authentication)	minor	0.6
120415	Crash after apply gradient to a square shape	critical	0.4
121146	SVG Export as PDF has Opacity Error	major	0.4
123617	[SVG] flags in elliptic arc path data are not parsed correctly	minor	1
63720	Allow user to resize a graphic around its center by dragging	trivial	0.8

5. การจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง

ขั้นตอนการประเมินความสำคัญของข้อบกพร่องเพื่อใช้จัดลำดับการแก้ไข โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ หรือ AHP มีดังนี้

5.1 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

เกณฑ์การตัดสินใจที่กรอบงานใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องมี 2 เกณฑ์ คือ ระดับความรุนแรงที่ได้จากการจำแนกในหัวข้อที่ 4.2 และ ระดับความสำคัญที่ผู้บันทึกเอกสารข้อบกพร่องระบุ (สำหรับเกณฑ์อื่นที่เสนอโดยงานวิจัย [1] ตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.4 นั้น เป็นข้อมูลที่หากมีการบันทึกไว้ก็สามารถนำมาใช้พิจารณาได้ แต่เนื่องจากไม่มีใน Bugzilla จึงไม่ได้ใช้พิจารณาในที่นี้) ในขั้นตอนแรกนี้จะเป็นการหาค่าน้ำหนักซึ่งแสดงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจก่อน แต่เนื่องจากในกรอบงานใช้เกณฑ์การตัดสินใจเพียง 2 เกณฑ์ ค่าน้ำหนักของทั้งสองเกณฑ์จึงเท่ากันคือ 0.5

5.2 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกตามเกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกโดยการเปรียบเทียบว่า ทางเลือกใดเด่นมากน้อยกว่ากันในมุมมองของเกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ ซึ่งทางเลือกในที่นี้คือข้อบกพร่องแต่ละรายการที่ต้องการเลือกมาแก้ไข ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการหาว่าข้อบกพร่องใดเด่นมากน้อยกว่ากันในมุมมองของระดับความรุนแรง และข้อบกพร่องใดเด่นมากน้อยกว่ากันในมุมมองของระดับความสำคัญ

กรอบงานได้เสนอเครื่องมือช่วยคำนวณโดยสร้างเมตริกซ์เปรียบเทียบทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการเปรียบเทียบข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงที่ได้จากการจำแนก ดังนั้นหากกำหนดให้ระดับความรุนแรง 5 ระดับของ IEEE 1044 คือ Inconsequential–Blocking เทียบได้กับค่าตัวเลข 1-5 ดังนั้นแต่ละเอลิเมนต์ของเมตริกซ์จะมีค่าเป็นไปตามค่าที่กำหนดตามตารางที่ 3 ซึ่งเป็นค่าผลต่างระหว่างระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องในแถวกับข้อบกพร่องในสดมภ์ (สำหรับการเปรียบเทียบทางเลือก ตามเกณฑ์ระดับความสำคัญ 3 ระดับ จาก Low-High ซึ่งเทียบได้กับค่าตัวเลข 1-3 แต่ละเอลิเมนต์ของเมตริกซ์ที่สร้างจะมีค่าเป็นไปตามค่าที่กำหนดตามตารางที่ 4 ซึ่งเป็นค่าผลต่างระหว่างระดับความสำคัญของข้อบกพร่องในแถวกับข้อบกพร่องในสดมภ์เช่นกัน)

ตารางที่ 3: ค่าเอลิเมนต์สำหรับเมตริกซ์เปรียบเทียบข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรง

ผลต่างของระดับความรุนแรง	ค่าเอลิเมนต์	ผลต่างของระดับความรุนแรง	ค่าเอลิเมนต์
-4	1/9	4	9
-3	1/7	3	7
-2	1/5	2	5
-1	1/3	1	3
		0	1

ตารางที่ 4: ค่าเอลิเมนต์สำหรับเมตริกซ์เปรียบเทียบข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความสำคัญ

ผลต่างของระดับความสำคัญ	ค่าเอลิเมนต์	ผลต่างของระดับความสำคัญ	ค่าเอลิเมนต์
-2	1/9	2	9
-1	1/5	1	5
		0	1

ดังนั้นสำหรับข้อมูลข้อบกพร่อง 5 รายการในตารางที่ 2 ซึ่งต้องการจัดลำดับความสำคัญ จะได้ค่าเอลิเมนต์ในเมตริกซ์เปรียบเทียบข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรง และผลรวม ดังตารางที่ 5 ตัวอย่างเช่น Issue ID 125532 และ 120415 มีระดับความรุนแรงเป็น Minor (2) และ Critical (4) ตามลำดับ ผลต่างระหว่างระดับความรุนแรงของแถว 125532 กับสดมภ์ 120415 มีค่าเป็น -2 จึงทำให้ค่าเอลิเมนต์เป็น 1/5

ตารางที่ 5: ตัวอย่างเมตริกซ์เปรียบเทียบข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรง

Issue ID	125532	120415	121146	123617	63720
125532	1	1/5	1/3	1	3
120415	5	1	3	5	7
121146	3	1/3	1	3	5
123617	1	1/5	1/3	1	3
63720	1/3	1/7	1/5	1/3	1
Sum	10.33	1.88	4.87	10.33	19.00

จากนั้นปรับค่าเอลิเมนต์ให้มีผลรวมในแต่ละสดมภ์เป็น 1 แล้วหาค่าน้ำหนักของแต่ละข้อบกพร่อง โดยการหาผลรวมของแต่ละแถวแล้วหารด้วยจำนวนเกณฑ์ (คือ 2) ดังตารางที่ 6 ดังนั้น Issue ID 120415 เด่นที่สุดตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงด้วยค่าน้ำหนัก 0.5 สำหรับเกณฑ์ระดับความสำคัญ การคำนวณทำในลักษณะเดียวกัน (ขอละไว้) หากทั้ง 5 ข้อบกพร่องมีระดับความสำคัญที่บันทึกไว้ในบันทึกข้อบกพร่องเป็น 2, 3, 2, 3 และ 1 จะได้ค่าน้ำหนักของ 5 ข้อบกพร่องนี้เป็น 0.13, 0.34, 0.13, 0.34 และ 0.05 ตามลำดับ

ตารางที่ 6: ตัวอย่างการหาค่าน้ำหนักของข้อบกพร่อง ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรง

Issue ID	125532	120415	121146	123617	63720	Weight (Sum /2)
125532	0.10	0.11	0.07	0.10	0.16	0.11
120415	0.48	0.53	0.62	0.48	0.37	0.50
121146	0.29	0.18	0.21	0.29	0.26	0.24
123617	0.10	0.11	0.07	0.10	0.16	0.11
63720	0.03	0.08	0.04	0.03	0.05	0.47
Sum	1	1	1	1	1	1

5.3 การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

การคำนวณค่าความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือกหรือข้อบกพร่อง ทำได้โดยหาผลรวมของผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักของข้อบกพร่องนั้นตามแต่ละเกณฑ์กับค่าน้ำหนักของเกณฑ์นั้น ดังนั้นจะได้ค่าความสำคัญรวมของแต่ละ Issue ID ดังนี้

125532= (0.11*0.50) + (0.13*0.50) = 0.120
120415= (0.50*0.50) + (0.34*0.50) = 0.42
121146 = (0.24*0.50) + (0.13*0.50) = 0.185
123617= (0.11*0.50) + (0.34*0.50) = 0.225
63720= (0.47*0.50) + (0.05*0.50) = 0.26

ดังนั้นสามารถเรียงลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องจากมากไปน้อย เพื่อใช้พิจารณาลำดับการแก้ไข ได้เป็น 120415, 63720, 123617, 121146 และ 125532

6. สรุป

กรอบงานที่เสนอเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำแนกเอกสาร การเรียนรู้ของเครื่อง และการจัดลำดับความสำคัญสำหรับช่วยในการจำแนกระดับความรุนแรง และจัดลำดับในการจัดการข้อบกพร่อง ซึ่งทีมผู้ดูแลซอฟต์แวร์สามารถนำไปปฏิบัติในระหว่างการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไป และข้อมูลที่อยู่ในบันทึกข้อบกพร่องเปลี่ยนแปลงไป ควรทำการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมใหม่ จากการทดลอง ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า ข้อมูลจาก Bugzilla ที่นำมาใช้ทดสอบกรอบงานนั้นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์โดยเฉพาะที่มีการใช้งานไปแล้ว มักมีข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงต่ำเป็นส่วนใหญ่ เช่น อยู่ในระดับ Minor เป็นจำนวนมาก จึงอาจเกิดความไม่สมดุลของชุดข้อมูลเรียนรู้ ผู้วิจัยมีแนวทางในการปรับปรุงกรอบงานในอนาคตโดยจะนำวิธีการจำแนกเพื่อจัดการความไม่สมดุลของชุดข้อมูลมาใช้ร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] N. Kaushik, M. Amoui, L. Tahvildari, W. Liu, and S. Li, “Defect prioritization in the software industry: challenges and opportunities,” *IEEE Sixth Int. Conf. Software Testing, Verification and Validation*, pp. 70-73, 2013.

[2] T. Menzies and A. Marcus, “Automated severity assessment of software defect report,” *IEEE Int. Conf. Software Maintenance*, pp. 346-355, 2008.

[3] IEEE, *IEEE Std 1044-1993 IEEE Standard Classification for Software Anomalies*, 2009.

[4] G. Salton and M. J. McGill, *Introduction to Modern Information Retrieval*, McGraw-Hill Publishing Company, 1983.

[5] T. L. Saaty, “Decision making with the analytic hierarchy process,” *Int. J. Services Science*, vol. 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.

[6] R. Malhotra, N. Kapoor, R. Jain, and S. Biyani, “Severity assessment of software defect reports using text classification,” *Int. J. Computer Applications*, pp. 13-16, 2013.

[7] Y. Tian, D. Lo, and C. Sun, "DRONE: Predicting priority of reported bugs by multi-factor analysis," *IEEE Int. Conf. Software Maintenance*, pp. 202-209, 2013.

[8] N. Ahmad and P. A. Laplante, "Software project management tools: making a practical decision using AHP," *Software Engineering Workshop*, pp. 76-84, 2006.

[9] Bugzilla, Available: https://www.bugzilla.org, March 2015.

[10] RapidMiner, Available: https://rapidminer.com, Feb 2015.

การศึกษาพฤติกรรม และความคิดเห็นของนักศึกษาปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษา ต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊ค

The Behavior and Attitude of Internship Student on Collaborative Learning Management via Social Network: Facebook

พงศ์ธนัช แซ่จู (Phongthanat Sae-Joo)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งได้สำรวจพฤติกรรมการใช้งานเฟสบุ๊ค และความคิดเห็นของนักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษาชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษา 1 และ 2 ในภาคการศึกษาต้น และปลายตามลำดับ ปีการศึกษา 2556 หลังจากที่นักศึกษาได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน โดยผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊ค โดยผลการสำรวจได้ค้นพบว่า จำนวนนักศึกษาทั้งหมด 45 คน ใช้งานเฟสบุ๊ค 4-6 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 4 คน อีก 41 คนใช้ทุกวัน การใช้งาน 4-6 ชั่วโมงต่อวันจำนวน 18 คน อีก 17 คนใช้งานมากกว่า 6 ชั่วโมง มีเพียง 10 คนเท่านั้นที่ใช้งานน้อยกว่านี้ เกือบทั้งหมดใช้งานเฟสบุ๊คด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ มีเพียงไม่ถึงครึ่งที่ใช้งานด้วยอุปกรณ์แท็บเล็ต วัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อติดต่อสื่อสารในกลุ่มเพื่อนมากที่สุด รองลงมาคือเพื่อความบันเทิง ให้ทันกระแส และเพื่องานธุรกิจ ค้าขาย อื่น ๆ และหาเพื่อนใหม่ตามลำดับ เกือบทั้งหมดใช้เฟสบุ๊คเพื่อสนับสนุนการฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา และสร้างกลุ่มเฟสบุ๊คในรายวิชาที่รับผิดชอบ ส่วนกิจกรรมในกลุ่มเฟสบุ๊คที่มากที่สุดได้แก่การประกาศข่าวสาร และการแชร์หรือแบ่งปันข้อมูลต่าง ๆ รองลงมาคือการตั้งข้อคำถาม หรือแบบสอบถาม ผลของความคิดเห็นด้านการใช้งานเฟสบุ๊คทั่วไป คือ ผู้ใช้คิดว่าเฟสบุ๊คเป็นระบบที่มีอุปกรณ์รองรับการเข้าถึงได้มาก เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น มากที่สุดคือ $\bar{x}$ = 4.89, S.D.= 0.32 น้อยที่สุดคือเฟสบุ๊คมีเกมส์ และสื่อบันเทิงที่ช่วยให้ผ่อนคลายได้มากขึ้น $\bar{x}$ = 4.10, S.D.= 0.80 ด้านการใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อการศึกษาทั่วไป ผู้ใช้คิดว่า เฟสบุ๊คทำให้ได้รับข่าวสารของกลุ่มวิชาเรียนได้เป็นอย่างดีในระดับมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.70, S.D.= 0.60 น้อยที่สุดคือเฟสบุ๊คเป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการนำเสนอ และแสดงความคิดเห็นได้ดี $\bar{x}$ = 4.34, S.D.= 0.87 และด้านการใช้เฟสบุ๊คเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้ใช้คิดว่าเฟสบุ๊คเป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารในกลุ่มผู้เรียนสำหรับกิจกรรมกลุ่มได้มากขึ้นในระดับมากที่สุด $\bar{x}$ = 4.64, S.D.= 0.70 น้อยที่สุดคือ เฟสบุ๊คเป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นอย่างดี $\bar{x}$ = 4.28, S.D.= 0.89

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบร่วมมือ สังคมเครือข่าย เฟสบุ๊ค

Abstract

This survey research was implemented by questionnaire to investigate Facebook usage behavior and attitude of internship students, faculty of Education, Khon Kaen University toward collaborative learning management via social network: Facebook in 2013 academic year. The survey findings were 45 internship students. Facebook were used 4-6 days a week by 4 students while 41 students used daily. 18 students used Facebook 4-6 hours per day and 17 students did longer than 6 hours but 10 students did lesser. Nearly all students used Facebook with personal computer, smart phone but less than 50% used with tablet. The purposes of Facebook usage mostly were to communicate among friends and to entertain, to up to date, to trade and to find new friends respectively. Almost students used Facebook to enhance internship activities and created Facebook group for subject implementation. The top activities in Facebook group were to inform news, to share information and to inquiry help and questions

respectively. For the attitude of students toward Facebook usage, "Facebook had the most supporting device such as PC" was highest level $\bar{x}$ *= 4.8, S.D.= 0.32, but "Facebook had game and entertain was lowest level"* $\bar{x}$ *= 4.10, S.D.= 0.80.*

Keywords: Collaborative Learning, Social Network, Facebook.

1. บทนำ

การเรียนการสอน (Instruction) ถือได้ว่าเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลง ไปตามยุค ตามสมัย จึงทำให้มีรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยให้เราสามารถสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อช่วยให้การพัฒนา และการจัดการระบบการเรียนการสอน หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีมากยิ่งขึ้น [1]

การเรียนการสอนที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเข้ามาช่วยสนับสนุน จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยเฉพาะในปัจจุบันมีการประยุกต์และพัฒนาบทเรียนออนไลน์ รวมไปถึงการนำบทเรียนขึ้นสู่การสื่อสารบนเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง[2] กานดาได้นำเสนอการใช้เฟซบุ๊กเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเพื่อการเรียนการสอน โดยมีหัวข้อนำเสนอได้แก่ การสร้างกลุ่ม การสร้างเอกสารในกลุ่ม การโพสต์ไปทั้งที่เพจตนเอง และกลุ่มพร้อมกัน การจัดการข้อมูลในกลุ่ม การตั้งค่าต่าง ๆ เกี่ยวกับกลุ่ม การเก็บและดูสถานะหรือรูปภาพที่ชอบหรือต้องการกลับมาดูอีก การจัดการอีเมล์แจ้งให้ทราบจากเฟซบุ๊ก รวมไปถึงตัวอย่างและประสบการณ์การใช้เฟซบุ๊กเพื่อการเรียนการสอนและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊คของนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊ค

2. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊ค

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Brufee กล่าวว่า ชื่อเรียก Collaborative learning มักจะใช้ในการสอนในระดับอุดมศึกษา (high education) ครูจะมีบทบาทน้อยมากเมื่อเทียบกับการสอบแบบเดิมที่ครูเป็นผู้เชี่ยวชาญในชั้นเรียน และมากกว่าคู่ (Peers) ของนักเรียน ในระดับความรู้ในวิทยาลัย จะเป็นการใช้คำถามที่ไม่แน่ชัด และมีคำตอบที่คลุมเครือ เพื่อพัฒนาให้มีการตัดสินหาคำตอบนั้น ส่วน cooperative learning จะมีความเกี่ยวข้องกับครูมากกว่า ทั้งนี้จะพบว่ามีการใช้การเรียนรู้แบบ cooperative learning ในการศึกษาระดับอนุบาล – มัธยม [3]

การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้มีความหมายเพียงว่า มีการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้วให้ทำงานและบอกผู้เรียนให้ช่วยกันทำงานเท่านั้น การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการดังนี้ [4]

1. การพึงพาและเกื้อกูลกัน (Positive interdependence)
2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (face-to-face promotive interaction)
3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (individual accountability)
4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills)
5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing)

Cecez-Kecmanovic and Webb ทำการศึกษา เรื่องเกี่ยวกับรูปแบบการสื่อสารของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านเว็บ โดยงานวิจัยนี้ได้รายงานผลการวิจัยที่ได้สำรวจการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยผ่านสื่อการเรียนรู้จากเว็บ เสมือนกระบวนการติดต่อสื่อสารทางสังคม โดยรูปแบบการติดต่อสื่อสารของการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ได้ถูกนำเสนอเพื่อช่วยให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์และปรับปรุงการปฏิบัติของการเรียนรู้แบบร่วมมือได้เป็นอย่างดี รูปแบบนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือหรือระเบียนวิธีปฏิบัติในการใช้เว็บเป็นสื่อในการเรียนรู้แบบร่วมมือ [5]

Amy L. ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการใช้การติดต่อสื่อสารทางสังคมในระบบการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบอัจฉริยะ การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของผู้เรียนเป็นกลุ่มจะช่วย

ให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถถามคำถาม อธิบายและตัดสินความคิดเห็น เชื่อมโยงเหตุผล และสะท้อนผลที่ละเอียดอ่อนต่อความรู้ตนเอง อย่างไรก็ตามผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ก็ต้องมีการเข้าร่วมกิจกรรม และทำงานเป็นทีม งานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ได้ออกแบบเพื่อช่วยให้ระบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีความอัจฉริยะได้กำหนดและมุ่งเป้าหมายไปที่ปัญหาการติดต่อสื่อสาร รูปแบบการเรียนรู้ได้อธิบายศักยภาพที่ชี้ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีประสิทธิภาพและสำหรับตัวชี้วัดแต่ละด้าน ได้ชี้แนะกลยุทธ์สำหรับการปรับปรุงการติดต่อสื่อสาร รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ช่วยให้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ 2 ส่วนคือการกำหนดคำสั่งอัตโนมัติ และการช่วยการวิเคราะห์บทสนทนาและกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ การประเมินเครื่องมือเหล่านี้ช่วยยืนยันได้ว่าการทำงานเป็นทีมในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องประกอบด้วย การมีส่วนร่วมที่ดีของสมาชิกกลุ่ม การดำเนินการเรื่องทักษะการติดต่อสื่อสารที่ใช้ในกลุ่มสมาชิกจะช่วยสนับสนุนให้ทุกคนสามารถช่วยเหลือกันซึ่งจะถูกเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าการติดต่อสื่อสารของผู้เรียนอย่างมีโครงสร้างของความรู้ระดับสูง อาจจะเพียงพอต่อการวัดประเมินของการติดต่อสื่อสารขอกลุ่ม ดังนั้นความเป็นไปได้ของระบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีความอัจฉริยะนี้ก็สามารถส่งเสริม และสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มได้เช่นกัน [6]

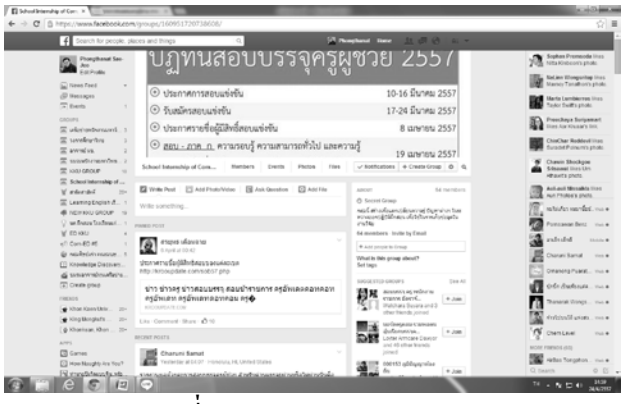
การประยุกต์ใช้เฟสบุ๊คเป็นทางเลือกสำหรับการจัดการชั้นเรียน ก็เป็นอีกหนทางหนึ่งที่สามารถจัดการได้[7] Matthew & Marilyn ได้จัดสร้างกลุ่มเฟสบุ๊คขึ้นเพื่อเป็นหน้ากระดานสำหรับการส่งข่าวสารติดต่อระหว่างผู้สอนและผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นช่องทางการกำหนดคำสั่งการบ้านต่าง ๆ ด้วย

Reynol ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการใช้ Facebook การเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ใน Facebook และการเข้าร่วมเรียนรู้ของผู้เรียนผ่าน Facebook โดยนักการศึกษามีความสนใจในผลกระทบของสื่อทางสังคมต่อนักศึกษาในระดับวิทยาลัย จึงได้มุ่งเน้นไปที่การใช้เว็บไซต์สังคมเครือข่ายที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ Facebook เคยมีงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งาน Facebook และการเข้าใช้เพื่อการเรียนรู้ ซึ่งผลจะเป็นไปในทางบวก อย่างไรก็ดี การศึกษานี้มีข้อจำกัดด้วยการประเมินผลการใช้ Facebook และวิธีการวัดผลด้านการเรียนรู้ของนักศึกษาด้วย งานวิจัยนี้ได้สำรวจตัวอย่างเป็นนักศึกษา 2368 คน การเข้าร่วมเรียนรู้มีการวัดประเมินใน 3 ด้าน แบ่งเป็น 19 คำถามตามลักษณะของการสำรวจเกี่ยวกับการเรียนแห่งชาติ เกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการเตรียมตัวสำหรับห้องเรียน และการใช้เวลาในการร่วมกิจกรมในหลักสูตรและผลการวิจัยพบว่าการใช้ Facebook เป็นผลด้านลบในการการทำนายผลคะแนนในการเรียน และเป็นด้านบวกในการทำนายเกี่ยวกับการใช้เวลาในกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ยิ่งไปกว่านั้น บางกิจกรรมใน Facebook ยังเป็นผลด้านบวกในการทำนายตัวแปรตามต่าง ๆ ในขณะที่กิจกรรมอื่น ๆ เป็นลบ [8]

สังคมเครือข่ายเฟสบุ๊คสามารถสนับสนุนการออกแบบการเรียนการสอน และการวัดประเมินผลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เพื่อการนำเสนอหัวข้อหรือประเด็นต่าง ๆ ในกลุ่มสมาชิก วัตถุประสงค์ของการจัดสร้างกลุ่มเฟสบุ๊คคือเพื่อใช้เป็นช่องทางเลือกที่จะส่งข่าวสารกันระหว่างกลุ่มสมาชิก แต่ไม่ได้เป็นช่องทางหลักสำหรับการนำเสนอเนื้อหาวิชาการต่าง ๆ [9]

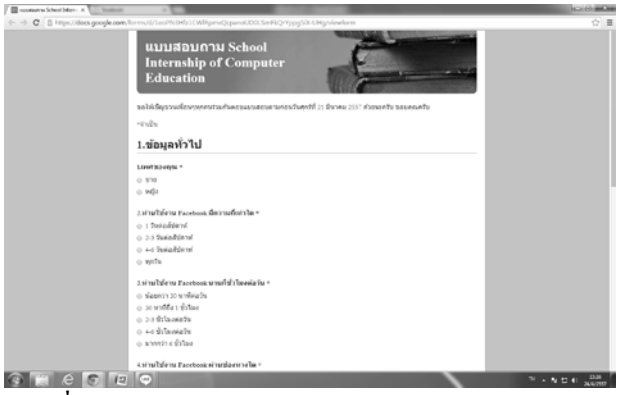
3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพฤติกรรมและความคิดเห็นของนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊ค โดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาดังกล่าวได้จัดตั้งกลุ่มเฟสบุ๊คเพื่อใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์และนักศึกษา และระหว่างกลุ่มนักศึกษาด้วยกันภายใต้ชื่อกลุ่ม School Internship of Computer Education 2013” ดังแสดงในภาพที่ 1

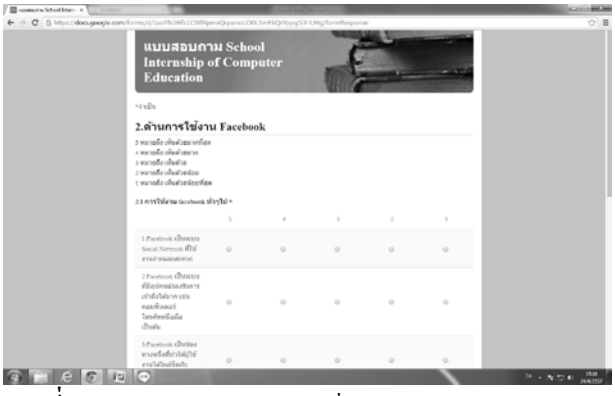


ภาพที่ 1: แสดงหน้าเพจของกลุ่มเฟสบุ๊ค

อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาได้จัดทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยผ่านสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊คในสองลักษณะ คือสำรวจพฤติกรรมการใช้งานเฟสบุ๊คของนักศึกษา และความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยสังคมเครือข่ายเฟสบุ๊คโดยใช้แอพพลิเคชั่น Google Form โดยได้สอบถามนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาทั้ง 45 คน ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 2: แสดงหน้าจอการสำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานเฟสบุ๊ค



ภาพที่ 3: แสดงหน้าจอแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เฟสบุ๊ค

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้เฟสบุ๊ค และความคิดเห็นของนักศึกษาปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เฟสบุ๊คซึ่งได้แสดงผลในตารางต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1: จำนวนนักศึกษาปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษา สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา ปีการศึกษา 2556

จำนวน	จำนวน		ร้อยละ	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
45	22	23	48.89	51.11

ตารางที่ 2: จำนวนวันการใช้งานเฟสบุ๊คต่อสัปดาห์ของนักศึกษา

รายการ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
1 วันต่อสัปดาห์	**0**	**0**
2-3 วันต่อสัปดาห์	**0**	**0**
4-6 วันต่อสัปดาห์	**4**	**8.88**
ทุกวัน	**41**	**91.12**

ตารางที่ 3: จำนวนชั่วโมงการใช้งานเฟสบุ๊คต่อวันของนักศึกษา

รายการ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
น้อยกว่า 30 นาทีต่อวัน	**1**	**2.22**
30 นาทีถึง 1 ชั่วโมงต่อวัน	**3**	**6.67**
2-3 ชั่วโมงต่อวัน	**6**	**13.33**
4-6 ชั่วโมงต่อวัน	**18**	**40.00**
มากกว่า 6 ชั่วโมง	**17**	**37.78**

ตารางที่ 4: ช่องทางการใช้งานเฟสบุ๊คของนักศึกษา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

รายการ	**จำนวน**
เครื่องคอมพิวเตอร์	**41**
โทรศัพท์มือถือ	**38**
แท็บเล็ต	**15**
อื่น ๆ	**0**

ตารางที่ 5: วัตถุประสงค์การใช้งานเฟสบุ๊คของนักศึกษา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

รายการ	**จำนวน**
ติดต่อสื่อสารในกลุ่มเพื่อน	**42**
ต้องการหาเพื่อนใหม่	**3**
เพื่อความบันเทิงต่าง ๆ	**31**
เพื่อให้ทันกระแส	**15**
เพื่อใช้ในงานธุรกิจ ค้าขาย	**12**
อื่น ๆ	**7**

ตารางที่ 6: การใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อสนับสนุนการฝึกสอน และสร้างกลุ่มในรายวิชาที่รับผิดชอบของนักศึกษา

รายการ	ตอบ	จำนวน	ร้อยละ
ใช้เฟสบุ๊คเพื่อสนับสนุนการฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา	**ใช้**	**43**	**95.56**
	ไม่ใช้	**2**	**4.44**
ได้สร้างกลุ่มเฟสบุ๊คในรายวิชาที่รับผิดชอบ	**สร้าง**	**42**	**93.33**
	ไม่สร้าง	**3**	**6.67**

ตารางที่ 7: กิจกรรมการใช้งานเฟสบุ๊คในกลุ่มของรายวิชาที่รับผิดชอบของนักศึกษา

รายการ	จำนวน
การประกาศข่าวสาร	**43**
การแชร์หรือแบ่งข้อมูลต่าง ๆ	**43**
การตั้งข้อคำถาม หรือแบบสอบถาม	**37**
อื่น ๆ	**9**

ตารางที่ 8: ความคิดของนักศึกษาต่อด้านการใช้งานเฟสบุ๊คทั่วไป

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.
1. Facebook เป็นระบบ Social Network ที่ใช้งานง่ายและสะดวก	4.77	0.42
2. Facebook เป็นระบบที่มีอุปกรณ์รองรับการเข้าถึงได้มาก เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น	4.89	0.32
3. Facebook เป็นช่องทางหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้งานได้ใกล้ชิดกับเพื่อนมากขึ้น	4.57	0.70
4. Facebook ทำให้ได้รับข่าวสาร ความเคลื่อนไหวของบุคคล และเหตการณ์ต่าง ๆ ที่เราสนใจเป็นอย่างดี	4.66	0.53
5. Facebook เป็นช่องทางการประชาสัมพันธ์สร้างภาพลักษณ์ของตัวเองและองค์กรได้ดี	4.57	0.50
6. Facebook มีเกมส์ และสื่อบันเทิงที่ช่วยให้ผ่อนคลายได้มากขึ้น	4.10	0.80
7. Facebook ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร เช่นโทรศัพท์ SMS MMS ได้มาก	4.72	0.59
8. Facebook สามารถทำให้เราได้แสดงรูปภาพหรือกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีและสะดวก	4.87	0.35

ตารางที่ 9: ความคิดของนักศึกษาต่อด้านการใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อการศึกษาทั่วไป

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.
1. Facebook เป็นระบบที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้	4.55	0.59
2. Facebook เป็นระบบที่สร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้	4.66	0.57
3. Facebook เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารในกลุ่มผู้เรียนได้มากขึ้น	4.66	0.57
4. Facebook ทำให้ได้รับข่าวสารของกลุ่มวิชาเรียนได้เป็นอย่างดี	4.70	0.60
5. Facebook เป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลให้กับผู้เรียนได้ดี	4.39	0.82
6. Facebook เป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการนำเสนอ และแสดงความคิดเห็นได้ดี	4.34	0.87

ตารางที่ 10: ความคิดของนักศึกษาต่อด้านการใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D.
1. Facebook เป็นระบบที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือได้	4.32	0.91
2. Facebook เป็นระบบที่สร้างความร่วมมือในกลุ่มผู้เรียนได้	4.32	0.93
3. Facebook เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารในกลุ่มผู้เรียนสำหรับกิจกรรมกลุ่มได้มากขึ้น	4.64	0.70
4. Facebook ทำให้ได้รับและแบ่งปันข่าวสารของกลุ่มวิชาเรียนได้เป็นอย่างดี	4.60	0.73
5. Facebook เป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ดี	4.28	0.89
6. Facebook เป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะการนำเสนอ และแสดงความคิดเห็นได้ดี	4.30	0.91

5. สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อการเพื่อสนับสนุนกิจกรรมกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงโอกาสในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้สังคมเครือข่ายเฟสบุ๊คเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และระหว่างกลุ่ม

ผู้เรียนด้วยกันเอง เนื่องจากเฟสบุ๊คเป็นสื่อที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน

ในหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นักศึกษาจะต้องออกไปปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษาต่าง ๆ ในปีการศึกษาสุดท้ายซึ่งอยู่ทั้งในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น ต่างอำเภอ และต่างจังหวัดเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ซึ่งในระหว่างนี้นักศึกษามีความจำเป็นมากในการที่จะต้องได้รับข่าวสาร ประกาศ และข้อมูลที่จำเป็นรวมถึงการติดต่อสอบถามปัญหา ประเด็นต่าง ๆ ระหว่างการฝึกปฏิบัติการสอน

ผู้วิจัยได้จัดตั้งกลุ่มเฟสบุ๊คเพื่อเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มนักศึกษาปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษา และหลังเสร็จสิ้นการฝึกปฏิบัติการสอน ผู้วิจัยได้สำรวจพฤติกรรม และความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เฟสบุ๊ค ซึ่งผลการสำรวจได้พบว่านักศึกษาใช้งานเฟสบุ๊คตลอดเวลาส่วนใหญ่ใช้งานเฟสบุ๊คทุกวัน และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อวันคือ 6 ชั่วโมงหรือมากกว่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงการใช้งานเฟสบุ๊คส่วนใหญ่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ และมือถือ วัตถุประสงค์หลักของการใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อติดต่อสื่อสารในกลุ่มเพื่อน

การใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อสนับสนุนการฝึกปฏิบัติงานสอนในสถานศึกษา กิจกรรมหลักที่ใช้คือการประกาศข่าวสาร และการแบ่งปันข้อมูลสำคัญ ๆ ต่าง ๆ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเฟสบุ๊คเป็นแอพพลิเคชั่นที่เข้าถึงได้ง่าย การใช้งานเฟสบุ๊คเพื่อการศึกษาส่วนใหญ่ใช้เพื่อรับและแจ้งข่าวสารต่าง ๆ ของกลุ่มวิชาที่เรียน และสุดท้ายนักศึกษามีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือผ่านการใช้งานเฟสบุ๊คคือสามารถใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารเพื่อส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าประโยชน์จากงานวิจัยนี้จะสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักการศึกษาต่าง ๆ เพื่อตระหนักถึงการประยุกต์ใช้งานแอพพลิเคชั่นของสังคมเครือข่ายในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ต่อไป และหวังว่านักการศึกษาจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนารูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ ต่อไป รวมถึงประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ทิศนา แขมมณี, “ศาสตร์การสอน” องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550 หน้า 9.

[2] กานดา รุณนะพงศา สายแก้ว, “การใช้เฟซบุ๊กเพื่อการเรียนการสอน” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

[3] Buffee, K.A, “Sharing our toys: Cooperative learning versus collaborative learning”. Change, 27(1), pp.12-18, 1995.

[4] Johnson, R.T., & Johnson, D.W, “Action research: Cooperative learning in the science classroom” Science and Children, 24, pp. 31-32, 1986.

[5] Cecez-Kecmanovic, D. and Webb, C, “Towards a Communicative Model of Collaborative Web-Mediated Learning”, University of Western Sydney, Hawkesbury

[6] Amy L. Soller, “Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System”, International Journal of Artificial Intelligence in Education Vol.12 pp.40-62, 2001.

[7] Matthew Loving & Marilyn Ochoa, “Facebook as a classroom management solotion”, New Library World, Emerald Group Publishing Limited, Vol.112 No.3/4pp.121-130, 2011.

[8] Reynol Junco, “The relationship between frequency of Facebook use, particication in Facebook activities, and student engagement” Computers & Education Vol. 58, pp. 162-171, 2012.

[9] Jeff Cain, “Instructional Design and Assessment Using Facebook as an Informal Learning Environment”, American Journal of Pharmaceutical Education; 75 (10) Article 207, 2011.

การศึกษาเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งข้อมูลของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน บนเครือข่าย 3G และ 4G

A Comparative Study of Power Usage of Smart Phone for Data Transmission over 3G and 4G

บุญศิริ มะสัน(Boonsiri Masan)[1] เทอดพงษ์ แดงสี(Therdpong Daengsi)[2]
และพงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ(Pongpisit Wuttidittachotiti)[3]
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ [3]ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]บริษัท แจ๊ดส์คอม จำกัด
[1]boonsiri.ma@hotmail.com, [2]Therdpong1@yahoo.com, [3]pongpisitw@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดสอบประสิทธิภาพการใช้กำลังไฟฟ้าของสมาร์ทโฟนผ่านเครือข่าย 3G และ 4G ภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากการทดสอบกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งไฟล์ที่มีขนาดไฟล์ 1,006 GB ด้วยเครือข่ายที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อใช้งานผ่านเครือข่าย 4G สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้งานผ่านเครือข่าย 3G ประมาณ 15% ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า เครือข่าย 4G เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าเครือข่าย 4G

คำสำคัญ: 3จี 4จี พลังงานที่ถูกใช้ไป กรีนไอที

Abstract

This paper presents test the performance tests about energy consumption of smartphones over 3G and 4G mobile network in Bangkok. From the tests about power consumption when transmitted the same size of data files size 1,006 GB over different mobile network, it has been found that transmitting over 4G network saves more power than doing the same over 3G networks approximately 15%. Therefore, it can be said that 4G network has more environment friendliness than the 3G network.

Keywords: 3G, 4G, Power Consumption, Green IT.

1. บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบันเป็นเทคโนโลยียุคที่ 3 (3G) เน้นเรื่องความเร็วในการรับ ส่งข้อมูล ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานรับส่งข้อมูลที่เป็นแบบมัลติมีเดียได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากเครือข่าย 3G ในปัจจุบันยังมีเครือข่าย 4G ที่กำลังพัฒนาต่อยอดจากเครือข่าย 3G ในประเทศไทย ยังให้บริการได้แต่ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ เครือข่าย 4G เป็นเทคโนโลยีใหม่และยังเป็นที่น่าสนใจอยู่ในขณะนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบว่าเครือข่าย 4G ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่กว่า จะช่วยลดการใช้กำลังไฟฟ้าหรือพลังงานของสมาร์ทโฟน และเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า 3G หรือไม่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บริการการจัดเก็บข้อมูลบนระบบคลาวด์

คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud computing) เป็นการให้บริการจากระบบคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบออนไลน์ โดยไม่จำเป็นต้องรู้ว่ามีทรัพยากรมากน้อยแค่ไหน หรือคอมพิวเตอร์ตั้งอยู่ที่ใดไม่ต้องสนใจเรื่องการจัดการทรัพยากร โดยมีลักษณะเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่กระจายตามพื้นที่ต่างๆ เชื่อมต่อกันเป็นระบบคลัสเตอร์ ผ่านการจัดสรรทรัพยากรด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชั่น เพื่อตอบสนองงานบริการต่างๆ เช่น

การสำรองข้อมูลหรือการจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น [1] บริการของระบบคลาวด์คอมพิวติ้งมีให้ใช้งานฟรีแบบไม่มีค่าใช้จ่ายในปัจจุบันมีให้ทดลองใช้งาน อย่างเช่น “One Drive” ซึ่งเป็นพื้นที่เก็บข้อมูลส่วนบุคคลแบบออนไลน์ของไมโครซอฟท์ที่ให้บริการฟรี สามารถใช้จัดเก็บข้อมูลสำคัญต่าง ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ และเอกสารซึ่งสามารถเปิดดูได้จากอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน รองรับระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เช่น วินโดวส์โฟน ไอโอเอส และ แอนดรอยด์

2.2 กรีนไอที (Green IT)

กรีนไอทีหรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นแนวคิดในการบริหารจัดการและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการใช้พลังงานลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะการนำขยะอิเล็กทรอนิกส์มารีไซเคิลตามแนวคิดที่ว่า “Maximum Megabytes for Minimum Kilowatts” ซึ่งพลังงานดังที่กล่าวมาที่เกี่ยวข้องกับงานด้านไอทีหรือไอซีทีก็คือ พลังงานไฟฟ้า [2] การนำแนวคิดหรือแนวทางปฏิบัติของ Green IT มาใช้ในองค์กร โดยทั่วไปปฏิบัติตามแนวทางขององค์กรที่ประสบความสำเร็จด้าน Green IT โดยที่นำแนวทางปฏิบัตินั้นมาปรับให้เหมาะกับเป้าหมาย และนโยบายขององค์กร

2.3 เทคโนโลยีการสื่อสารยุคที่ 3 และยุคที่ 4

เทคโนโลยีการสื่อสารยุคที่ 3 (3G) เป็นยุคที่เทคโนโลยีการสื่อสารสามารถรองรับการสื่อสารทางเสียงและสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูงถึง 384 Kbps – 2 Mbps การสื่อสารแบบผสมผสาน (Multimedia) และใช้เทคโนโลยีแบบดิจิตอลเซลลูลาร์และมีการพัฒนาขึ้นอีกหลายมาตรฐาน เช่น WCDMA/UMTS, HSDPA, CDMA 2000 1xEv-DO 3G จะหมายถึง เครือข่ายโทรศัพท์อ้างอิงมาตรฐาน IMT-2000 รุ่นที่ 3 ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ ITU และมาตรฐาน UMTS ของ 3GPP ซึ่งเริ่มมีการใช้งานครั้งแรกปี 2001 [3] 3G สามารถที่จะรับส่งได้ ซึ่งมากกว่า 2G อยู่มาก โดยเฉพาะส่วนของข้อมูล (Data) ผลจากความเร็วที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้สามารถที่จะทำอะไรบนมือถือได้มากขึ้นจากแต่ก่อน เช่น โทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต (Voice Over IP) คุยแบบเห็นหน้า (Video Call) และดูทีวี ออนไลน์ (Streaming) มีคุณสมบัติในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงตลอดเวลา (Always On) จึงสามารถใช้งานได้เวลาที่อยู่นอกบ้าน หรือขณะกำลังเดินทางได้ อย่างไรก็ดี แม้ว่าผู้ให้บริการ 3G ในประเทศไทยหลายรายจะรายงานว่าเครือข่ายของตนรองรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 42 Mbps แต่ในความเป็นจริงพบว่า รองรับได้ประมาณไม่เกิน 4 Mbps [3-5] ในด้านเทคนิค เครือข่าย 3G มีโทโพโลยี (Topology) เป็นแบบต้นไม้ องค์ประกอบหลัก ได้แก่ อุปกรณ์ของผู้ใช้ (UE) สถานีฐาน (BS) ระบบควบคุมเครือข่ายวิทยุ (RNC) โหนดรองรับการให้บริการ GPRS โหนดรองรับเกตเวย์ (GGSN) ศูนย์โมบายล์สวิทชิ่ง (MSC) ศูนย์เกตเวย์โมบายล์สวิทชิ่ง (GMSC) และสถานีย่อยไอพีมัลติมีเดีย (IMS) ซึ่งส่วนสุดท้ายนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยีการสื่อสารยุคที่ 4 (4G) เป็นเทคโนโลยีที่รองการสื่อสารข้อมูลที่มีความเร็วตั้งแต่ 10 – 100 Mbps ซึ่งเหนือกว่า 3G มาก สามารถรองรับการใช้งานในลักษณะที่มีการเคลื่อนที่และมีคุณสมบัติเป็น “all-IP” ซึ่งย่อมาจาก all – Internet Protocol โดยมีการสื่อสารกันภายในระบบด้วยไอพีโพรโตคอล [8] เพื่อรองรับการให้บริการต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงบริการวีโอไอพีและบริการเกี่ยวกับมัลติมีเดีย เช่น การดาวน์โหลดหรือรับชมวิดีโอ ภาพยนตร์แบบความคมชัดสูงการเรียนการสอนทางไกลผ่านระบบโทรศัพท์ไร้สาย การรักษาพยาบาลในแหล่งทุรกันดารถึงแม้ว่า 3G จะสามารถรองรับ Video Call ผ่านโทรศัพท์มือถือ และรองรับการดูทีวีออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือได้ แต่ก็มักพบปัญหา เช่น ภาพกระตุกบ้าง เพราะความเร็วในการรับส่งข้อมูลจำกัด ดังนั้นจึงมีการพัฒนาต่อเข้าสู่ยุค 4G ซึ่งสามารถพัฒนาให้มีความสามารถในการรองรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงถึง 100 Mbps ทำให้สามารถใช้งานโทรศัพท์มือถือ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความหลากหลายยิ่งขึ้น ทั้งนี้เทคโนโลยีที่ใช้ในยุค 4G นี้สามารถแบ่งออกเป็น WiMAX ซึ่งใช้งานในลักษณะของ MAN เช่น ใช้เชื่อมสัญญาณระหว่างสถานีฐาน และ LTE ซึ่งใช้รองรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G [6]

2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) กูเกิลแอนดรอยด์ (Google Android) หรือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android

Operating System) เป็นชื่อเรียกชุดซอฟท์แวรหรือแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ ที่มีหน่วยประมวลผลเป็นส่วนประกอบ เช่น คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ (Telephone), โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell phone), อุปกรณ์เล่นอินเทอร์เน็ตขนาดพกพา (MID) จุดประสงค์ของแอนดรอยด์นั้น มีจุดเริ่มต้นมาจากบริษัท Android Inc. ที่ได้นำเอาระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux) ซึ่งนิยมนำไปใช้งานกับเครื่องแม่ข่าย (Server) เป็นหลัก เพื่อให้เหมาะสมแก่การนำไปติดตั้งบนอุปกรณ์พกพา ที่มีขนาดพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่จำกัด [7]

2.5 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$P = VI$$

P คือ กำลังไฟฟ้า (W)

V คือ แรงดันไฟฟ้า (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

M. R. Zakerinasab และคณะได้ศึกษาการใช้พลังงานแบตเตอรี่อย่างมีประสิทธิภาพในการใช้งานมัลติมีเดียสตรีมมิ่งบนสมาร์ทโฟน ในการทำงานนั้นจะใช้สองช่องทางในการสื่อสาร โดยเชื่อมต่อข้อมูลสตรีมมิ่งจากคลาวด์ไปสู่สมาร์ทโฟน [8] โดยใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ต Wi-Fi ในการเชื่อมโยงโดยมีระบบการตรวจจับอัตราการผันผวนของตัวแปรที่สูญเสียในแบนด์วิดธ์ ดังนั้นการเข้ารหัสเครือข่าย XORonly เหมาะสมสำหรับการแบ่งปันข้อมูลในการใช้งานสมาร์ทโฟน ซึ่งมีวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพในการแบ่งปันข้อมูลโหนดข้างเคียง จากการทดสอบในพื้นที่ในการใช้งานการเข้ารหัสสองระดับ ทั้งนี้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบนี้สามารถช่วยประหยัดพลังงานแบตเตอรี่ในโทรศัพท์ได้ถึง 73% เมื่อเทียบกับระบบการสตรีมมิ่งในปัจจุบัน

N. Ristanovic และคณะได้ศึกษาออกแบบอัลกอริทึม 2 แบบสำหรับ delay tolerant ของ 3G offloading ประกอบด้วย MixZones ที่ผู้ใช้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันด้วยการคาดการณ์โดยผู้ให้บริการเครือข่าย และ Hotzones ใช้การ delay tolerant ในการดาวน์โหลดข้อมูลขนาดใหญ่เมื่อผู้ใช้อยู่ใกล้ Wi-Fi access point ด้วยการคาดการณ์โดยผู้ให้บริการเครือข่ายด้วยเช่นกัน ผู้วิจัยประเมินทั้ง 2 อัลกอริทึมและพบว่าสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้และยังพบว่า MixZones มีประสิทธิภาพสูงกว่า [9]

S. Zeadally และคณะได้นำเสนอเทคนิคการลดพลังงานการใช้อุปกรณ์ไอซีที ซึ่งเป็นเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ แต่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจจะตามมาด้วยการสิ้นเปลืองพลังงานของการอุปกรณ์ไอซีที ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในขั้นต้นจึงได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ไอซีที โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ ICT [6]

A. Mtibaa และคณะได้ศึกษาเทคนิคการคำนวณ offload โดยชุดอุปกรณ์มือถือจะใช้สภาพแวดล้อมแบบ MDC ซึ่งความน่าสนใจของ MDC จะมีมุ่งเน้นการทำงานร่วมกัน โดยเน้นการส่งข้อมูลที่มีการเชื่อมแต่ละโหนด ซึ่งไม่รวมอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ โดยการศึกษาดังกล่าว อาศัยการจำลองและสาธิตการคำนวณจากอัลกอริทึม [11]

L. Wang และคณะได้ศึกษาเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโมบายเว็บ โทรศัพท์มือถือในปัจจุบันมีการใช้พลังงานมากกว่าเมื่อก่อนมาก ผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพด้วยการปรับโครงสร้างของเว็บไซต์จากที่ต้องส่งข้อมูลเว็บทั้งเว็บรวดเดียวมาเป็นแยกเป็นส่วนๆ แล้วจึงส่งผสมกับการใช้ RRC ในการลดขนาดของ Header และเนื้อหา ตลอดจนลดการใช้พลังงานของคลื่นวิทยุ [12]

G.P. Perrucciy และคณะได้ศึกษาการใช้พลังงานจากมือถือเครือข่าย 2G และ เครือข่าย 3G โดยอยู่ภายใต้บริการการส่งข้อความเสียงและข้อมูล สำหรับผลการใช้พลังงานขนาดใหญ่ในเครือข่าย 3G สำหรับการส่งข้อความ ตัวอักษรและบริการด้านเสียงมากกว่าการใช้พลังงานในเครือข่าย 2G ในอีกด้านหนึ่งเครือข่าย 3G กลายเป็นพลังงานที่เป็นมิตรมากขึ้นเมื่อมีการดาวน์โหลดข้อมูลขนาดใหญ่ [13]

A.Sharma และคณะ ได้ศึกษาสถาปัตยกรรมที่เรียกว่า Cool-Tether ที่เชื่อมโยงสัญญาณในหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งในโทรศัพท์มือถือในบริเวณใกล้เคียง โดยสร้าง on-the-fly WiFi Hotspot เพื่อให้ประหยัดพลังงานในการเชื่อมต่อ แนวทางการดำเนินงานดังกล่าวได้อาศัย WiFi Ad Hoc Mode ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของของการประหยัดพลังงานแบตเตอรี่บน

โทรศัพท์มือถือ และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน Cool-Tether เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายพลังงานของ WAN (GPRS / EDGE / 3G) และ WiFi บน สมาร์ทโฟน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Cool-Tether ใช้การรวบรวมข้อมูลบน Cloud-Based และ Energy-Aware striper ที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานลักษณะเฉพาะของ WAN Cool-Tether ยังใช้โหมด reverse-infrastructure mode บน WiFi ในขณะที่ Hot Serves ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อ WiFi ในขณะที่เกตเวย์ของโทรศัพท์มือถือทำหน้าที่เป็น WiFi client โดยต้นแบบของ Cool-Tether บนสมาร์ทโฟน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงการประหยัดการใช้พลังงานระหว่าง 38% -71% เมื่อเทียบกับแนวทางการแก้ปัญหาของ Energy-Agnostic [14]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่า แนวคิดในการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าและพลังงานของเครือข่าย 3G กับ 4G โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย เป็นประเด็นที่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังมาก่อน งานวิจัยนี้จึงได้เกิดขึ้น

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเชื่อมต่อ Port USB กับแบตเตอรี่และสมาร์ทโฟนเครื่องหนึ่งซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Android ดังแสดงในภาพที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 นำแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเข้ากับสมาร์ทโฟน

3.2 กระบวนการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 เลือกโหมดเครือข่าย 3G หรือ 4G ที่จะทำการทดสอบ (ดูภาพที่ 2)

ขั้นตอนที่ 2 อัพโหลดไฟล์รูปภาพขึ้นระบบคลาวด์ของ One Drive รอบละ 100 ไฟล์ รวม 100.6 GB ต่อครั้ง (ดูข้อมูลไฟล์ในตารางที่ 2)

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากส่งไฟล์ข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ ทำการอ่านค่า กระแสไฟฟ้า (A) และค่าแรงดันไฟฟ้า (V) (ดูตัวอย่างที่เก็บในแต่ละครั้งในตารางที่ 3)

ขั้นตอนที่ 4 ทำตามขั้นที่ 1-3 เครือข่ายละ 40 รอบ

ขั้นตอนที่ 5 เก็บค่าทั้งหมดไว้ในรูปแบบไฟล์ Excel

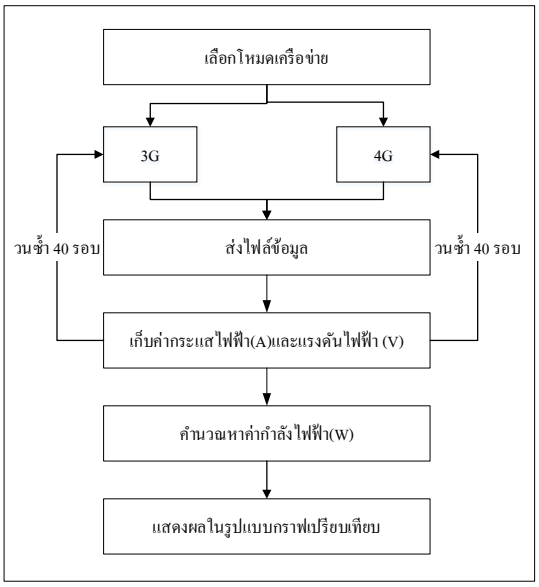
ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า

4. ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่า กระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่เท่ากับ 0.21 A โดยแต่ละรอบ 3G และ 4G จะใช้เวลาในการส่งประมาณ 18-20 นาที และ 14-15 นาที ตามลำดับ ในขณะที่ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งแสดงกราฟเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในแต่ละครั้งที่ทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 3G และ 4G นอกจากนี้ กราฟยังแสดงแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อสมาร์ทโฟนอยู่ในโหมด Standby แต่ยังมีการเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย 3G และ 4G โดยพบว่าเมื่อเชื่อมต่อผ่าน 3G แรงดันไฟฟ้าลดลงมากกว่าการเชื่อมต่อผ่าน 4G ทั้งในโหมด Standby และโหมดที่มีการใช้งาน



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ



ภาพที่ 2: กระบวนการทดสอบ

ตารางที่ 2: ข้อมูลไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบ

ประเภท	นามสกุล	ขนาดไฟล์ (MB)
รูปภาพ	JPEG	1.06

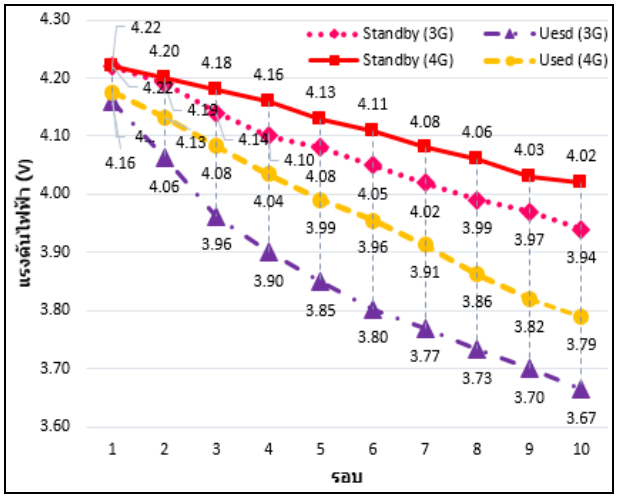
ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากผลที่ได้จากการส่งข้อมูลรอบที่ 10 พบว่าเมื่อทำการส่งไฟล์ข้อมูลผ่าน 3G ใช้กำลังไฟฟ้าไป (3.94-3.67)*0.21 = 0.0567 = 56.7 mW ขณะที่ส่งข้อมูลผ่าน 4G ใช้กำลังไฟฟ้าไปเท่ากับ (4.02-3.79)*0.21 = 0.0483 = 48.3 mW จากนั้นทำการคำนวณเทียบเป็นหน่วย µW/MB ได้ค่าประมาณ 56.4 µW/MB สำหรับ 3G และ 48 µW/MB สำหรับ 4G ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บได้จากขั้นตอนที่ 5 ที่เซ็นทรัลลาดพร้าว

เครือข่าย	ครั้งที่	แรงดัน (V)	กระแส (A)
3G	1	4.16	0.21
	2	3.99	0.21
	3	3.91	0.21
	4	3.85	0.21
	5	3.80	0.21
	6	3.76	0.21
	7	3.73	0.21
	8	3.70	0.21
	9	3.66	0.21
	10	3.62	0.21
4G	1	4.18	0.21
	2	4.15	0.21
	3	4.10	0.21
	4	4.06	0.21
	5	4.00	0.21
	6	3.97	0.21
	7	3.93	0.21
	8	3.88	0.21
	9	3.84	0.21
	10	3.81	0.21

ตารางที่ 4: ผลการคำนวณเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปในการส่งข้อมูลผ่านแต่ละเครือข่าย

เครือข่าย	ปริมาณข้อมูลที่ส่ง (GB)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (mW)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย (µW/MB)
3G	1,006	56.7	~56.4
4G	1,006	48.3	~48.0



ภาพที่ 3: กราฟเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในแต่ละครั้งที่ทำการส่งข้อมูลผ่าน 3G และ 4G และ แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในโหมด Standby โดยพบว่าทุกครั้งในการทดสอบสามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 0.21 A

5. อภิปราย และสรุปผล

จากการศึกษานี้ แม้ว่าผลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นผลการศึกษาในเบื้องต้น ซึ่งได้จากการทดสอบในสภาวะการใช้งานจริงในภาคสนาม แต่สามารถแสดงให้เห็นแนวโน้มว่าเครือข่าย 4G ใช้กำลังไฟฟ้าในส่งข้อมูลน้อยกว่าเครือข่าย 3G ประมาณ (56.4-48.0)/56.4*100% ≈ 15%

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้จากการศึกษานี้ว่า เทคโนโลยี 4G มีประสิทธิภาพในการใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อทำการส่งข้อมูลดีกว่า 3G นอกจากนี้ยังมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า 3G ด้วย

อย่างไรก็ดี ผลที่ได้จากศึกษานี้ เป็นผลที่ได้มาจากการทดสอบกับสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android รุ่นหนึ่งของยี่ห้อหนึ่ง ซึ่งมีความสามารถรองรับได้ทั้งเครือข่าย 3G และ 4G ทั้งนี้ ตลาดโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในประเทศไทยในช่วงที่ทำการศึกษา มีสมาร์ทโฟนที่รองรับทั้ง 2 เครือข่ายวางจำหน่ายไม่มากนัก และสมาร์ทโฟนแต่ละยี่ห้อ ส่วนใหญ่ราคาแพง ผู้วิจัยจึงไม่สามารถทำการทดสอบได้กับเครื่องยี่ห้ออื่นที่ใช้ระบบปฏิบัติการอื่น เช่น iOS ผลการทดสอบที่ได้จากการศึกษานี้ จึงเป็นตัวเลขโดยประมาณ แต่อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สามารถแสดงให้เห็นแนวโน้มการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟนผ่านเครือข่าย 4G ว่าสามารถประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพมากกว่าเครือข่าย 3G

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เริงวุฒิ ชูเมือง อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม และอาจารย์เสมา พัฒน์ฉิม อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่แนะนำให้คำปรึกษาด้านการใช้งานเครื่องมือในการทดสอบในครั้งนี้ ทำให้การทดสอบสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] “มารู้จักกับคลาวด์คอมพิวติ้ง”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.value.co.th/th/service/articles/Cloud_computing.htm [วันที่สืบค้น 15 มีนาคม 2558]

[2] “Green IT หรือ เทคโนโลยีสีเขียว”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://compcenter.bu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=72&Itemid=172 [วันที่สืบค้น 19 มีนาคม 2558]

[3] “เทคโนโลยีเครือข่าย 3G และเครือข่าย 4G ของเอไอเอส”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก AIS, “Annual Report 2013.” [วันที่สืบค้น 15 มีนาคม 2558]

[4] “เทคโนโลยีเครือข่าย 3G และ 4G ของดีแทค”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www.dtac.co.th/postpaid/products/addon-internet.html [วันที่สืบค้น 17 มีนาคม 2558]

[5] “เปรียบเทียบความเร็วและเทคโนโลยี 3G+”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://truemoveh.truecorp.co.th/why/entry/51 [วันที่สืบค้น 17 มีนาคม 2558]

[6] “My บริการ 3G บนเครือข่ายของคนไทย เพื่อคนไทยจาก บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด มหาชน หรือ Cat”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.mybycat.com/about.php?id=31 [วันที่สืบค้น 15 มีนาคม 2558]

[7] “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์”. [บทความออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=10e626014dcf9de9 [วันที่สืบค้น 15 มีนาคม 2558]

[8] M. R. Zakerinasab, and M. Wang, “A Cloud-Assisted Energy-Efficient Video Streaming System for Smartphones”, IEEE 978-1-4799-0590-4/13, 2013, pp.1-10.

[9] N.Ristanovic, J.Y.L.Boudec, A.Chaintreau, and V.Erramilli, "Energy Efficient Offloading of 3G Networks", Proceedings of IEEE MASS, 2013 pp.1-6

[10] S. Zeadally, S.U. Khan, and N. Chilamkurti, “Energy-efficient networking: past, present, and future” Springer Science Business Media, 2011, pp.1-26.

[11] A. Mtibaa, A. Fahim, K.A. Harras, and M. H. Ammar, “Towards Resource Sharing in Mobile Device Clouds: Power Balancing Across Mobile Devices,” *SIGCOMM, Hong Kong*, 2013, pp. 51-56

[12] L. Wang and J. Manner. “Energy-efficient mobile web in a bundle.” *Journal Computer Networks*, 2013, pp. 3581-3600.

[13] G. P. Perrucciy, F.H.P. Fitzek, G. Sasso, W. Kellerer, and J. Widmer, “On the Impact 0f 2G and 3G Network Usage for Mobile Phones Battery Lifte,” *European Wireless*, 2009, pp. 255-259.

[14] A.Sharma, V.Navda, R.Ramjee, V.N.Padmanabhan, and E.M.Belding, “Cool-Tether: Energy Efficient On-the-fly WiFi Hot-spots using Mobile Phones”, *CoNEXT*’09, December 1–4, Rome, Italy, 2009, pp.1-12.

การตรวจทานฉันทลักษณ์และให้คำแนะนำในการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ด และกลอนสักวาโดยใช้ตำแหน่งคำร่วมกับฐานกฎ

A Prosody Verification and Recommendation of Karp Yanee 11 and Klon Sakkawa Using Word Positions and Rule-Based Technique

ผุสดี บุญรอด(Pudsadee Boonrawd)

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

pudsadee@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ และพัฒนาโปรแกรมให้คำแนะนำการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา ซึ่งประยุกต์ใช้ความสำคัญของตำแหน่งคำ (Word Positions) ร่วมกับฐานกฎ (Rule-Based) จากการวิจัยพบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์โดยภาพรวมมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 91.61 และผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.57 และ S.D. = 0.50) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาช่วยในการตรวจทานฉันทลักษณ์ และให้คำแนะนำในการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อประยุกต์ใช้กับคำประพันธ์ไทยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ: กาพย์ยานีสิบเอ็ด กลอนสักวา ฉันทลักษณ์ ตำแหน่งคำ ฐานกฎ

Abstract

This research aims to design a prosody verification algorithm and develop a prosody recommendation application of Karp Yanee 11 and Klon Sakkawa using Word Positions and a Rule-Based Technique. The research results show that the overall average accuracy of the prosody verification algorithm is 91.61 % and the overall evaluation of the recommendation program from experts at an excellent level. ($\overline{X}$ = 4.57, and S.D. = 0.50) In conclusion, the algorithm and the application can be effectively used to assist in the verification and improvement of prosodies, and enhanced to support other types of poems to improve the quality of Thai poetry.

Keywords: Karp Yanee 11, Klon Sakkawa, Prosody, Word Position, Rule-Based.

1. บทนำ

ภาษาไทยเป็นภาษาประจำชาติที่เด็กไทยต้องศึกษาเพื่อการใช้ภาษาที่ถูกต้อง และยังต้องศึกษาวรรณคดีไทยต่าง ๆ ที่มีการใช้บทร้อยกรองในการเขียน ซึ่งบทร้อยกรองเป็นงานเขียนที่นำถ้อยคำประณีตมาเรียบเรียงตามข้อบังคับหรือฉันทลักษณ์แต่ละประเภท [1] โดยเป็นการเขียนเรียบเรียงถ้อยคำออกมาเป็นเรื่องราวต่าง ๆ ที่อาจมีใจความเป็นการเล่าเรื่อง การบรรยายธรรมชาติ การแสดงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประสบการณ์ของตน หรือการแสดงอารมณ์ความรู้สึกส่วนตัว ซึ่งในการแต่งบทร้อยกรองของผู้ประพันธ์จำเป็นต้องรู้และเข้าใจฉันทลักษณ์ของบทร้อยกรองนั้น ๆ เพื่อความถูกต้องในการแต่งบทร้อยกรอง จึงเป็นการยากในการจดจำฉันทลักษณ์ อีกทั้งบทร้อยกรองบางประเภทมีฉันทลักษณ์ที่คล้ายกันอาจทำให้สับสนในการแต่งบทร้อยกรองหรือตรวจทานบทร้อยกรอง

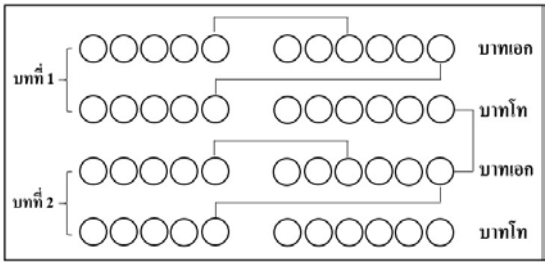
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ และพัฒนาโปรแกรมให้คำแนะนำการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา ซึ่งประยุกต์ใช้ความสำคัญของตำแหน่งคำร่วมกับฐานกฎ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ ตรวจทาน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับฉันทลักษณ์ได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้อง และสามารถเป็น

แนวทางต่อยอดในการทำวิจัยเกี่ยวกับการประมวลผลภาษาธรรมชาติหรืองานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป โดยบทความประกอบด้วยเนื้อหาหลัก 5 ส่วน ได้แก่ บทนำ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย และสรุปผลการวิจัย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

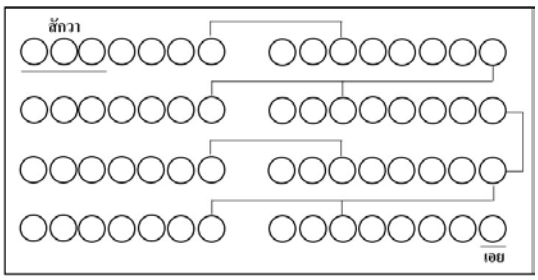
2.1 บทร้อยกรอง

บทร้อยกรองมีหลายประเภท ได้แก่ โคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน และร่าย ซึ่งมีรูปแบบของบทร้อยกรองหรือฉันทลักษณ์ที่แตกต่างกัน [2] ดังนั้นในการแต่งบทร้อยกรองของผู้ประพันธ์จึงจำเป็นต้องรู้และเข้าใจฉันทลักษณ์ของบทร้อยกรองนั้น ๆ เพื่อความถูกต้องของการแต่งบทร้อยกรอง ในงานวิจัยใช้กาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาเป็นกรณีศึกษา โดยกาพย์ยานีสิบเอ็ดเป็นคำประพันธ์ประเภทกาพย์ที่เน้นความสำคัญของจำนวนคำ วรรคหน้ามี 5 คำ วรรคหลังมี 6 คำ [3] รวม 2 วรรคเป็น 1 บาท และ 2 บาทเป็น 1 บท ซึ่งลักษณะของการสัมผัสแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ลักษณะฉันทลักษณ์ของกาพย์ยานีสิบเอ็ด

กลอนสักวาเป็นคำประพันธ์ประเภทกลอน ซึ่ง 1 บทมี 8 วรรค หรือ 2 คำกลอน วรรคที่หนึ่งใช้คำตั้งแต่ 6-9 คำ หากแต่งบทต่อไปต้องขึ้นบทใหม่ และไม่ต้องมีสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับบทต้น ขึ้นต้นกลอนด้วยคำว่าสักวาและลงท้ายด้วยคำว่าเอย [4] ซึ่งลักษณะฉันทลักษณ์ของกลอนสักวาแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ลักษณะฉันทลักษณ์กลอนสักวา

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแต่งคำประพันธ์และการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการแต่ง วิเคราะห์ และตรวจทานฉันทลักษณ์ของคำประพันธ์ ซึ่งตัวอย่างงานวิจัยภาษาต่างประเทศ เช่น งานวิจัยที่นำเสนอเครื่องมือสร้างบทกวีของบาสก์ (Basque) โดยใช้ POS-tag Sequence จากผลการวิจัยวิธีการดังกล่าวช่วยในการเรียนรู้โครงสร้างบทกวี แต่หากนำ Frame Semantics มาประยุกต์ใช้อาจทำให้มีความถูกต้องมากขึ้น [5] หรืองานวิจัยที่นำเสนอวิธีการแบบผสมผสาน (Hybrid Method) ที่ใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติ การคำนวณ และเปรียบเทียบสัมผัสต่าง ๆ มาช่วยในการแปลงบทร้อยแก้วให้เป็นคำประพันธ์ [6] ซึ่งตัวอย่างเครื่องมืออัตโนมัติที่ใช้ตรวจทานฉันลักษณ์ เช่น Full-Face Poetry Generator [7], PoeTryMe [8] และ iPoet [9] เป็นต้น

ตัวอย่างงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแต่งคำประพันธ์ ตัวอย่างเช่น การนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์รูปแบบฉันทลักษณ์และกลวิธีประพันธ์กวีนิพนธ์ ซึ่งศึกษาจากกวีนิพนธ์เดิมที่มีมาแต่โบราณ และกวีนิพนธ์อิสระทางด้านการประพันธ์ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงลักษณะเด่นของบทกวีนิพนธ์ในเรื่องรูปแบบ ฉันทลักษณ์ กลวิธีการประพันธ์ และแนวคิดต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและเป็นแนวทางแก่ผู้สนใจ [10] ส่วนงานวิจัยที่นำเสนอวิธีการหรือเครื่องมืออัตโนมัติยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย เช่น การนำเสนอขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ฉันทลักษณ์กาพย์ยานีสิบเอ็ดโดยใช้การตัดคำและฐานกฎ ซึ่งได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 83 [11] การนำเสนอรูปแบบและระบบการตรวจทานฉันทลักษณ์ของโคลงสี่สุภาพที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีไวยากรณ์ปลอดบริบทในรูปแบบของแบกคัส-เนาร์ (Backus-Naur Form) สำหรับอธิบายโครงสร้างทางภาษา เพื่อให้คอมพิวเตอร์เข้าใจรูปแบบฉันทลักษณ์ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการตรวจทานฉันท์มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 83 [12]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

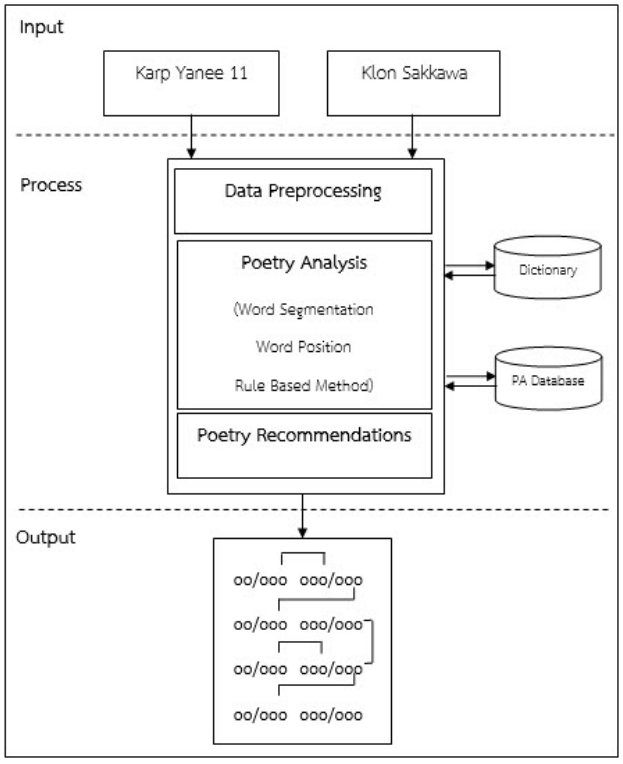
3.1 การศึกษาและรวบรวมปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่าในการแต่งบทร้อยกรอง ผู้ประพันธ์จำเป็นต้องรู้และเข้าใจฉันทลักษณ์ของบทร้อยกรองนั้น ๆ ซึ่ง

ฉันทลักษณ์เป็นลักษณะบังคับของคำประพันธ์ที่มีความแตกต่างกัน และยากต่อการจดจำรูปแบบ บางคำประพันธ์มีฉันทลักษณ์ที่คล้ายกัน อาจทำให้สับสนในการแต่งและตรวจทาน โดยงานวิจัยใช้กรณีศึกษากาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาเท่านั้น

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนวิธี

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์กาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: กรอบแนวคิดของขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์กาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา

จากภาพที่ 3 แสดงกรอบแนวคิดของขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์กาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาที่ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนนำเข้าข้อมูล (Input) ส่วนประมวลผล (Process) และส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล (Input) เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลนำเข้า ซึ่งเป็นคำประพันธ์ ได้แก่ กาพย์ยานีสิบเอ็ดหรือกลอนสักวา เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลในลำดับถัดไป

3.2.2 ส่วนประมวลผล (Process) เป็นการเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล (Data Preprocessing) เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนย่อยถัดไป เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ซึ่งประยุกต์ใช้ความสำคัญของตำแหน่งคำที่ใช้การตัดคำจากพจนานุกรม โดยใช้ไลบรารี THSplitLib อาร์เรย์ (Array) และฐานกฎมาช่วยในการวิเคราะห์ โดยตัวอย่างรหัสโปรแกรมสำหรับการตัดคำและวิเคราะห์ตำแหน่งคำสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4

```
if (isset($this->_dictionary_array[crc32($tmp_string)]))
$dup_array = array();
$dup_array[] = array
('title' => $tmp_string,
'to_mark' => $pointer + 1,);
$count_more = 0;
$more_tmp = $tmp_string;
for ($i = $pointer + 1; $i <= $length_of_string; $i++) {
$more_tmp = $input_array[$i] . $more_tmp;
if (isset($this->_dictionary_array[crc32($more_tmp)])) {
$dup_array[] = array('title' => $more_tmp,'to_mark' => $i + 1,);}
```

ภาพที่ 4: ตัวอย่างรหัสโปรแกรมสำหรับการตัดคำและวิเคราะห์ตำแหน่งคำ

ในการวิเคราะห์ฉันทลักษณ์มีการประยุกต์ใช้ฐานกฎ เพื่อตรวจทานคณะ บท บาท พยางค์ ตำแหน่งคำ และสัมผัสต่าง ๆ ตามรูปแบบฉันทลักษณ์ ตัวอย่างเช่น วิเคราะห์สัมผัสนอกที่เป็นลักษณะบังคับให้คำมีความคล้องจองระหว่างวรรคหนึ่งกับอีกวรรคหนึ่ง วิเคราะห์สัมผัสระหว่างบท อีกทั้งมีการวิเคราะห์พยางค์ เช่น คำขึ้นต้น คำลงท้ายต่าง ๆ ตามรูปแบบโครงสร้างของคำประพันธ์ เป็นต้น ซึ่งตัวอย่างฐานกฎของกลอนสักวาสำหรับตรวจทานสัมผัสสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5

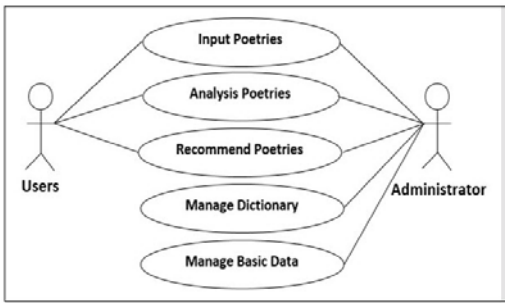
```
if ($checkIndex["voiceIndex1"] == $checkIndex["voiceIndex2"]){
        $voice_1 = $checkIndex["textIndex1"] . " => " . $checkIndex["textIndex2"] .
        " : <span style='color:green;'>ถูกต้องตามสัมผัสระหว่างวรรค</span>";
        } else {
        $voice_1 = $checkIndex["textIndex1"] . " => " . $checkIndex["textIndex2"] .
        " : <span style='color:red;'>ไม่ถูกต้องเพราะสระไม่สัมผัสกัน</span>";}
```

ภาพที่ 5: ตัวอย่างฐานกฎที่ใช้ตรวจทานสัมผัสของกลอนสักวา

3.2.3 ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากตรวจทานและให้คำแนะนำในการแต่งคำประพันธ์ เช่น จำนวนคำที่ใช้ บท วรรค สัมผัส และคำขึ้นต้นลงท้าย เป็นต้น

3.3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโปรแกรมโดยใช้เครื่องมือยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ที่ประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้อง (Actor) 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้งานที่สามารถทำการป้อนข้อมูลนำเข้า วิเคราะห์ฉันทลักษณ์ และดูผลคำแนะนำในการแต่งคำประพันธ์ได้ ส่วนผู้ดูแลระบบสามารถใช้ได้ทุกฟังก์ชันงานของผู้ใช้งาน แต่เพิ่มความสามารถในการจัดการพจนานุกรม และข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของโปรแกรม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ยูสเคสไดอะแกรมของโปรแกรมให้คำแนะนำในการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา

ในการพัฒนาโปรแกรมผู้วิจัยเน้นใช้ซอฟต์แวร์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย (Freeware) ซึ่งใช้มายเอสคิวแอล (MySQL) สำหรับจัดเก็บโครงสร้างและฐานข้อมูล PA ใช้ภาษาพีเอชพี (PHP: Hypertext Preprocessor) ในการพัฒนาโปรแกรม

3.4 การประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีและการประเมินคุณภาพโปรแกรม

3.4.1 การประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ ซึ่งใช้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่คำนวณจากการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธีหารด้วยผลลัพธ์ที่ได้จากผลเฉลยและนำไปคำนวณร้อยละ ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ 1

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Results of the Algorithm}}{\text{Results of the correct answers}} \times 100 \quad (1)$$

3.4.2 การประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) ที่เน้นการพิจารณาจากข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถของโปรแกรมต่อความต้องการของผู้ใช้งาน (Functional Requirement Test) ด้านความถูกต้องของการทำงานโปรแกรม (Functional Test) และด้านความง่ายในการใช้งานโปรแกรม (Usability Test)

4. ผลการดำเนินการวิจัย

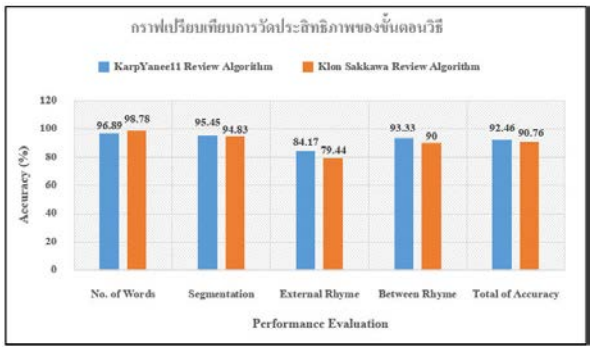
4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์

การประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีโดยทดสอบจากรูปแบบฉันทลักษณ์ที่แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ จำนวนคำ (No. of Words) การตัดคำ (Segmentation) สัมผัสนอก (External Rhyme) และสัมผัสระหว่างบท (Between Rhyme) จากข้อมูลในการทดสอบซึ่งเป็นกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาจำนวนอย่างละ 30 ตัวอย่าง โดยผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ของกาพย์ยานีสิบเอ็ดโดยภาพรวมได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 92.46 ผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ของกลอนสักวาโดยภาพรวมได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 90.76 ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมของทั้ง 2 ขั้นตอนวิธีมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 91.61 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธี

การประเมินประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธี	กาพย์ยานีสิบเอ็ด Accuracy (%)	กลอนสักวา Accuracy (%)
No. of Words	96.89	98.78
Segmentation	95.45	94.83
External Rhyme	84.17	79.44
Between Rhyme	93.33	90.00
Total of Accuracy	92.46	90.76
Overall Average Accuracy (2 Algorithms)	**91.61**	

กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 7

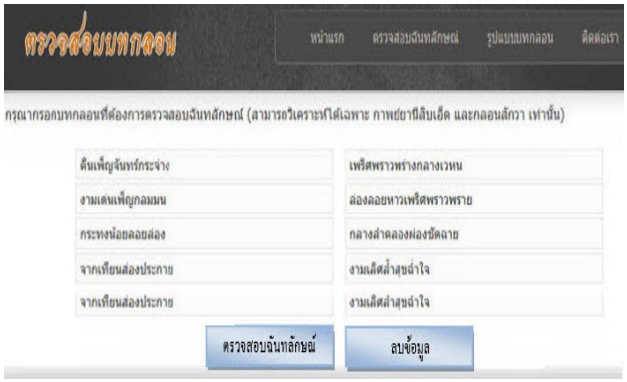


ภาพที่ 7: กราฟเปรียบเทียบการวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธี

4.2 ผลการพัฒนาและประเมินคุณภาพโปรแกรม

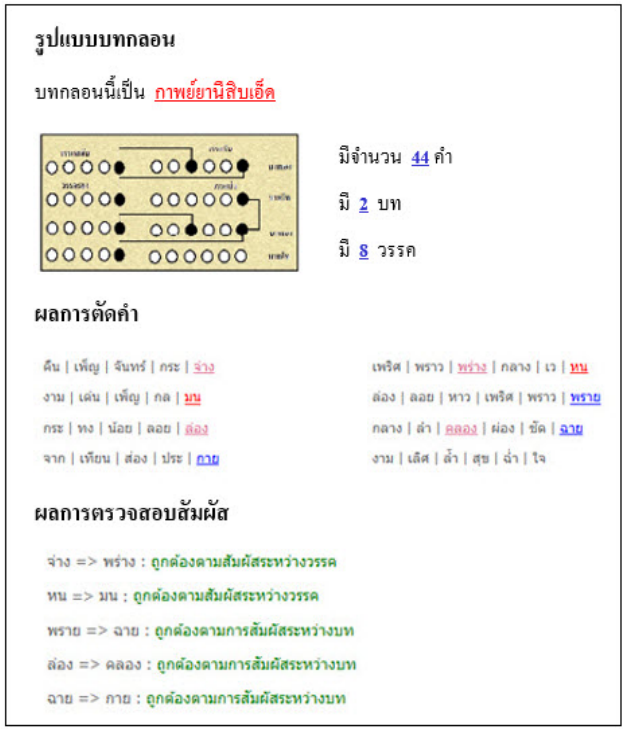
4.2.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมให้คำแนะนำการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาในส่วนการนำเข้าข้อมูลที่ต้องการตรวจทานและให้คำแนะนำสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: หน้าจอโปรแกรมสำหรับนำเข้าข้อมูลเพื่อตรวจทานฉันทลักษณ์

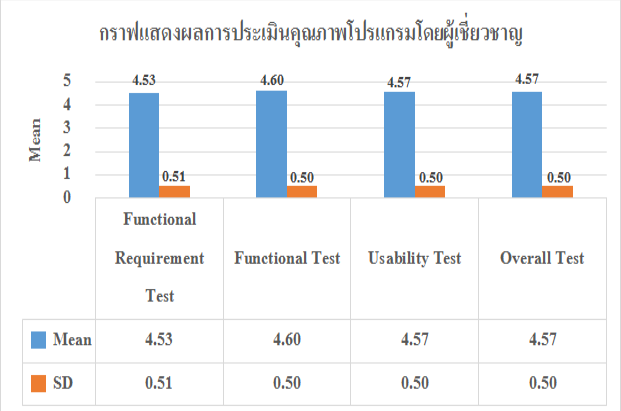
โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ตรวจทานรูปแบบฉันทลักษณ์ และให้คำแนะนำในการแต่งคำประพันธ์ ซึ่งในตัวอย่างที่แสดงเป็นกาพย์ยานีสิบเอ็ด โดยโปรแกรมจะวิเคราะห์รูปแบบคำประพันธ์ แสดงจำนวนคำ บท วรรค ผลที่ได้จากการตัดคำ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบคำพยางค์ และสัมผัสต่าง ๆ ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: หน้าจอโปรแกรมสำหรับให้คำแนะนำในการแต่งคำประพันธ์

4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพโปรแกรม

ผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังภาพที่ 10 โดยพบว่าด้านความสามารถของโปรแกรมตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.53 และ S.D. = 0.51) ด้านความถูกต้องของการทำงานโปรแกรม (Functional Test) อยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.60 และ S.D. = 0.50) และด้านความง่ายในการใช้งานโปรแกรม (Usability Test) อยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.57 และ S.D. = 0.50) ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมของโปรแกรมอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.57 และ S.D. = 0.50)



ภาพที่ 10: กราฟแสดงผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนำเสนอขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์และโปรแกรมให้คำแนะนำในการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวา ซึ่งประยุกต์ใช้ความสำคัญของตำแหน่งคำ โดยใช้อาร์เรย์การตัดคำจากพจนานุกรม และฐานกฎ จากการวิจัยพบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ของกาพย์ยานีสิบเอ็ดโดยภาพรวมได้ค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 92.46 และผลการประเมินประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์ของกลอนสักวาโดยภาพรวมได้ค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 90.76 ซึ่งโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของทั้ง 2 ขั้นตอนวิธีการตรวจทานฉันทลักษณ์เท่ากับร้อยละ 91.61 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการตัดคำที่ใช้ คำที่มีอยู่ในพจนานุกรม ฐานกฎที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจทาน

ฉันทลักษณ์ ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ และรูปแบบของฉันทลักษณ์ที่มีความแตกต่างกัน เช่น บท จำนวนคำ และสัมผัสต่าง ๆ เป็นต้น และจากผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ พบว่าค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.57 และ S.D. = 0.50) แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาช่วยในการวิเคราะห์ ตรวจทานฉันทลักษณ์ และให้คำแนะนำในการแต่งกาพย์ยานีสิบเอ็ดและกลอนสักวาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดกับคำประพันธ์อื่น ๆ โดยอาจเพิ่มหรือเสริมบางวิธีการ เช่น เหมืองข้อความ (Text Mining) ในขั้นตอนการประมวลผล จะยิ่งทำให้การวิเคราะห์ ตรวจทานฉันลักษณ์และให้คำแนะนำในการแต่งคำประพันธ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] นิศรา วงษ์สุบรรณ์, *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแต่งร้อยกรองประเภทโคลงสี่สุภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ*, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนภาษาไทย ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

[2] บารณี ถาวระ, *ลักษณะคำประพันธ์ไทย*. นครศรีธรรมราช : โรงพิมพ์ไทม์พริ้นติ้ง, 2541.

[3] บรรจง ชาครัตพงศ์, *เคล็ดลับการแต่งคำประพันธ์โคลง ร่าย ฉันท์ กาพย์ กลอน*, กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ จำกัด, 2551.

[4] บุญเหลือ ใจมโน, *การแต่งคำประพันธ์*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555.

[5] M. Agirrezabal, et al., "POS-tag Based Poetry Generation with WordNet," *Proceedings of the 14th European Workshop on Natural Language Generation*, Sofia, Bulgaria, August 8-9, 2013, pp. 162-166.

[6] Q. Chen, et al., "Poetry of the Crowd: A Human Computation Algorithm to Convert Prose into Rhyming Verse," *Conference On Human Computation and Crowdsourcing (HCOMP 2014)*, Pittsburgh, November 2, 2014.

[7] S. Colton, et al., "Full-FACE Poetry Generation," *Proceedings of International Conference on Computational Creativity 2012*, Dublin, Ireland, May 30-June 1, 2012, pp. 95-102.

[8] H. Oliveira, "PoeTryMe: a Versatile Platform for Poetry Generation," *Computational Creativity, Concept Invention, and General Intelligence*, 2012.

[9] R. Yan, et al., "i, Poet: Automatic Chinese Poetry Composition through a Generative Summarization Framework under Constrained Optimization," *Proceedings of the 23rd International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-13)*, Beijing, China, August 3-9, 2013, pp. 2197-2203.

[10] กิตติมา จันทร์ลาว, *วิเคราะห์กวีนิพนธ์ของสถาพร ศรีสัจจัง*, ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.

[11] อิศรานล พลเภรีย์ และผุสดี บุญรอด, "การวิเคราะห์กาพย์ยานีสิบเอ็ดโดยใช้การตัดคำและฐานกฎ," *Proceedings of the 10th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2014)*, Phuket, Thailand, May 8-9, 2014, pp. 834-839.

[12] ดรุณี ดวงจินดา, *ระบบตรวจทานฉันทลักษณ์ของโคลงสี่สุภาพ*, ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

ระบบตรวจจับกลิ่นและแอปพลิเคชั่นติดตามกลิ่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

Odor Detection System and Tracking Application on Smartphone

มงคล สีมาวงษ์(Mongkol Seemawong)[1] และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์(Nawaporn Wisitpongphan)[2]
ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]mk.seemawong@gmail.com, [2]nawaporn.w@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการตรวจจับกลิ่นและแอปพลิเคชันติดตามกลิ่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนระบบแอนดรอยด์ แทนการใช้งานสุนัขดมกลิ่นซึ่งเป็นวิธีที่ ทำให้ต้องสูญเสียเวลา และงบประมาณสูง โดยระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ระบบอาร์เรย์เซ็นเซอร์ 6 ตัวติดตั้งบนบอร์ดไมโครคอน-โทรลเลอร์Arduino Uno R3สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยสวิตช์ หรือแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่านระบบ Bluetooth

ระบบสามารถบันทึกกลิ่นของวัตถุเป้าหมายและคำนวณค่าความคล้ายคลึงของกลิ่นตัวอย่างเทียบกับกลิ่นเป้าหมายโดยพิจารณาค่าสัมบูรณ์ของผลต่าง และการคำนวณหาค่า Cosine Distance แล้วคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับและติดตามกลิ่น สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการตรวจจับและติดตามกลิ่นกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มตัวอย่างของกลิ่นที่มีกลิ่นเฉพาะตัว กลุ่มตัวอย่างจากกลิ่นของเสื้อผ้าที่ถูกสวมใส่แล้ว และกลุ่มตัวอย่างกลิ่นที่ส่งออกมาจากร่างกาย พบว่าประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 82.22%, 32.22% และ 25.55% ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบสามารถนำไปใช้งานได้เฉพาะกับกลุ่มกลิ่นเฉพาะตัวแรง

คำสำคัญ: การตรวจจับกลิ่น,อาร์เรย์เซ็นเซอร์, รูปแบบของกลิ่น

Abstract

The purpose of this research was to implement the Odor Detection System and Tracking Application on Android Smartphone. The application is target to replace the police sniffer dogs which are hard and time-consuming to train. The proposed system consists of 6 array sensors on microcontroller board, Arduino Uno R3 which can be controlled by both the switch and Smartphone application via Bluetooth.

The system can record the target odor and calculate the similarity score by using the Cosine Distance method and the absolute difference between the sensors' value measured from the sample odor and the target odor. The calculated similarity value is then converted and represented on the application using percentage value for ease of understanding. As for the performance, we tested the system against three different group of odors, i.e., objects with specific odor, odor of used clothes, and odor of human body. The experiment showed that the efficiency 82.22%, 32.22% and 25.55%, respectively. Hence, this system could be used to detect objects with specific odor.

Keywords: Odor Detection, Array Sensor, Odor Pattern.

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ตำรวจ และเจ้าหน้าที่ศุลกากรทั่วโลกใช้ “สุนัขดมกลิ่น” (Sniffer Dog) ในการค้นหายาเสพติด และค้นหาวัตถุระเบิด สุนัขที่ฝึกดมกลิ่นมักใช้เวลาประมาณ 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ ต้องสูญเสียเวลา และงบประมาณในการฝึกและอบรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการตรวจจับกลิ่น โดยวิธีการเปรียบเทียบระหว่างกลิ่นเป้าหมาย และกลิ่นที่ต้องการค้นหา ด้วยระบบอาร์เรย์เซ็นเซอร์ร่วมกับเทคนิคที่พัฒนาขึ้นในการตรวจจับกลิ่น

และประมวลผล เพื่อตามหากลิ่นดังกล่าว แทนการใช้งานสุนัข โดยระบบจะเน้นการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายไม่จำเป็นต้องฝึกอบรม ทำให้หยัดเวลาและงบประมาณในการฝึกอบรมและประหยัดเวลาในการส่งที่วัตถุของผู้ต้องสงสัยมาเพื่อใช้ในการติดตาม

สำหรับกลิ่นของมนุษย์ และสิ่งของต่างๆ นั้นจะมีการผลิตและปล่อยสารประกอบอินทรีย์ ระเหยออกมาเรื่อยๆ ปนกับอากาศรอบตัวของมนุษย์ เมื่อระบบอาร์เรย์เซ็นเซอร์ทำการตรวจจับสารต่างๆเหล่านั้น ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ประมวลผลโดยใช้แอปพลิเคชัน ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายในการตรวจจับ

ในการดมกลิ่นผู้วิจัยมีแนวคิดในการใช้ระบบปั๊มเพื่อนำพากลิ่นมายังเซ็นเซอร์ ซึ่งวิธีนี้จะได้ผลใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงที่จมูกมนุษย์ได้รับ ทั้งยังช่วยลดความซับซ้อนในการควบคุมการนำพากลิ่น อีกทั้งยังง่ายและสะดวกกับผู้ใช้งานในการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะจะมีข้อแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานเครื่องตรวจกลิ่นชนิดอื่น เพราะระบบอื่น จะใช้หลักการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพที่ดูความคล้ายคลึงกันของแพทเทิร์นของแต่ละกลิ่นที่ตรวจจับได้ แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นจะทำการเปรียบให้เห็นเชิงปริมาณ (%) ว่ากลิ่นแต่ละกลิ่นแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร ที่คล้ายกับการจดจำกลิ่นของมนุษย์ที่ไม่จำเป็นต้องรู้ว่าในกลิ่นนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบ ของสารชนิดใด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

“กลิ่น (Odor)” หมายถึง กลิ่นที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องหมายเพื่อแจ้งปัญหาบางอย่าง หรือแหล่งที่มาของกลิ่น มลพิษทางอากาศปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม การวินิจฉัยโรค รวมถึงการระบุตัวตนของมนุษย์ในการสืบสวนอาชญากรรม กลิ่นประกอบด้วยสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds หรือ VOCs) ที่มักจะมีมวลโมเลกุลอยู่ที่ระหว่าง 30 ถึง 300 กรัม ต่อโมเลกุล โมเลกุลที่หนักกว่าข้างต้นไม่ได้เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่าย เพราะโมเลกุลเหล่านั้นจะมีความดันไอที่อุณหภูมิห้องที่ต่ำเกินไปจะไม่สามารถใช้งานกลิ่นนั้นในการตรวจวัดได้ [1], [2]

“กลิ่นของมนุษย์ (Human Odor)” กลิ่นของมนุษย์ประกอบด้วยสารอินทรีย์ระเหยง่าย หลายร้อยสารอินทรีย์ระเหย ส่วนใหญ่สารอินทรีย์ระเหยกลิ่นมนุษย์เป็นประเภทคาร์บอน ขนาดโมเลกุล 6-10 อะตอมคาร์บอน เป็นกรดไม่อิ่มตัว แบบโซ่ตรง (Straight chain) หรือโซ่ที่มีกิ่งก้านสาขา (Branched chain) เมื่อสารที่หลั่งจากต่อมกลิ่น เมื่อกรดเหล่านั้นหลั่งออกมาด้านนอกของผิวหนัง สารดังกล่าวจะถูกเชื้อแบคทีเรีย (Corynebacteria spp.) เปลี่ยนให้เป็นสารที่มีกลิ่นซึ่งก็คือ แอมโมเนียและกรดไขมันสายสั้น สารอินทรีย์ระเหยเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาจากร่างกายมนุษย์รวมกับสภาพแวดล้อม [3]

จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบผู้สนใจทำวิจัยด้านการพัฒนาในการใช้เทคนิคการใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับกลิ่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

Sunil et al.[4] ได้เสนอวิธีการรวบรวมข้อมูลตัวชี้วัดทางชีวภาพของสารอินทรีย์ระเหย ในกลิ่นของแต่ละบุคคล โดยการหาองค์ประกอบสารอินทรีย์ระเหยเช่น แอลกอฮอล์, กรดลดีไฮด์, เอสเทอคีโตน, สารประกอบคาร์บอนิลซัลไฟด์, สารไฮโดรคาร์บอน และอื่นสาร ๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทรกราฟีแมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์- (Gas Chromatography–Mass Spectrometry หรือ GC-MS) ในการหาองค์ประกอบกลิ่นของแต่ละบุคคล พบว่ากลิ่นของแต่ละบุคคลจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

Thara et al. [5] ได้พัฒนาเทคโนโลยีเสื้อในการดมกลิ่นกายเพื่อตรวจสอบสุขภาพของผู้สวมใส่ขึ้นมา หลักการทำงานของเสื้อตัวนี้คือ การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดกลิ่นจำนวน 8-16 ตัว ที่ทำงานพร้อมๆ กันเป็นอาร์เรย์ เมื่อร่างกายปล่อยกลิ่นออกมา โมเลกุลกลิ่นจะเข้าไปจับกับโมเลกุลของเซ็นเซอร์ ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเซ็นเซอร์เปลี่ยนไป ซึ่งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อกับเซ็นเซอร์ก็จะอ่านสัญญาณเข้ามาประมวลผล บันทึกลงไปในหน่วยความจำ SD Card ที่สามารถนำข้อมูลกลับมาใช้ในภายหลัง ในขณะเดียวกันข้อมูลกลิ่นกายยังสามารถถูกส่งผ่านเครือข่ายไร้สาย Bluetooth หรือ XBee มายังคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟน ผลจากการประเมินระบบพบว่าผู้สวมใส่มีโอกาสที่จะได้รับสัญญาณเตือนภัยเกี่ยวกับภาวะสุขภาพและกลิ่นที่ผิดปกติจากการสงสัยว่าเป็นโรค

Ji Zhang et al. [6] ได้เสนอในการออกแบบการจำแนกและทดสอบสำหรับการระบุกลิ่น ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะ

หลีกเลี่ยงการระบุความเข้มข้นของกลิ่นที่ต่างออกไปของกลิ่นที่ถูกปรุงแต่งขึ้นมาและกลิ่นในอากาศ เมื่อจำนวนของตัวอย่างกลิ่นเข้าไปยังพาชนะปิดผนึกที่ไม่สมบูรณ์ จะส่งผลกระทบต่อการระบุและการจำแนกกลิ่นเป็นอย่างมาก เนื่องจากอิทธิพลของกลิ่นที่ถูกสกัดขึ้นมาและกลิ่นในอากาศที่ได้ทดสอบกับจมูกอิเล็กทรอนิคส์ กับช่วงเวลาที่ทำการทดสอบครั้งแรก พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของกลิ่น ซึ่งพิสูจน์โดยใช้รูปแบบของฟังก์ชั่นการตอบสนองของเซ็นเซอร์ในความเข้มข้นที่ต่างกันของกลิ่นเดียวกันจะถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของรูปแบบการวิเคราะห์โดเมนของความถี่ที่ซับซ้อน เปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ของแต่ละโมเดลจะถูกระบุออกมา ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นพบว่าการตอบสนองของเซ็นเซอร์และความเข้มข้นของกลิ่นไม่ใช่เชิงเส้น

Ayhan และ Muhendisligi [7] ได้ศึกษาปัญหาและหาแนวทางการแก้ปัญหา ในการแยกแยะกลิ่นที่เกิดจากการตอบสนองช้าของเซ็นเซอร์ ในการตรวจจับกลิ่นต่างๆของเซ็นเซอร์ โดยการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าในการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับเซ็นเซอร์ ระหว่าง 4.5 V และ 5.5 V พบว่าจากการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนภายในเซ็นเซอร์เพิ่มมากขึ้น จากที่เซ็นเซอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้นส่งผลให้เซ็นเซอร์มีความเร็วในการตรวจจับกลิ่นเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

Atsushi และ Hiroshi [8] ได้จำลองรูปแบบในการทำงานของระบบจมูกอิเล็กทรอนิคส์ โดยการเลียนแบบการสูดดมกลิ่นของสุนัข ซึ่งสุนัขมักจะสูดอากาศข้างหน้าเข้าไป และปล่อยออกมา ซึ่งการปล่อยออกมานั้นจะทำให้เกิดการไหลของอากาศในบริเวณข้างหน้าจมูกของสุนัขซึ่งจะช่วยในการรวบรวมกลิ่น จากลักษณะการสูดดมกลิ่นของสุนัขดังกล่าวจึงได้ออกแบบระบบการตรวจจับกลิ่น โดยติดตั้งปั๊มอากาศ และเซ็นเซอร์วัดก๊าซจำนวน 2 ชุดด้านซ้ายและด้านขวา อากาศจะถูกดูดผ่านท่อทั้ง 2 และถูกส่งต่อไปยังเซ็นเซอร์วัดก๊าซ ไอเสียของปั๊มจะถูกปล่อยย้อนออกมาอีกทาง โดยระบบปั๊มที่มีลิ้นในการควบคุมอากาศ จะทำให้อากาศไหลออกไปยังทิศทางที่ห่างจากเซ็นเซอร์วัดก๊าซ และทำหน้าที่เป็นม่านอากาศ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การสร้างกระแสอากาศจะช่วยสนับสนุนการกำหนดทิศทางที่มาของแหล่งก๊าซโดยการสร้างความแตกต่างระหว่างการตอบสนองของเซ็นเซอร์ทั้งด้านซ้ายและขวา สามารถตรวจสอบก๊าซได้โดยไม่ต้องประมวลผลสัญญาณที่มีความซับซ้อน

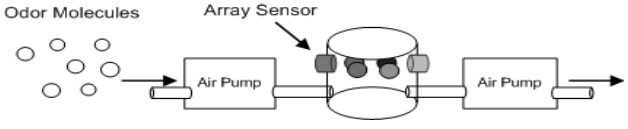
Chow [9] ได้พัฒนาระบบจมูกอิเล็กทรอนิคส์ เพื่อใช้ในการพัฒนาการสายพันธุ์สมุนไพรขึ้นมาใหม่ โดยทำการตรวจสอบกลิ่นสมุนไพรที่มีอยู่แล้ว และทำการตรวจสอบกลิ่นสมุนไพรที่ไม่ซ้ำกันกับกลิ่นสมันไพรที่มีอยู่แล้วนั้น ซึ่งระบบการตรวจสอบกลิ่นสมุนไพรประกอบด้วยชุดอาร์เรย์ของเซ็นเซอร์ก๊าซ ข้อมูลที่ได้รับจากอาร์เรย์เซ็นเซอร์จะถูกแยกโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ระบบจมูกอิเล็กทรอนิคส์ที่มีจำนวน 5 เซ็นเซอร์ สามารถที่จะจำแนกกลุ่มตัวอย่างสมุนไพรได้อย่างถูกต้อง

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดย

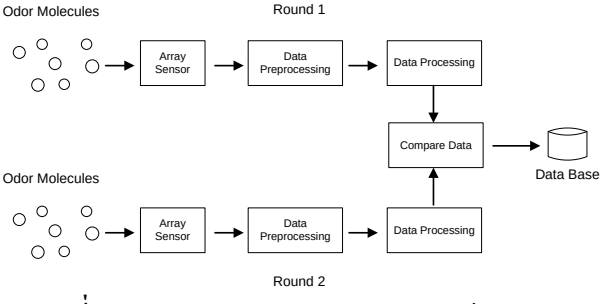
ส่วนที่ 1 เป็นระบบในการตรวจจับกลิ่นโดยใช้ระบบอาร์เรย์เซ็นเซอร์จำนวน 6 ตัวเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino โดยใช้ภาษา C และโปรแกรมช่วยพัฒนา Arduino IDE ในการควบคุมระบบ เมื่อทำการเปิดระบบโดยปุ่มสวิตช์หรือผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ในการตรวจจับกลิ่น ระบบจะมีการควบคุมอากาศเข้าโดยผ่านปั๊มสุญญากาศ ปั๊มสุญญากาศจะนำกลิ่นเข้า-ออกจากระบบโดยการผ่านวาล์วดูด-จ่ายทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลของอากาศ เพื่อให้ระบบอยู่ในสภาพปิดที่สมบูรณ์ เมื่อกลิ่นเข้ามาอาร์เรย์เซ็นเซอร์จะทำการอ่านค่าข้อมูลและส่งค่าข้อมูลไปยัง ผ่านระบบ Bluetooth ไปแสดงผลบนเครื่อง โทรศัพท์สมาร์ทโฟน หลังจากนั้นปั๊มจะทำการดูดกลิ่นออกจากชุดอาร์เรย์เซ็นเซอร์ที่อยู่ในสภาพปิดนั้นเพื่อพร้อมที่จะทำการรับกลิ่นชุดถัดไปดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การทำงานของระบบการตรวจจับกลิ่น

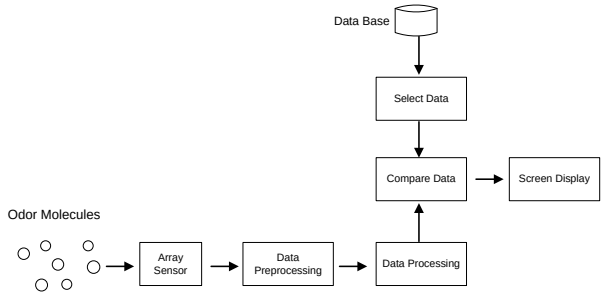
ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการบันทึกกลิ่นเป้าหมาย และการเปรียบ เทียบกลิ่นเป้าหมาย เมื่อผู้ใช้งานเปิดระบบเพื่อทำการบันทึกกลิ่นจำนวน 2 รอบ ข้อมูลทั้ง 2 ชุดจะถูกนำมา

เปรียบเทียบกัน โดยใช้การเปรียบเทียบ 2 แบบคือ เปรียบเทียบกค่าผลต่างกลิ่นของแต่ละเซ็นเซอร์ และเปรียบเทียบระยะห่างโคไซน์ Cosine Distance ระหว่างรูปแบบของกลิ่น ว่ามีความแตกต่างมากหรือน้อยเพียงไร หลังจากหน่วยประมวลผลวิเคราะห์และประมวลค่าของกลิ่นแล้วแสดงผลบนเครื่องโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันของกลิ่นทั้ง 2 รอบ แล้วผู้ใช้งานเลือกที่จะทำการบันทึกค่าที่ได้ลงฐานข้อมูลเพื่อนำมาสร้างขอบเขตฐานข้อมูลของกลิ่นเป้าหมาย ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: หลักการทำงานของระบบในการบันทึกกลิ่นเป้าหมาย

เมื่อต้องการนำข้อมูลกลิ่นไปใช้ ผู้ใช้จะต้องเลือกกลิ่นเป้าหมายจากฐานข้อมูลที่บันทึกไว้ แล้วทำการเปิดระบบเพื่อรับกลิ่นมาเปรียบเทียบว่ากลิ่นที่ทดสอบนั้นเป็นกลิ่นที่ใกล้เคียงกับกลิ่นในฐานข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้หรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบโดยใช้ค่าสัมบูรณ์ความต่างของกลิ่นจากอาร์เรย์เซ็นเซอร์แต่ละตัวเทียบกับ Threshold รวมทั้งใช้ คำนวณหาระยะห่างโคไซน์ Cosine Distance ของรูปแบบข้อมูลที่ 2 เพื่อให้ได้ความแม่นยำความคล้ายคลึงของกลิ่นมากขึ้น หลังจากหน่วยประมวลผลวิเคราะห์และประมวลเหล่านี้ค่าของแล้วจะแสดงผลบนเครื่องโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นเปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงของกลิ่นเป้าหมายกับกลิ่นที่นำมาทดสอบดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: หลักการทำงานของระบบในเปรียบเทียบกลิ่นต้นแบบ

3.2 การพัฒนาระบบแสดงผล

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบระบบตรวจจับกลิ่นและติดตามกลิ่นได้ง่ายผ่านแอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในระบบ แอนดรอยด์โดยใช้โปรแกรม MIT App Inventor 2 ในการช่วยพัฒนาแอปพลิเคชัน และ ใช้ฐานข้อมูล Fusion Table บน Google Cloud เชื่อมต่อโดยใช้ Table ID และ APIKey และเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายข้อมูลที่ได้รับจากระบบตรวจจับกลิ่นจะแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยใช้ Google Graph Image ในการช่วยแสดง รวมทั้งมีการใช้ Speech to Text ในการอ่านออกเสียงเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกลิ่นด้วย

3.3 การทดสอบระบบ

เพื่อทดสอบคุณภาพของระบบก่อนนำไปใช้งานจริง ผู้วิจัยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การทดสอบระบบในขั้นแอลฟา (Alpha Stage) เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของระบบ โดยผู้วิจัยเอง หลังจากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น และการทดสอบระบบในขั้นเบต้า เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยจะทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ 1. กลุ่มตัวอย่างของกลิ่นที่มีกลิ่นเฉพาะตัวแรงได้แก่ ยาหม่อง น้ำปลา และน้ำหอม เป็นต้น 2. กลุ่มตัวอย่างจากกลิ่นของเสื้อผ้าที่เคยถูกสวมใส่แล้วได้แก่ ถุงเท้า เสื้อ และชุดชั้นใน 3. กลุ่มตัวอย่างกลิ่นที่ส่งออกมาจากร่างกายที่ไม่ได้ถูกปรุงแต่งได้แก่ เท้า รักแร้ และต้นคอ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบจากผลการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง และให้ผู้ใช้งานทดสอบเพื่อนำข้อมูลการทดสอบไปแก้ไขและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

3.4 การประเมินผลระบบ

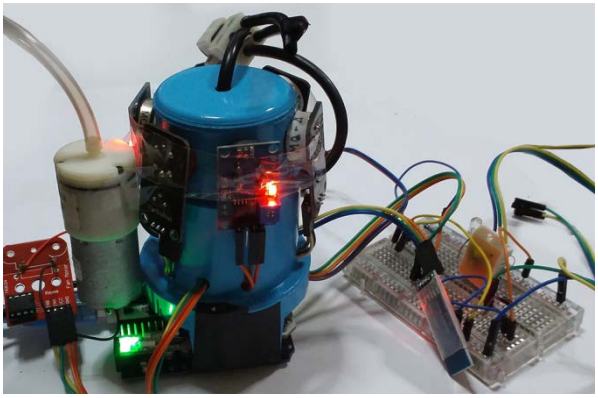
เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนา ขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง 3กลุ่มละ 3 กลิ่น กลิ่นละ 30 รอบ จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์โดยใช้หลักสถิติ โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งสรุปผลข้อมูล

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนของชุดอุปกรณ์ระบบตรวจจับกลิ่นดังภาพที่ 4 ประกอบด้วยชุดอาร์เรย์เซ็นเซอร์ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V ติดตั้ง

อยู่บนกระบอกรับกลิ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.3 เซนติเมตร สูง 4.7 เซนติเมตร มีปริมาตร 68.28 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีปั๊มสุญญากาศขนาด 3 V และ 5 V สำหรับรับกลิ่นเข้า-ออก มีการติดตั้งสวิตช์ สำหรับผู้ใช้งานในการเปิดใช้งานระบบตรวจจับกลิ่น และส่งข้อมูลของแต่ละเซ็นเซอร์ที่แปลงเป็นอักขระ (Srting) ออกทาง Serial Port และขา RX(0) , TX(1) ที่เชื่อมต่อกับ Bluetooth บนบอร์ด Arduino โดยมีอัตราการส่งข้อมูล ที่ 9600 บิตต่อวินาที ไปยังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนซึ่งถูกตั้งค่าให้ Bluetooth เป็นโหมด Client และรับค่าจากของเซ็นเซอร์จากบอร์ด Arduino ทุกๆ 2.5 วินาที



ภาพที่ 4: ชุดอุปกรณ์ระบบตรวจจับกลิ่น

ส่วนของแอปพลิเคชันในการบันทึกกลิ่นเป้าหมาย และเปรียบเทียบกลิ่นดังภาพที่ 5 ในการบันทึกกลิ่นเป้าหมายเมื่อข้อมูลถูกส่งจากระบบตรวจจับกลิ่น แล้วทำการแปลงค่าที่ได้ให้เป็นค่าตัวเลขแล้วเก็บเป็นข้อมูลอาร์เรย์เพื่อนำไปคำนวณ และแสดงผลเป็นกราฟ เมื่อทำการเปิดระบบตรวจจับกลิ่นครั้งที่ 2 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าสัมบูรณ์ของผลต่างของค่าแต่ละเซ็นเซอร์ โดยทำการกำหนดค่า Threshold ของแต่ละเซ็นเซอร์ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 10 หน่วย และคำนวณหาระยะโคไซด์ของรูปแบบของกลิ่นทั้ง 2 ชุด เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 2 รอบ โดยสมการที่ใช้คือ

$$100 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(100 - (|A_i - B_i| \times \frac{100}{\text{Threshold}})}{N}$$

และ

$$100 - (1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(A_i\, B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(|A_i|^2)}\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(|B_i|^2)}}) \times 1000$$

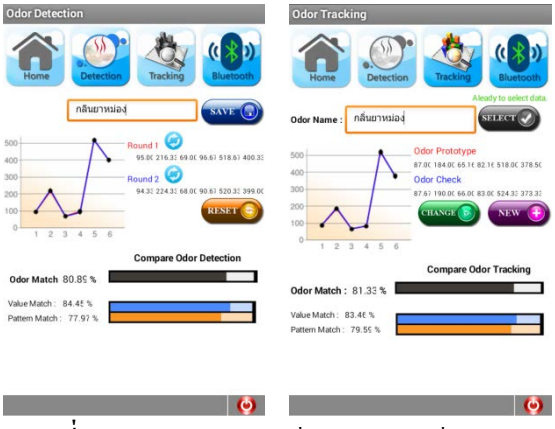
เมื่อ Ai คือข้อมูลของแต่ละเซ็นเซอร์ของกลิ่นชุดที่ 1

Bi คือข้อมูลของแต่ละเซ็นเซอร์ของกลิ่นชุดที่ 2

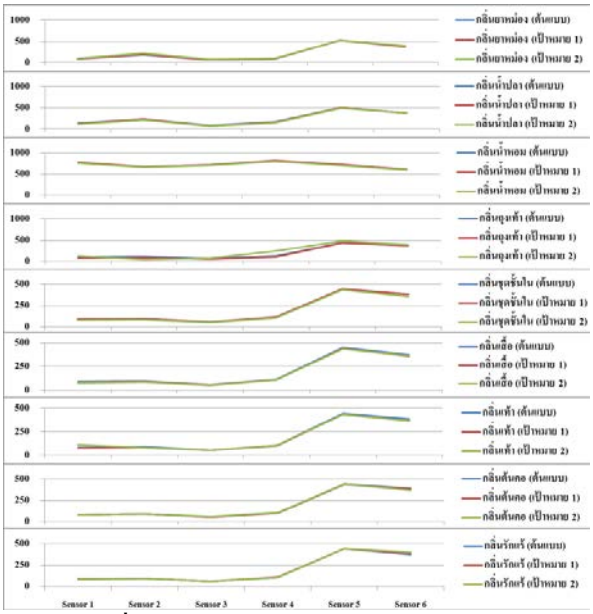
N คือจำนวนจุดของข้อมูลใน 1 ชุด

แล้วถ้าเปอร์เซ็นต์ ความคล้ายคลึงกันของกลิ่นจากการคำนวณมีค่ามากกว่า 80% แอปพลิเคชันจะแสดงส่วนของการบันทึกกลิ่นเข้าฐานข้อมูล

ในส่วนของการเปรียบเทียบกลิ่นกับกลิ่นเป้าหมายจะทำการเลือกกลิ่นเป้าหมายจากฐานข้อมูลก่อน เมื่อทำการตรวจสอบกับกลิ่นที่ต้องการตรวจสอบแล้วจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงกันของกลิ่นแสดงให้เห็น และสามารถเปลี่ยนกลิ่นที่ต้องการตรวจสอบใหม่ได้ และเพื่อป้องกันข้อมูลที่ได้รับมาไม่สมบรูณ์ แอปพลิเคชั่นจะมีการตรวจสอบค่าที่ได้รับก่อนที่จะแสดงผลทุกครั้ง



ภาพที่ 5: แอปพลิเคชันบันทึกกลิ่น และติดตามกลิ่นเป้าหมาย



ภาพที่ 6: การทดสอบกลิ่นต้นแบบด้วยกลิ่นเป้าหมาย

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างละ 3 กลิ่น โดยใช้จำนวน 30 รอบ ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีกลิ่นเฉพาะตัวแรงที่มีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง สามารถตรวจจับและติดตามกลิ่นได้ดีโดยมีประสิทธิภาพอยู่ที่ประมาณ 82.22% ระบบไม่สามารถตรวจจับกลิ่น และติดตามกลิ่นได้จากกลุ่มตัวอย่างจากกลิ่นของเสื้อผ้าที่เคยถูกสวมใส่ระบบสามารถ และกลิ่นมนุษย์ปกติ เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบอยู่เพียง 32.1% และ25.02% ตามลำดับ

ตารางที่ 1: จำนวนครั้งที่สามารถตรวจจับกลิ่นเป้าหมาย จากกลิ่นได้ถูกต้อง

กลุ่มที่ 1	ยาหม่อง	น้ำปลา	น้ำหอม	สรุป
จำนวน	26	23	25	82.22%
กลุ่มที่ 2	ถุงเท้า	เสื้อ	ชุดชั้นใน	สรุป
จำนวน	11	8	10	32.22%
กลุ่มที่ 3	เท้า	รักแร้	ต้นคอ	สรุป
จำนวน	9	9	5	25.55%

5. สรุปผล

ระบบตรวจจับและติดตามกลิ่นที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถใช้งานได้ง่ายเนื่องจากนำแสดงผลการตรวจจับกลิ่นโดยใช้ค่าความคล้ายคลึงซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แทนการดูรูปแบบของกลิ่นเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่ามีกลิ่นที่เซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับได้ทำให้ไม่สามารถตรวจจับกลิ่นได้ดีเท่าที่ควร แต่ระบบจะใช้งานได้ดีก็ต่อเมื่อใช้ตรวจจับกลิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ

6. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาเพิ่มเติมดังนี้

1. เพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์ให้สามารถตรวจจับก๊าซได้หลายชนิดมากขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการหาค่าความแตกต่างของแต่ละกลิ่น

2. พัฒนาระบบจ่ายแรงดันไฟให้กับระบบอาร์เรย์เซ็นเซอร์ให้มีแรงดันที่คงที่ และรักษาความร้อนของหัวอ่านก๊าซในแต่ละเซ็นเซอร์ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับก๊าซได้เร็วขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Sichu L., "Overview of Odor Detection Instrumentation and the Potential for Human Odor Detection in Air Matrices." *MITRE Innovation Program and U.S. Government Nano-enabled Technology Initiative, 2009.*

[2] Yuwono A. and Lammers P.S., "Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation." *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development VI, 2004.*

[3] Curran A.M., Rabin S.I., and Furton K.G., "Analysis of the Uniqueness and Persistence of Human Scent." *Forensic Science Communications 7, 2005.*

[4] Sunil K.J., et al. "Data fusion approach for human body odor discrimination using GC-MS spectra." *2014 IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2014.*

[5] Thara S., et al. "On-cloth wearable E-nose for monitoring and discrimination of body odor signature." *2014 IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2014.*

[6] Zhang J., Qin G. and Zhang W., "Complex Frequency-domain Analysis of Sensor Response Function for Quantitative Odor Identification." *4th International Congress on Image and Signal Processing, 2011.*

[7] Ayhan T. and Muhendisligi B. "Statistical pattern analysis assisted selection of polymers for odor sensor array." *2011 International Conference on in Signal Processing Communication Computing and Networking Technologies (ICSCCN), 2011.*

[8] Atsushi K. and Hiroshi I. "Active Stereo Olfactory Sensing System for Localization of Gas/Odor Source." *Seventh International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA '08, 2008.*

[9] Chow K.K., et al. "E-nose herbs recognition system based on Artificial Neural Network technique." *2013 IEEE Ninth International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2013.*

การวิเคราะห์สถานภาพการจัดการองค์ความรู้สำหรับพัฒนามุ่งสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ตามหลักการประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย
An Analysis of Knowledge Management Situation Pursue Learning Institutes based on Quality Assurance Concept for Universities in Thailand

จีรวรรณ นกเอี้ยงทอง(Jeerawan Nokeangthong)[1] ประสงค์ ปราณีตพลกรัง(Prasong Praneetpolgrang)[2]
นิเวศ จิระวิชิตชัย(Nivet Chirawichitchai)[3]
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
[1]jeerawan74@hotmail.co.th, [2]prasong.pr@spu.ac.th, [3]nivet.ch@spu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพการจัดการองค์ความรู้สำหรับพัฒนามุ่งสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ลักษณะของการวิจัยได้เน้นการวิจัยเอกสาร ประกอบด้วยเอกสารทางวิชาการ นโยบาย กลยุทธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพการศึกษา นอกจากนั้น ยังได้ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ทรงคุณวุฒิใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้าน CMMI ด้านการประกันคุณภาพการศึกษา และด้านการจัดการความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย ได้คะแนนต่ำกว่าระดับ 5 คิดเป็น 38 % อย่างไรก็ดี งานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาที่จะทำให้ได้คะแนนถึงเกณฑ์ในระดับที่ 5 และความพร้อมมุ่งไปสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ จำนวน 6 แนวทางพัฒนา ได้แก่ 1. ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 2. ด้านกระบวนการจัดการองค์ความรู้ 3. ด้านโครงสร้างองค์กร 4. ด้านทรัพยากรบุคคล 5. ด้านการควบคุมและดำเนินการ และ 6. ด้านประสิทธิภาพและการวัดผล

คำสำคัญ: CMMI สถาบันแห่งการเรียนรู้ การประกันคุณภาพ

Abstract

This study targets the analysis the status of knowledge management of academic institutes following the assessment criterias from Office of the Higher Education Commission (OHEC). This study aims on the strategy, policy and academic reports and documents from OHEC. Furthermore, experts from different fields; CMMI, Quality Assurance, and Knowledge Management are insight interviewed. The reports obviously show that about 38% of the academic institutes did not pass 5-score qualification. Moreover, this study propose the methods and plans in 6 categories; IT, KM, Infrastructure, Human Resource, Operation and Control, and evaluation for those academic institutes which do not pass the 5-score qualification to become the learning institutes in the near future.

Keywords: CMMI, Learning Institutes, Quality Assurance.

1. บทนำ

การพัฒนาสถาบันให้มีขีดสมรรถนะสูงและทันสมัย บุคลากรมีความเป็นมืออาชีพ พันธกิจที่ต้องปฏิบัติคือ ส่งเสริมให้หน่วยงานของรัฐมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และจัดการความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อก้าวไปสู่การเป็นสถาบันแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกมหาวิทยาลัยจึงต้องมีการประกันคุณภาพการศึกษาตามที่คณะกรรมการการอุดมศึกษากำหนดไว้ และเพื่อให้ทุกมหาวิทยาลัยได้ทำการประเมินการประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาแก้ไขให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาการจัดการองค์ความรู้และให้คำแนะนำการจัดการองค์ความรู้โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นตัวช่วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการจัดการองค์ความรู้

ความหมายของการจัดการองค์ความรู้(Knowledge Management: KM) คือวิธีการที่ใช้ รวบรวม พัฒนา และการแบ่งปันองค์ความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในองค์กร ซึ่งผลที่ได้จากวิธีการนี้จะทำให้องค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายจากการใช้องค์ความรู้ที่ได้มา [1] การจัดการองค์ความรู้นั้นมีผู้วิจัยหลากหลายสาขาได้สรุปเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้ไว้ว่ามีความสำคัญต่อการแข่งขันในท้องตลาด [2] รวมทั้ง องค์ความรู้ที่ได้มายังเป็นทรัพยากรที่สำคัญขององค์กร [3] ทั้งนี้ต้องมีการพัฒนาสถาบันให้เป็นสถาบันแห่งการเรียนรู้

2.2 การพัฒนาสถาบันสู่ความเป็นสถาบันแห่งการเรียนรู้ของมาร์ควอร์ท [4]

สถาบันที่จะพัฒนาไปสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้จะต้องประกอบด้วยระบบย่อยที่สำคัญ 5 ระบบ ดังที่มาร์คควอร์ทได้นำเสนอดังนี้

1. การเรียนรู้ (Learning) เป็นลักษณะของพลวัตการเรียนรู้ (Learning Dynamics) และเป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้เกิดได้ในระดับบุคคล ระดับทีมงานและระดับองค์การ

2. องค์การ (Organization) ได้กล่าวถึงการปรับเปลี่ยนองค์การ (Organization Transformation) ซึ่งการที่องค์การจะพัฒนาไปสู่องค์การแห่งการเรียนรู้ได้นั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ ในองค์การดังนี้ วิสัยทัศน์องค์การ วัฒนธรรมองค์การ กลยุทธ์องค์การและโครงสร้างองค์การ

3. บุคคล (People) กล่าวถึง การเสริมอำนาจบุคคล (People Empowerment) คือเปิดโอกาสให้บุคลากรทุกคนในองค์การได้มีการเรียนรู้ร่วมกัน มีความสัมพันธ์กันเป็นเครือข่ายและทำประโยชน์ร่วมกันเพื่อสังคมและชุมชน รวมถึงการที่ผู้บริหารทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง ผู้สอน และมีการทำงานร่วมกัน

4. ความรู้ (Knowledge) เป็นการจัดการความรู้ให้เกิดขึ้นในองค์การโดยจัดรูป แบบการผสมผสานการรวบรวมความรู้ การจัดระบบข้อมูล มีการแลกเปลี่ยนความรู้ การถ่ายโอนความ รู้และการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง

4. เทคโนโลยี (Technology) เป็นการปรับใช้เทคโนโลยีการจัดการความรู้ในองค์การ (Technology Application) นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในองค์การ สำหรับสนับสนุนการเรียนรู้ในองค์การสำหรับสมาชิกทุกระดับและผู้ที่เกี่ยวข้องกับองค์การในการใช้เทคโนโลยีนั้น

2.3 การประกันคุณภาพภายในมหาวิทยาลัยประเทศไทย

ตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มุ่งพัฒนาการศึกษาชาติด้วยการปฏิรูปการศึกษา หมวด มาตรา 48 ระบุให้สถานศึกษาทุกแห่ง จัดให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในของแต่ละสถานศึกษา และให้ถือว่าการประกันคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารคุณภาพ ที่จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดการศึกษาต้องมีมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะสถาบันอุดมศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีภารกิจหลัก 4 ประการ คือ การจัดการเรียนการสอน การวิจัย การให้บริการวิชาการแก่สังคม และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม การดำเนินการ ดังนั้นการดำเนินการประกันคุณภาพ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการ [4]

2.4 ลักษณะของสถาบันแห่งการเรียนรู้

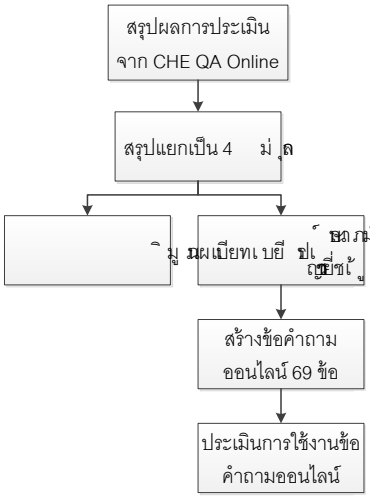
สถาบันแห่งการเรียนรู้ เป็นสถาบันที่มีการเคลื่อนไหว มีความยืดหยุ่นไม่หยุดนิ่ง หรือ พึงพอใจ กับความสำเร็จที่มีอยู่ การเป็นสถาบันแห่งการเรียนรู้สามารถพิจารณาได้จากหลายลักษณะที่เกิดขึ้นในสถาบัน ซึ่งลักษณะของสถาบันแห่งการเรียนรู้นั้นได้มีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายไว้ ดังต่อไปนี้

สถาบันแห่งการเรียนรู้มี 11 ลักษณะ ดังต่อไปนี้ [5]

1. มีโครงสร้างที่เหมาะสม
2. มีวัฒนธรรมการเรียนรู้ในสถาบัน
3. มีการเพิ่มอำนาจปฏิบัติ
4. มีการตรวจสอบ
5. ทุกคนมีส่วนสร้างและถ่ายโอนความรู้
6. มีเทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้
7. มุ่งเน้นคุณภาพ
8. ย้ำเน้นกลยุทธ์การเรียนรู้ของสถาบัน
9. มีบรรยากาศที่มุ่งส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน
10. มีการทำงานเป็นทีม
11. มีวิสัยทัศน์ร่วมกัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย สามารถเขียนเป็นแผนผังได้ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย

จาก ภาพที่ 1 ในขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้รวบรวมผลการประเมินคุณภาพการศึกษาในส่วนการจัดการองค์ความรู้จาก CHE QA Online และนำมาแบ่งเป็นสี่หมวดหมู่ตามประเภทมหาวิทยาลัย พร้อมทั้งเปรียบเทียบแผนภูมิ หลังจากนั้นจึงมีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ เพื่อสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินระดับวุฒิภาวะด้านการจัดการองค์ความรู้จำนวน 69 ข้อเป็นแบบออนไลน์ และนำไปทดสอบกับเจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เกี่ยวข้องแล้วจึงวัดผลแบบสอบถาม ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

3.1 ผลการประเมินประกันคุณภาพการศึกษา

ผลการประเมินการประกันคุณภาพการศึกษา ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยใช้ข้อมูลการประเมินการประกันคุณภาพในปีการศึกษา 2556 ในองค์ประกอบที่ 7 การบริหารจัดการ ข้อ 7.2 การพัฒนาสถาบันสู่สถาบันการเรียนรู้โดยข้อมูลที่ได้จะทำการวัดเป็น 5 ระดับ และการสรุปผลโดยหาจากค่าเฉลี่ยจากข้อมูลในแต่ละตัวชี้วัด

3.2 ผลจากกลุ่มสถาบันโดยแบ่งเป็นทั้งหมด 4 กลุ่ม

สรุปจากกลุ่มสถาบันทั้งหมด 4 กลุ่ม จำนวน 102 มหาวิทยาลัย ประกอบไปด้วย กลุ่มสถาบันเน้นการผลิตบัณฑิตและวิจัยมี 22 แห่ง กลุ่มสถาบันเน้นการผลิตบัณฑิตและพัฒนาสังคม 51 แห่ง กลุ่มสถาบันที่เน้นการผลิตบัณฑิตและพัฒนาศิลปะและวัฒนธรรม 15 แห่ง กลุ่มสถาบันเน้นการผลิตบัณฑิต 14 แห่ง

3.3 ผลตามกลุ่มที่ถึงเกณฑ์ระดับคะแนน

ทำการสรุปและจัดกลุ่มมหาวิทยาลัยตามระดับคะแนน และมหาวิทยาลัยแต่ละที่มีแนวทางปฏิบัติอย่างไร สรุปผลกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ถึงระดับคะแนน 5 มีจำนวนกี่มหาวิทยาลัย และหาสาเหตุที่ไม่ถึงระดับคะแนนที่กำหนด พร้อมทั้งสร้างแผนภูมิและสรุปแนวทาง

3.4 การสร้างแบบประเมินออนไลน์เพื่อประเมินวุฒิภาวะทางการจัดการองค์ความรู้

ในขั้นตอนสุดท้าย ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในเชิงลึก โดยจัดสร้างแบบสอบถามเป็นแบบออนไลน์เพื่อให้เจ้าหน้าที่จัดการองค์ความรู้และประกันคุณภาพในแต่ละสถาบันเข้าประเมิน จัดระดับวุฒิภาวะในการเรียนรู้ตามลักษณะของ KMMM [6, 7] และให้คำแนะนำ [8] โดยรูปแบบเป็นลักษณะเว็บไซต์ที่ง่ายต่อการเข้าถึงพร้อมทั้งมีการสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบ

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสำรวจวิเคราะห์สถานภาพการจัดการองค์ความรู้สำหรับพัฒนามุ่งสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ตามหลักการประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย ซึ่งสำรวจจากมหาวิทยาลัยทั้งหมด 102 มหาวิทยาลัย โดยใช้วิธีการคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยร้อยละและจัดลำดับการประเมินตามเกณฑ์แยกตามกลุ่มที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากำหนด ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการสรุปจากทั้งหมด 102 มหาวิทยาลัย

ชื่อมหาวิทยาลัยฯ	จำนวน (แห่ง)
มหาวิทยาลัยรัฐ	22
มหาวิทยาลัยเอกชน	33
มหาวิทยาลัยราชภัฏ	38
เทคโนโลยีราชมงคล	9

โดยที่ มหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินในระดับ 5 จำนวน 63 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 61.76 มหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินในระดับ 4 จำนวน 9 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 8.82 มหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินในระดับ 3 จำนวน 5 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 4.90 มหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินในระดับ 2 จำนวน 10 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 9.80 มหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินในระดับ 0 จำนวน 3 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 2.94 มหาวิทยาลัยที่ไม่รับการประเมิน 12 มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 11.76

4.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนของมหาวิทยาลัยที่เน้นบัณฑิตและวิจัย

ผลวิเคราะห์ที่ได้ พบว่ามีมหาวิทยาลัยที่ได้รับผลการประเมิน จากคะแนนเต็ม 5 ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยคริสเตียน และมหาวิทยาลัยชินวัตร คิดเป็นร้อยละ 5.75

4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนของมหาวิทยาลัยเน้นที่การผลิตบัณฑิตและพัฒนาสังคม

พบว่า มีมหาวิทยาลัยที่ได้รับผลการประเมินจากคะแนนเต็ม 5 ได้แก่มหาวิทยาลัยศรีปทุมมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ มหาวิทยาลัยพายัพ วิทยาลัยเซนต์หลุยส์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ วิทยาลัยพิษณุโลก วิทยาลัยดุสิตธานี มหาวิทยาลัย นานาชาติแสตมฟอร์ด มหาวิทยาลัยสยาม มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย คิดเป็นร้อยละ 2.63

4.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนของมหาวิทยาลัยที่เน้นการผลิตบัณฑิตและพัฒนาศิลปะและวัฒนธรรม

จากผลการวิเคราะห์ พบว่ามีมหาวิทยาลัยที่ได้รับผลการประเมิน จากคะแนนเต็ม 5 ได้แก่ มหาวิทยาลัยทักษิณ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา คิดเป็นร้อยละ 7.58

4.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนของมหาวิทยาลัยที่เน้นการผลิตบัณฑิต

ในส่วนนี้ พบว่ามีมหาวิทยาลัยที่ได้รับผลการประเมินจากคะแนนเต็ม 5 ได้แก่ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น มหาวิทยาลัยเกริก มหาวิทยาลัยรัชภาคย์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชศรีวิชัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน คิดเป็นร้อยละ 11.63

4.5 ผลการใช้แบบสอบถามออนไลน์ในการช่วยประเมินระดับวุฒิภาวะด้านการจัดการองค์ความรู้

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านการประกันคุณภาพ, CMMI, และด้านการจัดการองค์ความรู้จำนวน 7 คน สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินระดับวุฒิภาวะรวม 69 ข้อ และออกแบบแบบสอบถามบนเว็บไซต์เพื่อประเมินระดับวุฒิภาวะในการจัดการองค์ความรู้ ซึ่งส่วนติดต่อผู้ใช้เป็นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ส่วนติดต่อผู้ใช้ของแบบสอบถามออนไลน์

ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบสอบถามนี้กับเจ้าหน้าที่และบุคลากรที่ทำงานด้านประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมจำนวน 10 คนในด้านต่างๆ มีการให้คะแนน 5 ระดับ ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 2

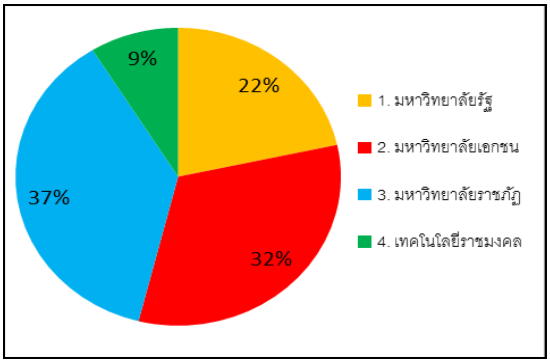
ตารางที่ 2: ผลจากผู้ใช้ในการประเมินการใช้งานแบบสอบถามออนไลน์

ข้อคำถาม	คะแนนเฉลี่ย
1. ทำให้เห็นภาพรวมในการจัดการองค์ความรู้	4.40
2. มีความชัดเจนในการใช้แบบสอบถาม	4.89
3. ความสะดวกในการเข้าถึง	4.89
4. ความรวดเร็วในการทำแบบสอบถาม	4.50
5. ความน่าใช้งานและทันสมัย	4.40
6. ได้รับข้อมูลที่ครบถ้วนในการปรับปรุง KM	4.70
7. มีประโยชน์ในการดำเนินงาน	4.78

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าแบบสอบถามออนไลน์ที่สร้างทำให้ผู้ใช้มองเห็นภาพรวมในการจัดการองค์ความรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (4.40 คะแนน) รวมทั้งได้รับความสะดวกในความใช้งานเป็นอย่างมาก (4.89 คะแนน)

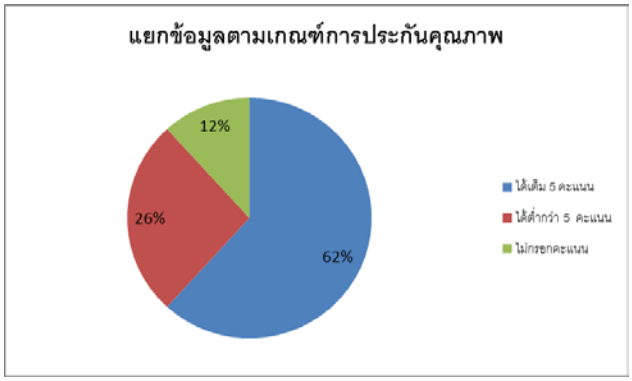
5. แผนภูมิเปรียบเทียบระดับคะแนนตามมหาวิทยาลัย

จากแบบสอบถามจำนวน 102 แบบสอบถามที่ได้ส่ง มีมหาวิทยาลัยที่ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 90 มหาวิทยาลัย คิดเป็น 88% โดยได้มีการแบ่งตามประเภทมหาวิทยาลัยดังแสดงตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ผลการประเมินแยกตามกลุ่มมหาวิทยาลัย

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่ามหาวิทยาลัยกลุ่มใหญ่ที่สุดของประเทศคือมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยเอกชน มีจำนวนรวมกันคือประมาณ 69% ซึ่งการทำการจัดการองค์ความรู้ควรจะเน้นมหาวิทยาลัยกลุ่มนี้เป็นหลัก



ภาพที่ 4: แยกตามเกณฑ์การประกันคุณภาพ

จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่ามีสถาบันศึกษาที่ได้คะแนนเต็ม 5 คะแนนคิดเป็นจำนวน 62% และรองลงมาคือ 4 คะแนนคิดเป็น 26% และ 3 คะแนนเป็น 12% ตามลำดับ

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจวิเคราะห์สถานภาพการจัดการองค์ความรู้สำหรับพัฒนามุ่งสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ตามหลักการประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยและสร้างตัวแบบที่สามารถพยากรณ์ได้ว่ามีปัจจัยใดบ้างในตัวแบบที่ส่งผลต่อการพัฒนาสถาบันสู่สถาบันแห่งการเรียนรู้ โดยทำการสำรวจจากการกรอกข้อมูลการประเมินการประกันคุณภาพตามแบบฟอร์ม CHE QA Online จำนวน 102 แห่ง ซึ่งผู้วิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาองค์กรสู่องค์กร

แห่งการเรียนรู้ มีอยู่ 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการประเมินการประกันคุณภาพขององค์ประกอบที่ 7 ข้อ 7.2 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และ 2) ไม่สามารถทำตามข้อเสนอแนะของกรรมการในเรื่องของกลยุทธ์และการบริหารจัดการองค์กร นอกจากนี้ยังได้มีการทำแบบสอบถามออนไลน์เพื่อประเมินระดับวุฒิภาวะในการจัดการองค์ความรู้จำนวน 6 ด้านได้แก่ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านกระบวนการจัดการองค์ความรู้ ด้านโครงสร้างองค์กร ด้านทรัพยากรบุคคล ด้านการควบคุมและดำเนินการ และ ด้านประสิทธิภาพและการวัดผล ซึ่งทำให้ผู้ใช้นั้นสามารถมองเห็นภาพของการจัดการองค์ความรู้ได้ชัดเจนมากขึ้น เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการจัดการองค์ความรู้ภายในสถาบันที่สังกัดต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

จุดเด่นในสถาบันการศึกษาแต่ละกลุ่มควรจะมีการจัดการเพื่อให้มีการพัฒนาให้มีระดับที่สูงขึ้น ควรมีลักษณะร่วมกันคือ ควรมีการจัดการบริหารที่ดี โดยยึดหลักธรรมาภิบาล มีนโยบายการบริหารที่ชัดเจน มีการจัดทำการบริหารความเสี่ยง และนอกจากนี้ ในสถาบันแต่ละประเภทควรมีลักษณะเพิ่มเติม สรุปได้ดังต่อไปนี้

7.1 มหาวิทยาลัยที่เน้นทางด้านบัณฑิตและวิจัย ควรมีการจัดการความรู้อย่างเป็นระบบ มีการทำแผนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับหน่วยงานต่างๆ ในระยะยาว

7.2 มหาวิทยาลัยที่เน้นการผลิตบัณฑิตและพัฒนาสังคม ควรมีการใช้ระบบสารสนเทศมาใช้ในการบริหารงาน มีการจัดการความรู้ครอบคลุมพันธกิจของมหาวิทยาลัย

7.3 มหาวิทยาลัยที่เน้นการผลิตบัณฑิตและพัฒนาศิลปะและวัฒนธรรม ควรมีการจัดการความรู้ที่เป็นระบบ มีการทำแผนยุทธศาสตร์ระบบสารสนเทศ มีระบบสารสนเทศเพื่อการบริการและตัดสินใจของผู้บริหาร มีการใช้ความรู้ทางด้านงานวิจัยและระบบสารสนเทศมาใช้เป็นฐานรองรับ

7.4 มหาวิทยาลัยที่เน้นการผลิตบัณฑิต ควรมีการจัดการความรู้ที่เป็นระบบ มีการทำแผนยุทธศาสตร์ระบบสารสนเทศ มีระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพและสามารถเชื่อมโยงกับเครือข่ายหน่วยงาน ภายนอกมหาวิทยาลัย มีการพัฒนาระบบสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

[1] Earl, MJ. (1994). 'Knowledge as Strategy: Reflections On Skandia International and Shorko Films', in Strategic Information Systems: A European Perspective (Ciborra, C., and Jelassi, T., Eds.), pp53-69, Wiley & Sons, Chichester.

[2] Introduction to Knowledge Management". University of North Carolina at Chapel Hill. Retrieved 18 April 2013.

[3] Marquardt, M. J., & Reynolds, A. (1994). The Global Learning Organization. New York: IRWIN

[4] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. คู่มือการ ประเมินคุณภาพภายนอก ระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ:

[5] Romberg, D. (1998a). 'Seeking clarity in knowledge management', Computing Canada, October 26.

[6] K. Ehms, M. Langen, "Holistic Development of Knowledge Management with KMMM", Siemens AG / Corporate Technology pp.1-8

[7] H. Y. Teah, L. G. Pee, A. Kananhalli, "Development and Application of a General Knowledge Management Maturity Model", The Proceeding of Tenth Pacific Asia Conference on Information System (PACIS 2006), pp.401-146.

[8] J. H. Lee, Y. G. Kim, "A stage model of organizational knowledge management a latent content analysis", Expert Systems with Applications Vol.20 (2001), pp. 299-311.

การสำรวจและวิเคราะห์เชิงประจักษ์ด้านความเหลื่อมล้ำของสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีในหน่วยงานภาครัฐสำหรับสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล

An Empirical Investigation and Analysis on the ICT HR Competency in the Government Sector to Support Digital Economy

เกรียงไกร ภูวณิชย์(Kriengkrai Bhuvanij)[1] ประสงค์ ปราณีตพลกรัง(Prasong Praneetpolgrang)[2]

และกุลธร เกษมสันต์(Kulthon Kasemsan)[3]

[1,3]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

kriengkr@th.ibm.com, prasong.pr@spu.ac.th, kkasemsan@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความเหลื่อมล้ำระหว่างความต้องการด้านสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีของหน่วยงานภาครัฐกับสมรรถนะจริงของบุคลากรทางด้านไอซีทีในปัจจุบันที่เป็นอยู่ ทั้งนี้เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ว่าสมรรถนะใดซึ่งเป็นที่ต้องการของทางองค์กรของภาครัฐมีความเหลื่อมล้ำสูงและสมควรที่จะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาที่สุด เพื่อให้บุคลากรทางด้านไอซีทีให้มีสมรรถนะถึงในระดับที่คาดหวัง ซึ่งจากการศึกษาในขั้นเบื้องต้น พบว่าแท้จริงแล้ว สมรรถนะของบุคลากรทางด้านไอซีทีที่เป็นที่ต้องการของภาครัฐกับสมรรถนะที่มีอยู่จริงของบุคลากรทางด้านไอซีทีในปัจจุบันนั้นมีความเหลื่อมล้ำค่อนข้างสูง ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาและปรับปรุงสมรรถนะเหล่านี้โดยเร่งด่วนที่สุด ทั้งนี้เพื่อที่จะเตรียมพร้อมประเทศไทยในการเข้าสู่เศรษฐกิจฐานความรู้และการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในอนาคตอันใกล้นี้

คำสำคัญ: สมรรถนะทางด้านไอซีที เศรษฐกิจดิจิทัล เศรษฐกิจฐานความรู้

Abstract

This paper studies on the gap between the required ICT competencies for HR in government sector and the current existing ICT competencies of HR in the market which will help to identify that what ICT competencies have the highest gap and deserve to be improved and developed to meet the requirement of the government sector. From the study, we find that, currently, there is a significant gap between the required ICT competencies in the government sector and the existing ones. And this could bring to the concern for the urgent training and development on the specific required ICT competencies for the workforce to best support government sector. Hence this could prepare Thailand to be ready for the Knowledge-based Economy and the upcoming ASEAN Economic Community.

Keywords: ICT Competency, Digital Economy, Knowledge-based.

1. บทนำ

ในเวทีการประชุมอาเซียนซัมมิท เมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 สมาชิกประชาคมอาเซียนได้ประกาศถึงจุดมุ่ง หมายร่วมกัน ในการเชื่อมต่อการสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างประเทศสมาชิกด้วยกันโดยการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่ง ขันและการยกระดับความร่วมมือทางด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการกำหนดและการยกระดับมาตรฐานของสมรรถนะของทรัพยากรของบุคลากรทางด้านไอซีที เพื่อที่จะให้ภูมิภาคนี้มีทรัพยากรมนุษย์ที่พร้อมไปด้วยความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ ในอันที่จะทำให้ประชาคมอาเซียนกลายเป็นประชาคมเศรษฐกิจฐานความรู้ในปีพ.ศ. 2558 [1]

ในส่วนของประเทศไทยนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 รัฐบาลได้ประกาศถึงโครงสร้าง 5 ประการประกอบด้วย 1. Hard Infrastructure 2. Soft infrastructure 3. Service Infrastructure 4. Promotion and Innovation และ 5. Society and Knowledge เพื่อที่จะผลักดันประเทศไทยเข้าสู่ยุค "Digital Economy" หรือ "เศรษฐกิจดิจิทัล" โดยที่รัฐบาลไทยคาดหวังว่า เศรษฐกิจดิจิทัลนี้จะช่วยเสริมความแข็งแกร่งของประเทศ และนำพาสู่ความก้าวหน้าในภูมิภาคนี้ ยิ่งไปกว่านั้นนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัลนี้ยังสอดคล้องกับกรอบนโยบาย ICT-2020 ซึ่งมีเป้าประสงค์ที่จะผลักดันประเทศไทยเข้าสู่เศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ โดยใช้ไอซีทีในการสร้างความรู้ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมในการผลิตสินค้าและการให้บริการ โดยจุดประสงค์หลักของยุทธศาสตร์นี้ ก็เพื่อต้องการให้ประเทศไทยมีบุคลากรที่มีคุณภาพจำนวนที่เพียงพอที่จะสา มารถพัฒนา และใช้ไอซีทีได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อที่เตรียมพัฒนาประเทศให้ก้าวเข้าสู่เศรษฐกิจฐานความรู้และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ [2]

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในช่วง 3 - 4 ทศวรรษที่ผ่านมานั้น บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของหน่วยงานภาครัฐยังมีจานวนไม่มากนัก สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) จึงได้กำหนดให้ตำแหน่งงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นตำแหน่งที่ขาดแคลน ทำให้ภาคการศึกษาได้มีการเร่งผลิตบุคลากรในด้านดังกล่าวให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ตามความต้องการด้วยการกำหนดหลักสูตรการศึกษา และพัฒนาบุคลากรในด้านที่เกี่ยวข้องขึ้นเป็นจำนวนมาก จนสามารถรองรับความต้องการโดยทั่วไปได้ในระดับหนึ่ง แต่เมื่อกลับมาพิจารณาถึงโครงสร้างของตำแหน่งงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีรายละเอียดของการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อนและหลากหลาย ทำให้เกิดปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ต้องมาปฏิบัติงานที่ไม่ตรงตามความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญที่มีอยู่ จนส่งผลให้การปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของหน่วยงานภาครัฐ ไม่เป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ดังที่กล่าวข้างต้น การพัฒนาบุคลากรทางด้านไอซีทีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาครัฐ เพื่อที่จะสร้างทรัพยากรมนุษย์พร้อมด้วยสมรรถนะที่เป็นที่ต้องการสำหรับการการพัฒนาและใช้ไอซีทีให้กับภาครัฐได้อย่างมีประสิทธิภาพนี้ จะเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญ ในการที่จะนำภาครัฐและประเทศไทยเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัลหรือเศรษฐกิจฐานความรู้ได้

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงมีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อที่จะศึกษาถึงสมรรถนะทางด้านไอซีทีใดที่เป็นที่ต้องการของหน่วยงานในภาครัฐ
2. เพื่อที่จะศึกษาถึงความเหลื่อมล้ำของความคาดหวังขององค์กรภาครัฐต่อสมรรถนะที่เป็นอยู่จริงของบุคลากรทางด้านไอซีทีในปัจจุบัน
3. เพื่อที่จะศึกษาถึงสมรรถนะใดซึ่งที่ต้องการของทางองค์กรของภาครัฐและสมควรที่จะต้องมีการปรับ ปรุงจะต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาที่สุดเพื่อ ให้บุคลากรทางด้านไอซีทีให้มีสมรรถนะถึงในระดับที่คาดหวัง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

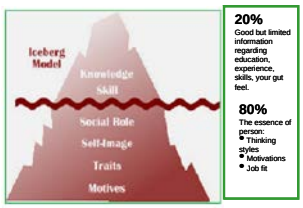
2.1 การนิยามเศรษฐกิจฐานความรู้ เศรษฐกิจภาคบริการ เศรษฐกิจภาคบริการที่ใช้ฐานความรู้ และ เศรษฐกิจดิจิทัล

คำว่า Knowledge Based Economy (KBE) หรือเศรษฐกิจฐานความรู้นั้นได้ถูกนิยามเป็นครั้งแรกโดย Organization for Economy Co-Operation and Development หรือ OECD ว่าเป็นเศรษฐกิจที่ขึ้นโดยตรงการผลิต การแจกจ่ายและการใช้ความรู้และข้อมูล [3] ในงานวิจัยของ Choudaha [4] คำว่าเศรษฐ- กิจความรู้ เศรษฐกิจภาคบริการ เศรษฐกิจใหม่และเศรษฐกิจภาคบริการที่ใช้ฐานความรู้นั้นสามารถใช้ทดแทนกันได้ ซึ่งคำต่างๆเหล่านี้ ได้อธิบายถึงลักษณะของเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนของบริการระหว่างกัน การแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน และมีการแลกเปลี่ยนและดำเนินการค้าขายทางธุรกิจที่ต้องใช้เทคโนโลยีและข้อมูล นอกจากนั้น Turban [5] ได้อธิบายเศรษฐกิจดิจิทัลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางด้านข้อมูล และการสันทนาการที่ข้อมูลได้ถูกแปลงให้อยู่คอมพิวเตอร์ในรูป แบบดิจิทัลซึ่งรวมถึงกระบวนการทำงานและการบริการใดๆที่เป็นลักษณะแบบนี้ด้วย ทั้งนี้ ชื่ออื่น ๆ ของเศรษฐกิจดิจิทัลยังรวมถึง เศรษฐกิจอินเทอร์เน็ต เศรษฐกิจฐานความรู้ เศรษฐกิจโครงข่ายไอซีที (Network Economy)

เศรษฐกิจฐานเว็บ (Web-based Economy) และ เศรษฐกิจใหม่ (New Economy) ดังนั้นในบทความวิจัยฉบับนี้ จะอ้างถึงคำว่า เศรษฐกิจฐานความรู้ โดยถือว่ามีความเดียวกันกับเศรษฐกิจภาคบริการ เศรษฐกิจภาคบริการที่ใช้ฐานความรู้ และเศรษฐกิจดิจิทัล

2.2 การนิยามคำว่าสมรรถนะ

คำว่าสมรรถนะนั้นคือ ประสิทธิภาพในการใช้หรือประยุกต์ ใช้ความรู้ ความชำนาญ ความสามารถ อุปนิสัยและลักษณะพิเศษของบุคคลคนนั้น เพื่อกระทำงานนั้นภายใต้หน้าที่และบทบาทที่ได้รับมอบหมายให้เป็นผลสำเร็จ รูปแบบจำลองภูเขาน้ำแข็งของสมรรถนะดังแสดงในภาพที่ 1 ได้อธิบายถึงคุณลักษณะของสมรรถนะว่า สมรรถนะบางส่วนที่อยู่บนผิวน้ำและสามารถที่เห็นได้นั้น ได้แก่ความรู้และทักษะความชำนาญ แต่สมรรถนะที่อยู่ใต้ผิวน้ำและไม่สามารถเห็นได้นั้น คือ สมรรถนะทางด้านอุปนิสัย ซึ่งได้แก่ทัศนคติ ลักษณะพิเศษ กมลสันดาน แนวความคิด ภาพลักษณ์ของบุคคลนั้น ความสามารถในการปรับตัวเข้าได้กับองค์กรและอื่นๆ [6]

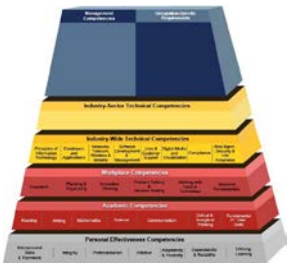


ภาพที่ 1: แบบจำลองภูเขาน้ำแข็งของสมรรถนะ

2.3 การนิยามคำว่ารูปแบบจำลองของสมรรถนะทางด้านไอซีทีสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัล

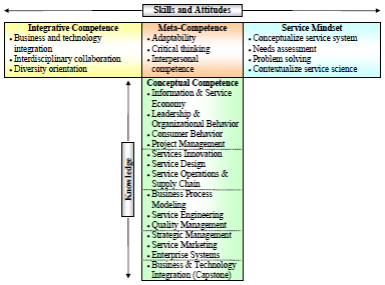
ในบทความวิจัยฉบับนี้ ได้อ้างอิงถึงรูปแบบจำลองของสมรรถนะทางด้านไอซีที ของกระทรวงแรงงานของประเทศสหรัฐอเมริกา [7] ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งสมรรถนะในชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 3 ของแบบจำลองนั้นได้รวมถึงสมรรถนะทางด้านความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับคน สมรรถนะความมีประสิทธิผลส่วนบุคคล สมรรถนะที่เกิดจากเรียนรู้ทางด้านวิชาการในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย สำหรับในชั้นที่ 4 จะเป็นชั้นสมรรถนะที่เป็นความรู้ทางด้านไอซีทีทั้ง 8 ด้านคือ ด้านพื้นฐานไอซีที ด้านฐานข้อมูล ด้านเครือข่ายโทรคมนาคมการสื่อสาร ด้านการพัฒนาซอฟท์แวร์ ด้านการสนับสนุนผู้ใช้งานไอซีที ด้านดิจิทัลมีเดีย ด้านการปฏิบัติตามข้อกำหนด และด้านมาตรการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางด้านไอซีที และในส่วนชั้นที่ 5–7 นั้นจะเป็นสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมและธุรกิจที่เกี่ยวข้องสมรรถนะทางด้านเฉพาะของสายอาชีพและสมรรถนะทางด้านการบริหารการจัดการตามลำดับ

ในขณะที่แบบจำลองของสมรรถนะทางด้านผู้ให้วิทยาการบริการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจภาคบริการนั้น Choudaha [4] ผู้ซึ่งทำการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลองของสมรรถนะซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจำลองรูปตัวอักษร T โดยได้กำหนดให้สมรรถนะทางด้านความรู้ในการให้บริการอยู่ในแนว



ภาพที่ 2: แบบจำลองสมรรถนะทางด้านไอซีที (US DoL)

ดิ่งของตัวอักษร T ส่วนสมรรถนะทางด้านทักษะและทางด้านทัศนะคติในการให้บริการนั้น จะอยู่ในแนวนอนของตัวอักษร T ซึ่งแบบจำลองนี้จะอธิบายได้เป็นอย่างดีเกี่ยวกับสมรรถนะทางด้านภาคอุตสาหกรรมบริการที่ใช้ฐานความรู้



ภาพที่ 3: แบบจำลองสมรรถนะวิทยาการบริการ

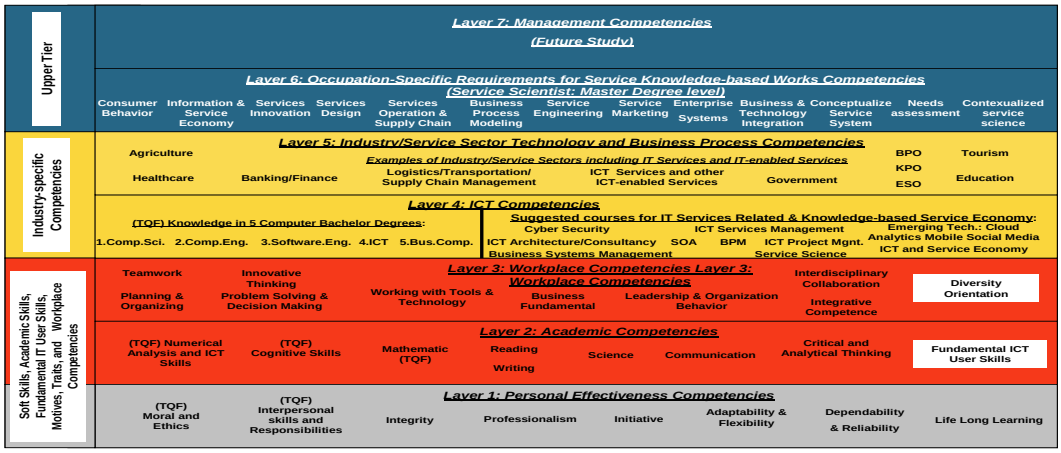
สำหรับในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2554 กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้ประกาศกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (Thailand Qualifications Framework for Higher Education หรือ TQF) ของหลักสูตรทาง

ด้านไอซีทีหรือคอมพิวเตอร์ใน 5 สาขาวิชา คือ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ซึ่งเน้นถึงความรู้ไอซีทีทางด้านต่าง ๆ อาทิ ระบบการประยุกต์ใช้ไอซีที กระบวนการทางด้านเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ โครงสร้างพื้นฐานทางด้านไอซีที เป็นต้น นอกจากนั้น กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของหลักสูตรทางด้านไอซีทีหรือคอมพิวเตอร์ยังกำหนดสมรรถนะในอีก 5 ด้านคือ สมรรถนะทางด้านคุณธรรม สมรรถนะทาง ด้านจริยธรรม สมรรถนะทางด้านความรู้ สมรรถนะทางด้านทักษะทางปัญญา สมรรถนะทางด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ สมรรถนะทางด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งกรอบมาตรฐานคุณวุฒิฯนี้เป็นไปตามกฎปฏิบัติของมาตรฐานสากล [8]

Scientist Model) จะถูกนำมาผนวกประสานไว้ด้วยกันเกิดเป็นแบบจำลองการพัฒนาสมรรถนะของบุคลากรทางด้านไอซีทีสำหรับการขับเคลื่อนประเทศไทยเพื่อเข้าสู่เศรษฐกิจความรู้ดังภาพที่ 4

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับระเบียบวิธีวิจัยในบทความนี้จะมีการนำแบบจำลองการพัฒนาสมรรถนะของบุคลากรทางด้านไอซีทีสำหรับการขับเคลื่อนประเทศไทย เพื่อการเข้าสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ดังกล่าวข้างต้นมาใช้เป็นแบบจำลองเพื่อศึกษาในขั้นเบื้องต้น เพื่อหาว่าสมรรถนะใดเป็นสมรรถนะที่พึงประสงค์ของบุคลากร ทางด้านไอซีทีของทางภาครัฐ ตลอดจนใช้ในการศึกษาหาความเหลื่อมล้ำของสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีในหน่วยงานภาครัฐ และสมรรถนะใดที่ควรจะต้องการพัฒนาเพื่อลดความเหลื่อมล้ำ



ภาพที่ 4: แบบจำลองสมรรถะทางด้านไอซีทีสำหรับประเทศไทยเพื่อการเข้าสู่เศรษฐกิจฐานความรู้

ดังที่กล่าวข้างต้น บทความวิจัยฉบับนี้จะใช้แบบจำลองสมรรถนะของกระทรวงแรงงานของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นโครงสร้างพื้นฐานของสมรรถนะทางด้านไอซีที โดยที่สมรรถนะในชั้นที่ 4 จะเป็นสมรรถนะทางด้านไอซีทีกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา ของหลักสูตรทางด้านไอซีที TQF บวกด้วยสมรรถนะทางด้านความรู้ ที่ได้จากหลักสูตรไอซีทีเพื่อการบริการ (IT Service Curriculum (ITSC)) และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเช่น Cloud Analytics, Big Data, Mobility, Social and Security และสมรรถนะในชั้นที่ 5 ซึ่งเป็นสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีและขั้นตอนกระบวนการของธุรกิจจนถึงสมรรถนะในชั้นที่ 6 ซึ่งเป็นสมรรถนะทางด้านวิทยการบริการ (Service

ของสมรรถนะทางด้านไอซีทีนั้นให้น้อยลงหรือดีขึ้น โดยที่กระบวนการวิจัยจะเป็นการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หรือ ผู้บริหารที่มีบทบาทสำคัญในองค์กร โดยมาจากภาคการศึกษา ภาคอุตสาหกรรมและบริการไอซีที ภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ และ ภาคธุรกิจ ภาครัฐและภาคการลงทุนจากต่างชาติเป็นจำนวน 12 ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่เป็นผู้เชี่ยวชาญมาจากภาครัฐ เช่น กระทรวงไอซีที สำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ และ กรมสื่อสารทหารบก นั้น ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ จะถูกนำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์หาว่า สมรรถนะใดเป็นสมรรถนะที่พึงประสงค์ของบุคลากรทางด้านไอซีทีของทาง

ภาครัฐ ตลอดจนใช้ในการศึกษาหาความเหลื่อมล้ำของสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอ- ซีทีในหน่วยงานภาครัฐ โดยในส่วนของการศึกษาสมรรถนะที่พึงประสงค์ของทางภาครัฐนั้น แบบสอบถามที่ถูกใช้จะถามผู้เชี่ยวชาญถึงสมรรถนะของบุคลากร ว่าด้านใดที่เป็นสมรรถนะที่พึงประสงค์ โดยการให้คะแนนออกเป็นเกณฑ์ใน 5 ลำดับจากมากไปน้อยโดยใช้ Likert Scale จาก 5 ถึง 1 คือ จาก สำคัญมากที่สุด (5) ถึงไม่สำคัญเลย (1) และ ในส่วนของศึกษาถึงความเหลื่อมล้ำ ของสมรรถนะบุคลากรทางด้าน ไอซีทีนั้น แบบสอบถามที่ถูกใช้ จะถามผู้เชี่ยวชาญว่าเห็นด้วยหรือไม่ว่าบุคลากรทางด้านไอซีทีขององค์กรภาครัฐนั้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านไอซีทีของหน่วยงาน โดยใช้ Likert Scale 5 ระดับเช่นกัน มาเป็นเครื่องมือในการวิจัย ประกอบกับ สมการที่ 1, 2, 3 และ 4 รวมทั้งเนื้อหาที่ได้มาใช้ในการสร้างกราฟในภาพที่ 5 - 6

$$\text{Each.Required.Competency}_{\text{layer}} = \left\{ x \in \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{each.expert.view.score}_i}{n} : 3 \le x \le 5 \right\} \quad (1)$$

$$\text{Required.Competencies}_{\text{Layer j}} = \left\{ y \in \frac{\sum_{j=1}^{m} \text{each.required.competency}_j}{m} : 3 \le x \le 5 \right\} \quad (2)$$

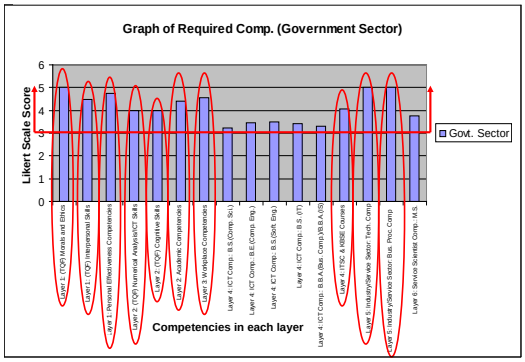
$$\text{Gap.Competency}_{\text{layer}} = \left\{ x \in \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{each.expert.view.score}_i}{n} : 1 \le x \le 3 \right\} \quad (3)$$

$$\text{Gap.Competencies}_{\text{Layer j}} = \left\{ y \in \frac{\sum_{j=1}^{m} \text{gap.competency}_j}{m} : 1 \le y \le 3 \right\} \quad (4)$$

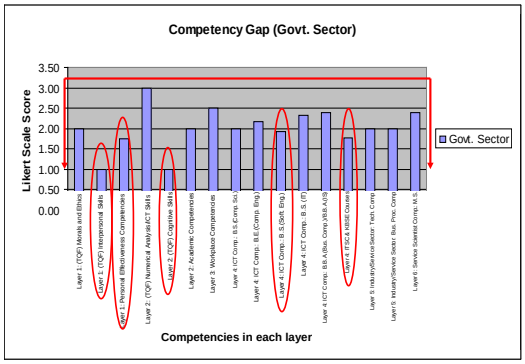
4. ผลการวิจัย

จากกราฟในภาพที่ 5 ซึ่งแสดงสมรรถนะของบุคลากรไอซีทีที่พึงประสงค์สำหรับหน่วยงานภาครัฐ ที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 กลุ่ม จะพบว่าสมรรถนะทั้งหมดที่อยู่ในชั้นตั้งแต่ 1–6 ได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3 ขึ้นไป ซึ่งหมายความว่าสมรรถนะเหล่านี้ถูกเห็นว่า มีความสำคัญจนถึงสำคัญมากที่สุดซึ่งบุคลากรทางด้านไอซีทีจำเป็นที่ต้องมี โดยที่สมรรถนะที่ได้คะแนนตั้งแต่ 4 ขึ้นไป (สำคัญมากจนถึงสำคัญที่สุด) ได้แก่ ได้แก่ สมรรถนะทางด้านคุณธรรม สมรรถนะทางด้านจริยธรรม สมรรถนะทางด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ สมรรถนะทางด้านความมีประสิทธิผลส่วนบุคคล สมรรถนะทางด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สมรรถนะทางด้านทักษะทางปัญญา สมรรถนะที่เกิดจากเรียนรู้ทางด้านวิชาการ ตลอดจนสมรรถนะทางด้านการทำงานในที่ทำงาน นอกจากนี้ยังมี สมรรถนะทางด้านความรู้ที่ได้จากหลักสูตรไอซีทีเพื่อการบริการ และสมรรถนะในชั้นที่ 5 ซึ่งเป็นสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยี และขั้นตอนกระบวนการของธุรกิจ

ในส่วนของกราฟในภาพที่ 6 นั้นแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะที่เกิดจากความเหลื่อมล้ำซึ่งจากการวิจัยค้นพบว่า สมรรถนะที่เป็นจริงที่บุคลากรไอซีทีภาครัฐ ในขณะนี้ส่วนใหญ่ยังไม่ตรงกับความต้องการทางด้านไอซีทีของหน่วยงาน หรือองค์กรนั้นได้ โดยที่สมรรถนะเหล่านี้ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 2 ลงมา ได้แก่ สมรรถนะทางด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ สมรรถนะทางด้านความมีประสิทธิผลส่วนบุคคล สมรรถนะทางด้านทักษะทางปัญญา สมรรถนะทางวิชาในสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และสมรรถนะทางด้านความรู้ที่ได้จากหลักสูตรไอซีทีเพื่อการบริการ



ภาพที่ 5: สมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีภาครัฐที่พึงประสงค์



ภาพที่ 6: ความเหลื่อมล้ำของสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีภาครัฐ

ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้น จากการวิเคราะห์กราฟทั้งสองจะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่สำคัญได้ว่า สมรรถนะที่เป็นทั้งสมรรถ-

นะที่พึงประสงค์ และสมรรถนะที่ยังเกิดความเหลื่อมล้ำของต่อการตอบสนองต่อความต้องการของภาครัฐ ที่จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาบุคลากรทางด้านไอซีทีนั้น พบว่าสมรรถนะทางด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ สมรรถนะทางด้านความมีประสิทธิผลส่วนบุคคล สมรรถนะทางด้านทักษะทางปัญญา สมรรถนะทางวิชาในสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟท์แวร์ และสมรรถนะทางด้านความรู้ที่ได้จากหลักสูตรไอซีทีเพื่อการบริการ จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาทันทีในขณะนี้ เพื่อให้มีเกณฑ์หรือมาตรฐานที่สูงขึ้น โดยมีสมรรถนะอื่นๆนอกเหนือจากที่กล่าวแล้วนั้น ควรที่จะได้การพัฒนาในลำดับถัดไป

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าความเหลื่อมล้ำระหว่างความต้องการด้านสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีของหน่วยงานภาครัฐกับสมรรถนะจริงของบุคลกรทางด้านไอซีที ในปัจจุบันที่เป็นอยู่นั้นมีอยู่จริง ดังรายละเอียดของสมรรถนะดังกล่าวอยู่ในผลการวิจัยข้างต้น โดยที่สมรรถนะทางด้านไอซีทีที่พึงประสงค์สำหรับหน่วยงานภาครัฐได้แก่ สมรรถนะทางด้านคุณธรรมและจริยธรรม สมรรถนะทางด้านทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ สมรรถนะทางด้านความมีประสิทธิผลส่วนบุคคล สมรรถนะทางด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สมรรถนะทางด้านทักษะทางปัญญา สมรรถนะที่เกิดจากเรียนรู้ทางด้านวิชาการ สมรรถนะทางด้านการทำงานในที่ทำงานและสมรรถนะทาง ด้านความรู้ที่ได้จากหลักสูตรไอซีทีเพื่อการบริการ

จากผลการศึกษา โดยการนำเอาสมรรถนะทางด้านไอซีทีที่เกิดความเหลื่อมล้ำมาวิเคราะห์ร่วมกับสมรรถนะทางด้านไอซีทีที่พึงประสงค์ดังรายละเอียดข้างต้นนี้นั้น ผลการวิจัยนี้สามารถที่จะนำไปสู่ข้อสรุป ถึงสมรรถนะของบุคลากรทางด้านไอซีทีที่องค์กรภาครัฐจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาบุคลากรทาง ด้านไอซีทีในทันที เพื่อให้มีสมรรถนะที่สามารถสนองต่อความต้องการขององค์กรภาครัฐได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาจากบทวิจัยนี้ยังคงเป็นการศึกษาในขั้นเบื้องต้น ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ในเชิงลึกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญขนาดเล็ก ซึ่งในอนาคต หากมีการดำเนินการวิจัยที่สามารถจะได้ข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีความหลากหลายและมาจากหน่วยงานภาครัฐที่มีความครอบคลุมทั่วถึงยิ่งขึ้น ผลของการวิจัยนี้จะมีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือสูงยิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษา ในเรื่องของความเหลื่อมล้ำของสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีในหน่วยงานภาครัฐนี้ จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาสมรรถนะบุคลากรทางด้านไอซีทีให้มีขีดความสามารถที่สูงขึ้น สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านไอซีทีขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนสามารถสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจฐานความรู้และการเข้าร่วมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในอนาคตอันใกล้นี้เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] The Association of Southeast Asian Nations (ASEAN), “ASEAN Economic Blueprint at the 13th ASEAN Summit on 20 November 2007,” 2007.

[2] The Ministry of ICT, “National ICT Policy Framework 2011-2020: ICT2020 ,” Government of Thailand, 2011.

[3] Organization for Economics Co-Operation and Development (OECD), “The Knowledge-Based Economy,” Paris, France Head of Publications Service, OECD, 1996.

[4] R. Choudaha, “Competency-Based Curriculum for A Master’s Program in Service Science, Management and Engineering (SSME): An Online Delphi Study,” Morgridge College of Education, University of Denver, November 2008.

[5] E. Turban, D. Leidner, E. McLean, *Information Technology for Management: Transforming Organizations in the Digital Economy*, 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2005.

[6] L.M. Spencer, S.M. Spencer, *Competence at work*, New York,Wiley, 1993.

[7] U. S Department of Labor, Employment and Training Administration, “Information Technology Competency Model,” CareerOneStop, Copyright © 2014 State of Minnesota, http://www.careeronestop.org/competencymodel/pyramid.aspx?it=Y, 2014.

[8] Office of the Higher Education Commission, “Thailand Qualification Framework for Bachelor Degrees”, 2009.

การประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์
Application of CAN Bus in Locker Control System

ธวัชชัย สารวงษ์(Thawatchai Sarawong)[1] รุจน์ วังรุ่งอรุณ(Rud Wangrungarun)[2]
และ ศิริภรณ์ อิ่มพร(Siriporn Imporn)[3]
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
[1]thawatchai.s@rmutk.ac.th, [2]rudw@mail.rmutk.ac.th, [3]545021000603@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

แคนบัส (CAN Bus) เป็นมาตรฐานการสื่อสารแบบบัสอนุกรม ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่น โดยถูกพัฒนาขึ้นใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อลดการเดินสายที่ซับซ้อน ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการนำแคนบัสมาประยุกต์ใช้กับการให้บริการตู้ล็อกเกอร์ แต่เดิมในการให้บริการตู้ล็อกเกอร์ที่ใช้การยืนยันตัวตนด้วยรหัสผ่าน ผู้ใช้ต้องจำรหัสผ่านและหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในกรณีที่ผู้ใช้ไม่สามารถจำรหัสผ่านหรือหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ได้ โดยจะต้องทำการติดต่อเจ้าหน้าที่เพื่อทำการพิสูจน์ตัวจริงด้วยวิธีการอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดการเสียเวลาและเพิ่มภาระให้ทั้งกับผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่โดยไม่จำเป็น ดังนั้นในการพัฒนาระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหา และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้จากการใช้งานระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์ดังกล่าว โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสำหรับผู้ใช้งานและส่วนสำหรับเจ้าหน้าที่ ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจในการใช้บริการตู้ล็อกเกอร์โดยผู้ใช้บริการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับดี และความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: แคนบัส, ล็อกเกอร์, แอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

Abstract

CAN bus is a serial communications bus standards that allow microcontrollers and devices to communicate with each other. Originally designed for automotive applications to reduce wiring complexities. This paper study the development of locker control system using CAN bus. Lockers that use password authentication required user to remember the password and locker number. When the user cannot remember the password or locker number, they need to contact staff for other methods of authentication which unnecessarily wasted time and increasedpersonnel's work load. The objective of development of locker control system is to solve such problems. The system has 2 service processes for user and staff. The results from the evaluation by users showed that the satisfaction level is good with average value of 3.83 and standard deviation of 0.56 and results from the evaluation by operators showed that the satisfaction level is good with average value of 4.11 and standard deviation of 0.55.

Keywords: CAN Bus, Locker, Mobile Application.

1. บทนำ

ตู้ล็อกเกอร์ที่ให้บริการเก็บของโดยทั่วไปประกอบด้วยช่องเก็บของและประตูล็อคสำหรับปิดตู้ล็อกเกอร์ โดยวิธีการล็อคนั้นอาจจะใช้กุญแจใช้รหัสผ่าน หรือใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาควบคุมการเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ ซึ่งถ้าหากเป็นการใช้กุญแจหรือรหัสผ่าน ผู้ใช้มีโอกาสที่จะลืมกุญแจหรือลืมรหัสผ่านได้ ทำให้ไม่สามารถเปิดตู้ล็อกเกอร์ได้ด้วยตนเอง และต้องทำการแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการเพื่อทำการปลดล็อคตู้ล็อกเกอร์ ซึ่งจะเกิดความยุ่งยากในการจัดการ [1]

หากมีระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์เข้ามาช่วยในการให้บริการ ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบตู้ล็อกเกอร์ว่างผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application)ได้ล่วงหน้า จากนั้น

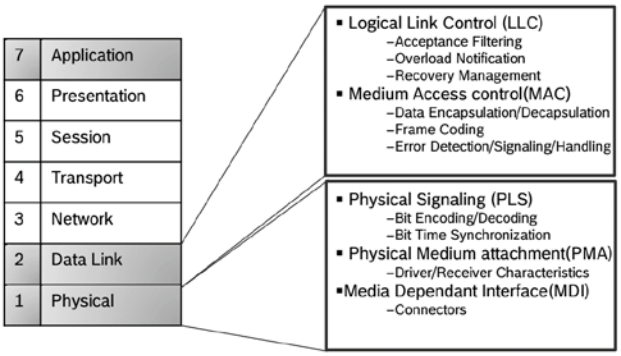
ผู้ใช้สามารถทำการจองตู้ล็อกเกอร์ผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ทันทีและสามารถยืนยันตัวตนได้โดยการใช้ป้ายอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification : RFID) โดยที่ไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบตู้ล็อกเกอร์ว่างโดยการเดินทางมาที่ตู้ล็อกเกอร์ รวมถึงช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการยืนยันตัวตนแทนการใส่รหัสหรือใช้กุญแจแบบปกติ และแก้ปัญหาการลืมรหัสผ่านหรือลืมหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ของผู้ใช้ เนื่องจากใช้บัตรอาร์เอฟไอดีในการยืนยันตัวตนและสามารถตรวจสอบหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ได้ผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

จากเหตุผลดังกล่าวผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์ผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยใช้แคนบัส (Controller Area Network : CAN) ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุมตู้ล็อกเกอร์ ซึ่งแคนบัสรองรับการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนของตู้ล็อกเกอร์ที่ควบคุมได้และยังรองรับความสามารถด้านความคงทนต่อความเสียหายโดยสามารถที่จะแยกอุปกรณ์ที่เกิดข้อผิดพลาดออกจากบัส เพื่อลดผลกระทบของข้อผิดพลาดได้

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แคนบัส

แคนบัสเป็นมาตรฐานในการสื่อสารแบบอนุกรมที่กำหนดโดยมาตรฐาน ISO-11898 และ ISO-11519 โดยกำหนดลักษณะการสื่อสารในชั้น Physical และ Data Link ของแบบจำลอง OSI ดังภาพที่ 1 แคนบัสถูกพัฒนาขึ้นสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อลดการเดินสายที่ซับซ้อน โดยใช้สายสื่อสารเพียงสองเส้นแทน และนั้นยังได้กำหนดเรื่องการป้องกันการรบกวนทางไฟฟ้าและความสามารถในการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล ซึ่งความสามารถเหล่านี้ได้ทำให้แคนบัสได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่น เช่น การบริหารจัดการอาคารอัตโนมัติ การแพทย์ การเกษตร การผลิต เป็นต้น [2][3]



ภาพที่ 1: มาตรฐานของแคนบัสกับแบบจำลอง OSI [4]

2.2 เว็บเซอร์วิส

เว็บเซอร์วิส (Web Service) คือ ระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้วิธีการในการสื่อสารข้อมูลโดยใช้กลุ่มของโพรโทคอลและมาตรฐานแบบเปิด ซึ่งทำให้ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมที่แตกต่างกันหรือทำงานบนแพลตฟอร์มที่แตกต่างกันสามารถสื่อสารระหว่างกันได้ ซึ่งต่างจากการสื่อสารของซอฟต์แวร์ในอดีตที่ใช้โพรโทคอลเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต [5][6]

2.3 ราสเบอร์รี่พาย

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) คือบอร์ดคอมพิวเตอร์แบบชิ้นเดียวที่พัฒนาโดยมูลนิธิราสเบอร์รี่พายในสหราชอาณาจักร โดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาการคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ [7]

2.4 อาปาเช่ คอร์โดวา

อาปาเช่ คอร์โดวา (Apache Cordova) หรือคอร์โดวา คือกลุ่มของส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นสามารถใช้เทคโนโลยีเว็บได้แก่ เอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language: HTML) ซีเอสเอส (Cascading Style Sheet: CSS) และจาวาสคริปต์ได้โดยไม่ต้องเขียนคำสั่งเฉพาะของระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้พัฒนาสามารถเข้าถึงความสามารถของอุปกรณ์ได้โดยเรียกใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ผ่านจาวาสคริปต์ ระบบปฏิบัติการที่คอร์โดวารองรับได้แก่ ไอโอเอส (iOS) แอนดรอยด์ (Android) แบล็คเบอร์รี (BlackBerry) วินโดว์โฟน (Windows Phone) ปาล์ม เว็บโอเอส (Palm WebOS) บาดา (Bada) และซิมเบียน (Symbian) [8]

2.5 โนดเจเอส

โนดเจเอส (Node.js) หรือโนดเป็นแพลตฟอร์มจาวาสคริปต์ที่นำส่วนประมวลผลจาวาสคริปต์ของกูเกิ้ลโครม (Google Chrome) มาใช้ โดยใช้สถาปัตยกรรมแบบขับเคลื่อนโดยเหตุการณ์ (Event-driven Architecture) และใช้รูปแบบการติดต่อกับอินพุต/เอาต์พุตที่ไม่ทำให้เกิดการหยุดประมวลผล (Non-blocking I/O) ซึ่งเหมาะกับการสร้างแอปพลิเคชั่นในฝั่งเครื่องให้บริการ และแอปพลิเคชั่นที่ทำงานบนระบบเครือข่าย [9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

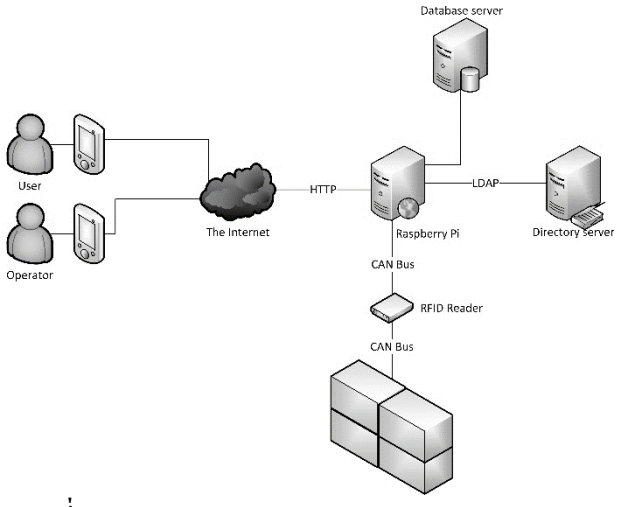
การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้โพรโตคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาโดยการสังเกตจากการใช้งานระบบล็อกเกอร์บริเวณห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และจากการสัมภาษณ์อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการให้บริการและศึกษาการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

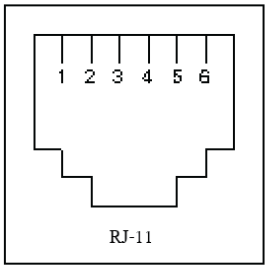
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์ประกอบด้วยหน่วยควบคุมล็อกเกอร์พัฒนาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยอ่านป้ายอาร์เอฟไอดีสำหรับการพิสูจน์ตัวจริงเพื่อเข้าใช้งาน โดยเมื่อผู้ใช้บริการทำการยืนยันตัวตนด้วยการใช้บัตรอาร์เอฟไอดี อุปกรณ์จะทำการอ่านหมายเลขประจำตัวผู้ใช้ที่เก็บในหน่วยความจำบนบัตร แล้วทำการส่งข้อมูลดังกล่าวบนแคนบัสให้อุปกรณ์ควบคุมตรวจสอบการเข้าใช้บริการ หน่วยควบคุมการให้บริการที่ทำงานบนบอร์ดราสเบอร์รี่พาย ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการเว็บเซอร์วิสและสื่อสารกับหน่วยควบคุมล็อกเกอร์และแอปพลิเคชั่นสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมล็อกเกอร์

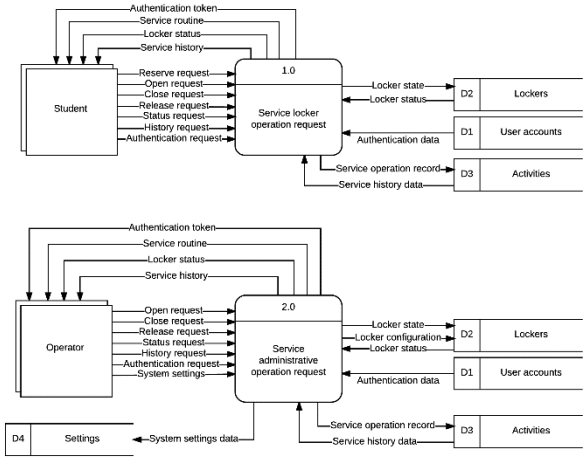
การเชื่อมต่อแคนบัสใช้สายชนิด CAT5e และตัวเชื่อมต่อแบบ RJ-11 โดยใช้สายทั้งหมด 4 เส้น ได้แก่ CAN-H CAN-L 12V และ GND มีการกำหนดสายเชื่อมต่อดังภาพที่ 3



สายที่	หน้าที่
1	ไม่ใช้งาน
2	CAN-H
3	12V
4	GND
5	CAN-L
6	ไม่ใช้งาน

ภาพที่ 3: หัวเชื่อมต่อแบบ RJ-11 และหน้าที่ของสายสัญญาณ

ข้อมูลและกระบวนการในระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์สามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพกระแสข้อมูล ดังภาพที่ 3



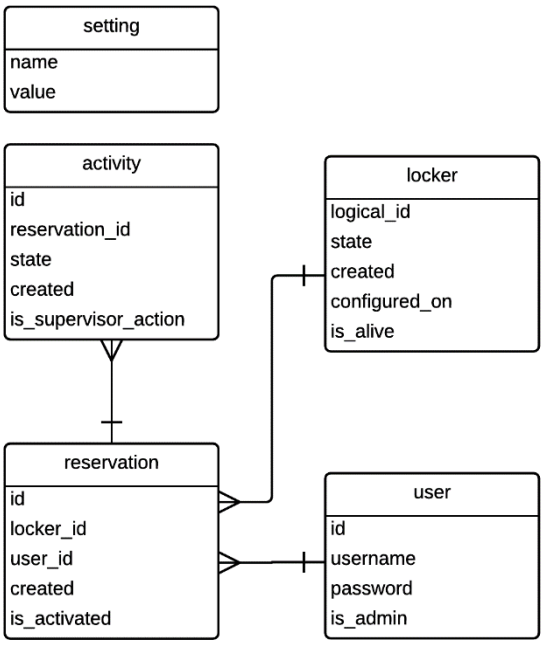
ภาพที่ 3: แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบควบคุมล็อกเกอร์

จากภาพที่ 3 ระบบประกอบด้วยกระบวนการหลักทั้งสิ้น 2 กระบวนการ สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

กระบวนการที่ 1.0 เป็นกระบวนการในการให้บริการกับผู้ใช้บริการ โดยทำการรับคำขอใช้บริการ ได้แก่ คำขอในการพิสูจน์ตัวตนก่อนใช้บริการ คำขอในการจองล็อกเกอร์ คำขอเปิดตู้ล็อกเกอร์ คำขอในการเลิกใช้ตู้ล็อกเกอร์ และคำขอดูประวัติการใช้บริการ โดยกระบวนการจะทำการให้บริการตามคำขอของผู้ใช้บริการ

กระบวนการที่ 2.0 เป็นกระบวนการในการให้บริการกับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกระบวนการให้บริการของผู้ใช้บริการแต่มีสิทธิ์ในการเข้าใช้งานตู้ล็อกเกอร์ได้ทุกตู้ สามารถดูประวัติการใช้งานของผู้ใช้บริการ และสามารถตั้งค่าการให้บริการของระบบ

ผู้พัฒนาได้ออกแบบระบบฐานข้อมูล โดยใช้ Entity Relationship Diagram (ER-Diagram) เพื่อแสดงโครงสร้างข้อมูลและความสัมพันธ์ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: แผนภาพ ER-Diagram ของระบบควบคุมล็อกเกอร์

3.3 การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์โดยพัฒนาหน่วยควบคุมตู้ล็อกเกอร์และอุปกรณ์อ่านบัตรอาร์เอฟไอดีด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และสื่อสารกับหน่วยควบคุมที่ทำงานบนราสเบอร์รี่พายผ่านแคนบัส หน่วยควบคุมการให้บริการทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux และพัฒนาส่วนของการให้บริการเว็บเซอร์วิสแบบ REST (Representational State Transfer) ด้วยภาษาจาวาสคริปต์บนแพลตฟอร์มของโนดเจเอส ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL รุ่น 9.4.1 ซึ่งรองรับการทำงานตามเวลาที่กำหนด, Trigger และ Stored Procedure ในการให้บริการฐานข้อมูล ส่วนของการพิสูจน์ตัวตนเชื่อมต่อกับเครื่องให้บริการสารบบผ่านโพรโทคอล LDAP และพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่บนคอร์โดวา

3.4 การทดสอบระบบ

ผู้วิจัยได้กำหนดแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ การทดสอบในขั้นแอลฟา (Alpha Testing) ทดสอบโดยการนำวงจรต้นแบบมาเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุม และทดลองการทำงานโดยผู้วิจัยทำการเรียกใช้บริการต่างๆ ของระบบผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การทดสอบในขั้นเบต้า (Beta Testing) ทดสอบโดยนำวงจรควบคุมไปติดตั้งบนตู้ล็อกเกอร์และทดลองใช้งานโดยผู้วิจัยทำการทดสอบเรียกใช้บริการต่างๆ ในลักษณะของการใช้งานจริง และทำการวัดปริมาณงานบนแคนบัส

ในการประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการได้ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการ ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจำนวน 30 คน จากประชากรนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล ประเมินโดยบรรณารักษ์ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 11 คน

4. ผลการดำเนินงาน

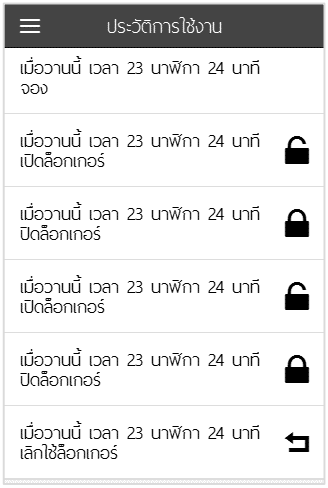
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับผู้ใช้ได้แบ่งหน้าจอใช้งานตามหน้าที่การทำงานเป็น 5 ส่วน ได้แก่ เข้าสู่ระบบ ดูสถานะตู้ล็อกเกอร์ แจ้งสถานะการเข้าใช้งานล็อกเกอร์ และดูประวัติการใช้งาน โดยแอปพลิเคชั่นสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลได้เพิ่มหน้าจอในส่วนของ การตั้งค่าตู้ล็อกเกอร์ และการตั้งค่าระบบเข้ามา เพื่อใช้ในการจัดการระบบ

ในการนำแคนบัสมาใช้ ได้ใช้วงจรรวม MCP2551 ในการรับส่งข้อมูลบนแคนบัส ซึ่งรองรับจำนวนอุปกรณ์บนบัสสูงสุด 112 อุปกรณ์ โดยกำหนดอัตราบิตในการส่งข้อมูลที่ 50 กิโลบิตต่อวินาที และใช้รูปแบบ Identifier ของข้อความที่กำหนดขึ้นเอง



ภาพที่ 5: แสดงหน้าสถานะตู้ล็อกเกอร์



ภาพที่ 6: แสดงหน้าประวัติการใช้งาน

4.2 ผลการทดสอบปริมาณงานบนแคนบัส

ในการทดสอบระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์ขนาด 19 ตู้ พบว่ามีอัตราการใช้งานบัสเฉลี่ยที่ 1086 บิตต่อวินาที จากความเร็วในการส่งข้อมูล 50 กิโลบิตต่อวินาที คิดเป็นร้อยละ 2.17% จากการทดลองซ้ำจำนวน 30 ครั้ง โดยข้อความส่วนใหญ่ในระบบเป็นข้อความที่ตู้ล็อกเกอร์ส่งให้กับเครื่องให้บริการเพื่อแสดงถึงสถานะการทำงานปกติ

4.3 การประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์โดยผู้ใช้บริการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมล็อกเกอร์โดยผู้ใช้บริการ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านความสะดวก	4.34	0.48	ดี
2. ด้านความง่ายในการใช้งาน	3.69	0.66	ดี
3. ด้านความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอ	3.62	0.49	ดี
4. ด้านความเร็วในการทำงานของระบบ	3.66	0.61	ดี
รวม	3.83	0.56	ดี

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 3.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 ตามลำดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์โดยเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมล็อกเกอร์โดยเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านความสะดวกในการจัดการ	4.45	0.69	ดีมาก
2. ด้านความง่ายในการใช้งาน	3.64	0.50	ดี
3. ด้านความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอ	4.10	0.54	ดี
4. ด้านความเร็วในการทำงานของระบบ	4.27	0.48	ดีมาก
รวม	4.11	0.55	ดี

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ตามลำดับ

5. สรุป

จากการพัฒนาระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์โดยใช้แคนบัส ได้ระบบที่สามารถต่อขยายเพื่อเพิ่มจำนวนตู้ล็อกเกอร์ในการให้บริการ ได้แก้ปัญหาในการลืมรหัสผ่านและหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ของผู้ใช้ อำนวยความสะดวกในการยืนยันตัวตนโดยการใช้ป้ายอาร์เอฟไอดีแทนการใส่รหัสผ่าน และเพิ่มความสะดวกในการบริหารจัดการของเจ้าหน้าที่โดยการผ่านแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับดี และจากกาการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ซึ่งอยู่ในระดับดี

เอกสารอ้างอิง

[1] หอสมุดอุลซานนัมบู, 2552, *การใช้ตู้ล็อกเกอร์* สืบค้นวันที่ 6 กันยายน 2557, [ออนไลน์], สืบค้นจาก http://www.usnl.or.kr /usnl2009/thi/e_guide/e_guide01_05.php

[2] Renesas Electronics Corporation, 2006, *Introduction to CAN* [online] Available at http://documentation.renesas.com/doc/products/mpumcu/apn/rej05b0804_m16cap.pdf (accessed September 15, 2014)

[3] Steve Corrigan, 2008, *Introduction to the Controller Area Network (CAN)* [online] Available at http://www.ti.com/lit/an/sloa101a/sloa101a.pdf (accessed September 15, 2014)

[4] Aboubacar Diarra, 2013, OSI Layers in Automotive Networks [online] Available at http://www.ieee802.org /1/files/public/docs2013/new-tsn-diarra-osi-layers-in-automotive-networks-0313-v01.pdf (accessed September 15, 2014)

[5] James Snell, Doug Tidwell and Pavel Kulchenko, *Programming Web Services with SOAP*, O'Reilly: Sebastopol, 2001

[6] รศ.ดร.อาณัติ ลีมัคเดช และ ดร.วิทูร ชื่นวชิรศิริ, *หลักการพัฒนาโปรแกรมภาครัฐ*, กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศ ยุทธศาสตร์ภาครัฐ สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2552.

[7] Matt Richardson and Shawn Wallace, *Make: Getting Started with Raspberry Pi: Electronic Projects with the Low-Cost Pocket-Sized Computer*, Maker Media: Sebastopol: 2014.

[8] John M. Wargo, *Apache Cordova 3 Programming*, Pearson Education, 2013.

[9] Brad Dayley, *Node.js, MongoDB, and AngularJS Web Development*, Pearson Education, 2014.

พัฒนาระบบเสียงและการทดสอบระบบตรวจจับวัตถุในโครงการแว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา

Development of a Sound System and Detection Safety Tests in the Obstacle-Warning Glasses for the Visually Impaired

ยุพดี หัตถสิน (Upady Hatthasin)[1] ณัฐวัฒน์ พยาราษฎร์ (Nattawat Payarach)[2]
และชาญณรงค์ ธรรมเสนา (Chanarong Tamasena)[3]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
[1]UHT@rmutl.ac.th, [2]c.curaga@gmail.com, [3]davil_sunlife@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้พัฒนาเพิ่มเติมงานวิจัยเดิมซึ่งมีระบบเสียงที่เคยแสดงผลได้ล่าช้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงอัลกอริทึมโดยให้ไปแก้ไขในส่วน Delay ทั้งหมด ซึ่งจะช่วยให้ผลเปล่งเสียงเข้าใกล้ Real Time ได้มากที่สุดและมีการทดสอบด้านความแม่นยำการวัดระยะทางอันสัมพันธ์กันกับมุมด้านหน้าของ Ultrasonic Sensor และการสะท้อนของคลื่น Ultrasonic ที่ไปตกกระทบกับวัตถุ 5 ชนิดคือ ฟองน้ำ กระจก ไม้ เหล็ก และขวดน้ำพลาสติก ผลทดสอบมี 2 ส่วน ๆ แรกเป็นการวัดระยะทางกับวัตถุ 5 ชนิด ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าเฉพาะวัตถุฟองน้ำเท่านั้นที่ไม่ตอบสนองต่อ Ultrasonic ในขณะที่วัตถุอีก 4 ชนิดที่เหลือจะมีการสะท้อนคลื่นกลับผลค่าความแม่นยำระยะทางในการสะท้อนของคลื่นจากวัตถุแต่ละชนิดได้ส่งผลให้ต้องคำนึงถึงกลไกในการวางตำแหน่งอุปกรณ์และการออกแบบระบบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้พิการทางสายตา ส่วนที่สองเป็นแบบประเมินจากคนสายตาปกติและผู้พิการทางสายตา ด้านความแม่นยำในการวัดระยะทางได้ 93.61% และได้ 85.41% ด้านความสามารถแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วขึ้น ได้ 94.16% และได้ 87.50% ด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีสวมใส่แว่นตาได้ 86.87% และได้ 79.68% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การวัดระยะทาง ระบบเสียง ผู้พิการทางสายตา อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์

Abstract

This article is a further development of previous research which has been shown to delay the audio system. Therefore, it is necessary to improve the algorithm by the editor of a Delay. It gives the utterance approaches Real Time as possible. It is aimed to test the accuracy of measuring the distance associated with the angle in front of Ultrasonic Sensor. Also, it is examined the reflection of Ultrasonic wave to the incident with the five materials of sponges, glass, wood, metal, and plastic bottle of water. The testing result has two parts. The first is experiments to measure the distance for those five materials. Their testing results shows that only sponges did not respond to Ultrasonic while other four materials reflect back. Their reflecting results of the precise distance from the object of each type of wave were diagnosed in a need to consider mechanisms to position equipment and system design to ensure safety for the visually impaired. The second part is assessments from the normal vision people and the blindness which shown that the accuracy of the measured distance as 93.61% and 85.41%, the faster warning sound as 94.16% and 87.50%, the convenience and versatility of wearing glasses as 86.87% and 79.68%, respectively.

Keywords: Distance Measurement, Sound System, The Visually Impaired, Ultrasonic Sensor.

1. บทนำ

ผู้มีความบกพร่องด้านสายตาหรือคนตาบอด เป็นผู้ที่ไม่สามารถมองเห็นได้หรืออาจมองเห็นได้ไม่มากนัก ไม่สามารถรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบตัวได้ [1] ในการดำเนินชีวิตของผู้พิการทางสายตา พวกเขามักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง พวกเขาต้องใช้การนำทาง เช่นไม้เท้าหรือสุนัขนำทาง และต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ทักษะการทำความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม การเคลื่อนไหว และเทคนิคในการใช้ไม้เท้าหรืออุปกรณ์ช่วยในการเดินทางชนิดอื่นๆ โดยการเดินทางด้วยวิธีดังกล่าวนั้นใช่ว่าจะปลอดภัยเสมอไป

การนำทางโดยใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้มีผู้วิจัยทำการพัฒนาเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตามากมายเช่น แว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา [2] ได้สร้างเครื่องมือเป็นแว่นตา ซึ่งประยุกต์ใช้ Ultrasonic Sensor ให้วางไว้ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของแว่นตา เพื่อค้นหาสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้า แล้วให้ Ultrasonic Sensor ซ้ายและขวาทำงานร่วมกัน มี Accelerometer Sensor สนับสนุนการหาค่าความเอียง เพื่อที่จะคำนวณหาการก้ม-เงยของศีรษะมาช่วยในการวิเคราะห์ลักษณะมุมมองของผู้ใช้ มี Microcontroller รุ่นArduino เป็นตัวประมวลผลระบบ มีการแจ้งเตือนใน 4 รูปแบบคือ 1)สั่นโดยใช้ Vibration Motor, 2)เสียงบี๊บ โดยใช้ Buzzer, 3)ทำงานร่วมกันระหว่าง สั่นกับบี๊บ, และ 4)เสียงพูด แต่ยังมีข้อบกพร่องด้านการทำงานแจ้งเตือนออกมาในรูปแบบของเสียงพูดคือการบอกระยะทางที่ผิดพลาดโดยเสียงแจ้งเตือนที่เปล่งออกมามีความล่าช้ามากกว่าระยะจริงที่วัดได้

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นด้านความแม่นยำและความคล่องตัวขณะใช้งาน โดยทดสอบการวัดระยะทางของ Ultrasonic Sensor ที่ใช้สองเซ็ตให้วัดระยะทางให้ถูกต้องและพัฒนาในส่วนของการแสดงผลด้านเสียงให้มีการตอบสนองที่รวดเร็วเพื่อทำให้ระบบการวัดระยะทางและการแสดงผลเป็นแบบ Real Time คือการทำงานแบบตลอดเวลาและทันทีทันใดให้ได้มากที่สุด

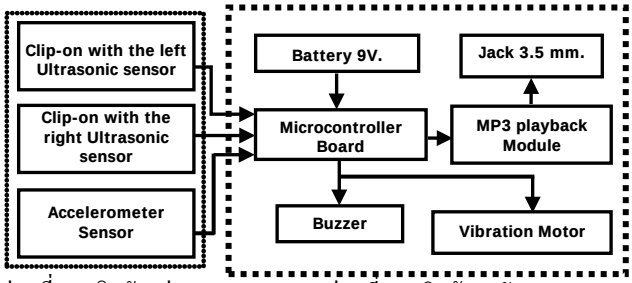
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นอกเหนือจากงานวิจัยด้านแว่นตา ยังมีอีกหลากหลายงานวิจัยที่พยายามพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนให้ผู้พิการทางสายตาสามารถพึ่งพาตนเองได้ อย่างเช่น งานวิจัยวัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียนผู้พิการทางสายตา [3] งานวิจัยโมเดลบอกสเกลเวลาและน้ำหนักเพื่อฝึกทักษะสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ [4] และงานวิจัยพัฒนาระบบช่วยอ่านสื่อการสอนจากบาร์โค้ดสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ [5] ที่ส่งเสริมให้ผู้พิการทางสายตาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่วนงานวิจัยไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา [6] มีการใช้เอาต์พุตเป็นสัญญาณเสียงและมีการนำเทคโนโลยีตัวตรวจจับชนิดจำแนกความถี่วิทยุเข้ามาประยุกต์ร่วม งานวิจัยวัตกรรมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ยาในคนตาบอด [7] และงานวิจัยเครื่องอ่านฉลากยา [8] ก็เป็นงานวิจัยที่ช่วยให้ผู้พิการสามารถใช้ยาหรือทานยาได้ด้วยตัวเอง จุดด้อยของทั้งสองงานวิจัยนี้คือ บนขวดยาที่ติดบาร์โค้ดหรือฉลากยาอยู่นั้นไม่มีตำแหน่งที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้พิการได้สัมผัสหรือนำไปสแกนได้ ทำให้ลำบากและยากต่อการใช้งานของผู้พิการ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 โครงสร้างกรอบแนวคิด

โครงสร้างพื้นฐานของงานวิจัยนี้แสดงเป็นกรอบแนวคิดได้ดังภาพที่ 1 โดยต้องอาศัยส่วนประกอบการทำงานของฮาร์ดแวร์ สามารถบรรยายหลักการทำงานของแต่ละบล็อกดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดองค์ประกอบของระบบ

- **บล็อก Clip-on with the left / right Ultrasonic Sensor ทั้งข้างขวาและซ้าย** มีหน้าที่ตรวจจับสิ่งกีดขวาง ใช้ 2 เซ็ตเพื่อป้องกันการผิดพลาด (Error) ซึ่งเพิ่มเติม Clip-on เพื่อรองรับปัญหาผู้สวมใส่แว่นมีใบหน้าขนาดเล็ก / ใหญ่แตกต่างกัน

- **บล็อก Accelerometer Sensor** มีหน้าที่ตรวจวัดการก้มเงยของศีรษะ เพื่อแยกโหมดการแจ้งเตือนเป็น 3 กรณี คือ 1) กรณีหน้าตรง จะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้า 2) กรณีก้มหน้าจะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างล่าง และ 3) กรณีเงยหน้า จะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างบน

- **บล็อก Microcontroller Board** ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณอินพุตจาก Ultrasonic Sensor และ Accelerometer Sensor เพื่อส่งสัญญาณให้อุปกรณ์เอาท์พุท คือ Vibration Motor, Buzzer, และ Embedded MP3 Module เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้รับรู้เมื่อมีสิ่งกีดขวาง

- **บล็อก Buzzer** มีหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจาก Microcontroller Board ให้เป็นสัญญาณเสียง

- **บล็อก Vibration Motor** มีหน้าที่ให้สัญญาณสั่นเตือนเมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจาก Microcontroller Board ส่งมาให้เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง

- **บล็อก Embedded MP3 Module** ทำหน้าที่อ่านไฟล์ MP3 ที่บันทึกอยู่ในหน่วยความจำ และจากนั้นก็จะส่งสัญญาณเสียงไปยัง Jack Stereo

- **บล็อก Jack Stereo 3.5 mm.** เป็นตัวเชื่อมต่อสำหรับหูฟังเพื่อส่งเสียงพูดเตือนว่ามีสิ่งกีดขวางระยะกี่เมตร และวัตถุนั้นอยู่ข้างหน้า ข้างล่างหรือ ข้างบน ของผู้พิการทางสายตา

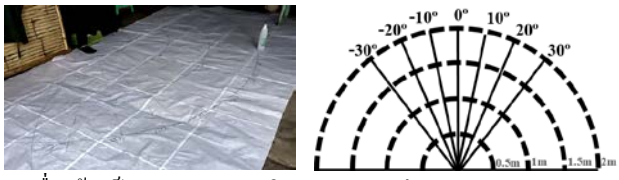
- **บล็อก Battery 9V.** มีหน้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทุกตัวในระบบตามปกติ ซึ่ง Battery มีขนาด 9V. (Volts)

3.2 การออกแบบสนามทดสอบ

เนื่องจากการหาความแม่นยำ ต้องอาศัยระยะทางจริงกับระยะทางที่วัดได้มาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นจึงมีการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์ระยะทาง Ultrasonic Sensor ที่เป็นส่วนประกอบของระบบแว่นตาแจ้งเตือนดังกล่าว โดยสร้างสนามที่เป็นพื้นที่จริง แสดงได้ดังภาพที่ 2.ก) ที่มีอักษรบอกระยะทางช่วงๆละ 50 cm. เป็นลำดับจนถึง 2 m. และมีการบอกระยะรัศมีด้านซ้ายมือ (ให้เป็นค่าลบ) / ขวามือ(ให้เป็นค่าบวก) สำหรับการวัดด้านหน้าตรงให้เป็น 0 องศา โดยแบบร่างสามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 2.ข)

3.3 การออกแบบ Clip-On เพื่อติดตั้ง Ultrasonic Sensor

เพื่อให้เกิดความสะดวกและความคล่องตัวสำหรับผู้สวมใส่แว่นตาที่อาจมีรูปร่างใบหน้าใหญ่ / เล็ก / อ้วน / ผอม แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลให้ขนาดของแว่นตามีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะรูปพรรณของผู้ใช้งาน ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น จึงมีการออกแบบ Clip-On เพื่อหนีบขอบบนของตัวแว่นตา โดย Clip-On จะประกอบด้วย Ultrasonic Sensor และ Accelerometer ใช้อะคริลิกใส หนา 2mm. ที่มีน้ำหนักเบาเป็นตัวฐานสำหรับยึดอุปกรณ์ แสดงได้ดังภาพที่ 3



ก) เมื่อสร้างเป็นสนามทดสอบจริง ข) แบบร่างสนามวัดระยะทาง

ภาพที่ 2: สนามทดสอบวัดระยะทางโดยใช้ Ultrasonic Sensor

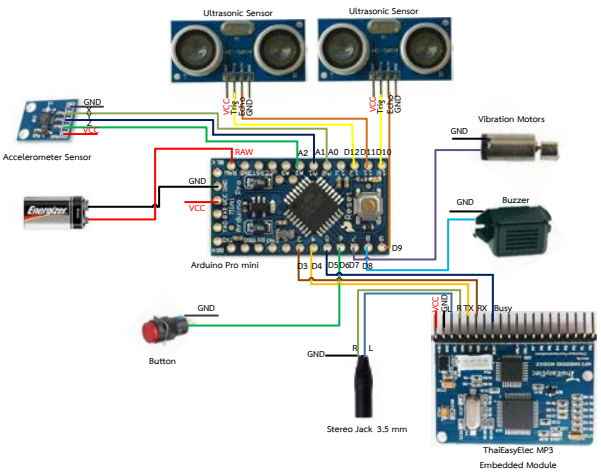


ภาพที่ 3: คู่ Clip-On สำหรับหนีบขอบบนของตัวแว่นตา

3.4 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

จากภาพที่ 4 เป็นการแสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อของระบบ โดยเริ่มจากการต่อแบตเตอรี่เข้าขา Raw ของ Arduino Pro mini เพื่อทำหน้าที่แปลงไฟ 9V. ให้เลือก 5V. ทั้งหมดในวงจร เนื่องจาก Arduino Pro mini และ Accelerometers GY-61 ไม่สามารถรับไฟเกิน 5V. ได้ โดยสามารถใช้ไฟ 5V. จากขา VCC ได้ ซึ่งขา VCC จะเป็นไฟเลี้ยงอุปกรณ์ในระบบทุกตัวแทนอินพุตของระบบ เริ่มจากขา trig และขา Echo ของ Ultrasonic Sensor ทั้งสองต่อเข้ากับขา D9-D12 เป็นอินพุตของ Arduino Pro mini ทำหน้าที่ตัวตรวจจับระยะของสิ่งกีดขวาง ขา X, Y, และ Z ของ Accelerometers ต่อกับขา A0, A1, และ A2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นขาอินพุตอนาล็อกของ Arduino Pro mini เพื่อประมวลผลการก้มเงยของศีรษะ ขาบวกของ Vibration Motor กับ Buzzer ต่อกับขา D7 และ D8 ซึ่งเป็นเอาต์พุตของ Arduino Pro mini ส่งกระแสไฟให้อุปกรณ์แจ้งเตือนทั้งสอง มีสวิตซ์ต่อ

กับขา D6 เป็นอินพุต โดยสวิตช์จะต่อกับตัวต้านทาน Pull- down เพื่อให้ได้ลอจิกที่แน่นอน ส่วน ThaiEasyElec MP3 Embedded Module จะสื่อสารกับ Arduino Pro mini ผ่านทางขา D3-D4 ซึ่งเป็นขา Rx และ Tx เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม ที่ได้กำหนดขึ้นมาใหม่ และมีขา Busy เป็นขาบอกสถานะของโมดูลเสียงว่าพร้อมเล่นไฟล์เสียงหรือไม่ต่อกับขา D5 ขา PH_R กับ PH_L เป็นเอาต์พุตเสียงต่อกับแจ็ค 3.5 mm. สำหรับเสียบหูฟังเพื่อกำเนิดสัญญาณเตือนแบบเสียงพูดที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

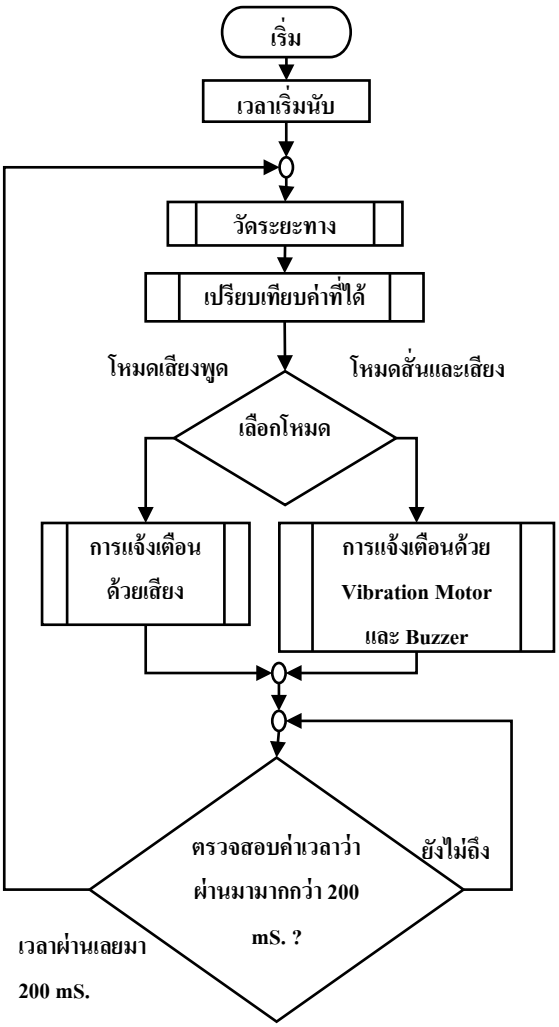


ภาพที่ 4: การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ

3.5 การออกแบบทางด้านซอฟแวร์

การแก้ปัญหาคำสั่ง Delay ของ Arduino Pro mini นั้นเป็นการทำงานแบบ Sequence ที่ต้องทำแบบรอคำสั่งก่อนหน้าที่ทำเสร็จก่อน ถึงจะเริ่มคำสั่งใหม่ได้เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะทำให้เกิดความหน่วงของโปรแกรมขึ้นได้เพราะต้องรอคำสั่งที่ทำอยู่เสร็จไปก่อน การแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยใช้หลักการของ Multithreading เข้ามาช่วย ซึ่งหลักการของ Multithreading ใน Arduino นั้นไม่สามารถใช้ Threading ได้ จึงจำเป็นต้องใช้คำสั่ง millis() เข้ามาช่วยแทนในการเขียนโปรแกรมแทนให้เสมือน Arduino ทำงานหลายๆได้พร้อมกัน ซึ่ง millis() คือค่าเวลาของ Arduino

การทำงานของระบบเริ่มจากการเริ่มนับเวลาและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้คือ 200 mS. (milli-Seconds) จะเริ่มการทำงานโดยเริ่มที่ Ultrasonic Sensor ทั้งสองวัดระยะทาง แล้วทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้ค่าที่วัดได้ทั้งสองค่าเพื่อทำการตรวจสอบและตัดสินใจว่าจะให้ทำงานต่อไปหรือไม่ หากเปรียบเทียบผ่านก็ให้ทำงานต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านก็ให้ไปรับอีก 200 mS. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าผ่านจะมาทำการเลือกโหมด โดยมีอยู่ 2 โหมด ระบบการทำงานขึ้นมาใหม่แสดงดังภาพที่ 5.



ภาพที่ 5: ขั้นตอนการทำงานของของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลทดสอบการวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Sensor

มีการคำนวณหาระยะทางของสิ่งกีดขวางที่อยู่ข้างหน้า Ultrasonic sensor โดยภาคส่งจะส่งคลื่นเสียงออกไป ณ เวลา T_1 เมื่อเสียงกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมา ภาครับจะได้รับคลื่นเสียงนั้น ณ เวลา T_2 จะได้ผลต่างของเวลา คือ $(T_2 - T_1)$ หรือ ΔT ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาระยะทางที่วัดได้ (Distance1)

โดยการนำไปหาร 2 และเปลี่ยนหน่วยเป็น cm. จากการหารด้วยความเร็วเสียงต่อเซนติเมตรคือ 29.4 µS/cm. ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ (1) และการหาความแม่นยำแสดงได้ดังสมการที่ (2)

$$Distance_1 = (\Delta T / 2) / 29.4 \quad (1)$$

$$\text{ค่าความแม่นยำ} = 100\% - \left|\frac{(Distance_1 - Distance_2)}{Distance_2}\right| \times 100\% \quad (2)$$

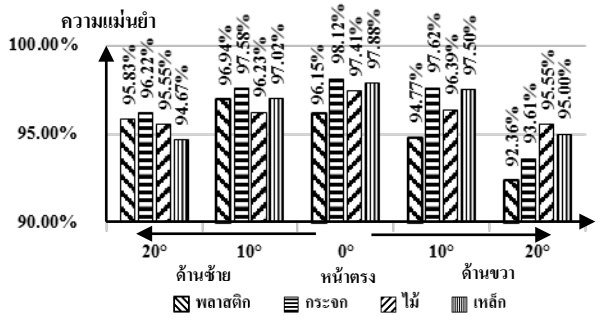
โดยที่ ΔT คือ ผลต่างของเวลา $T_2 - T_1$

$Distance_1$ คือ ระยะทางที่วัดได้ หน่วยเป็น cm. (เซนติเมตร)

$Distance_2$ คือ ระยะทางจริง หน่วยเป็น cm. (เซนติเมตร)

การทดสอบเพื่อวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Sensor มีการพิสูจน์การสะท้อนของวัตถุที่ถูกนำมาวางกีดขวาง โดยทำการจำลองสนามทดสอบขึ้นมา เพื่อให้ระบบทำการประมวลผลหาระยะทางและหารัศมีการทำงานของระบบที่วัดได้ ซึ่งใช้วัตถุ 5 ชนิดเป็นตัวแทนสื่อกีดขวางต่างๆ รองรับการตกกระทบคลื่น อันคือ 1) ฟองน้ำ 2) กระจก 3) ไม้ 4) เหล็ก และ 5) ขวดน้ำพลาสติก

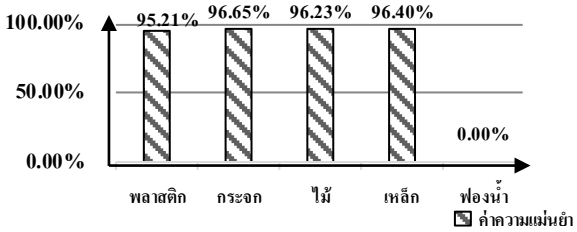
ผลที่ได้จากการทดสอบโดยเฉพาะฟองน้ำเท่านั้นที่ไม่มีการตอบสนองใดๆต่อการทำงานระบบ ส่วนผลทดสอบจาก 4 วัตถุที่เหลือจะมีค่าความแม่นยำระยะทางในแต่ละองศาแสดงได้ดังภาพที่ 6 ส่วนค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสะท้อนคลื่นจากทุกองศาสำหรับทั้ง 5 วัตถุแสดงได้ดังภาพที่ 7 ส่วนค่าความแม่นยำการวัดระยะทางโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของทั้ง 4 วัตถุแสดงได้ดังภาพที่ 8 และส่วนบริเวณย่านที่สามารถวัดได้ของ Ultrasonic Sensor จากทั้งสอง Clip-On แสดงได้ดังภาพที่ 9



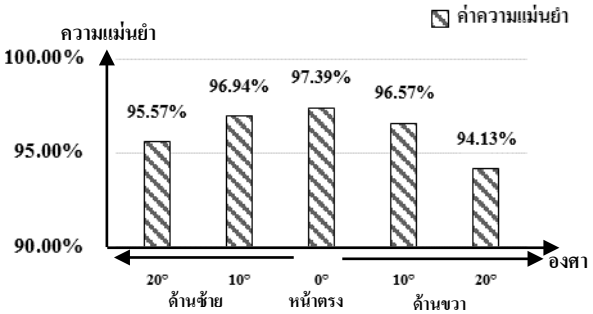
ภาพที่ 6: ค่าความแม่นยำด้านการวัดระยะทางในแต่ละองศาของทั้ง 4 วัตถุ

4.2 ผลการประเมินความแม่นยำจากผู้ใช้งาน

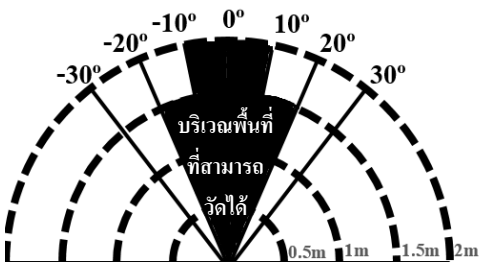
ความแม่นยำในการวัดระยะทางมีผลการประเมินอยู่ 3 หมวดคือ 1)ทดสอบในระยะไม่เกิน 3m, 2) ทดสอบในระยะ 2m. และ 3)ทดสอบในระยะ 1m. ผู้ทดสอบจำนวน 34 คน โดยผู้สายตาปกติ 30 คน ผู้สายตาพิการ 4 คน ผลประเมินสามารถให้ผลลัพธ์งานวิจัยเพิ่มเติมเทียบกับงานวิจัยเดิม ทางด้านความแม่นยำในการวัดระยะทางแสดงได้ดังตารางที่ 1 และทางด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีสวมใส่แว่นตาแสดงได้ดังตารางที่ 2 ในขณะที่งานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมการทดสอบทางด้านความสามารถแจ้งเตือนด้วยเสียงได้เร็วขึ้น 94.16% และได้ 87.50% สำหรับผู้สายตาปกติและผู้สายตาพิการ ตามลำดับ



ภาพที่ 7: ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสะท้อนคลื่นจากทุกองศาสำหรับทั้ง 5 วัตถุ



ภาพที่ 8: ค่าความแม่นยำระยะทางที่ใช้ข้อมูลเฉลี่ยรวมของทั้ง 4 วัตถุ



ภาพที่ 9: บริเวณย่านที่สามารถวัดได้ของ Ultrasonic Sensor จากทั้งสอง Clip-On

ตารางที่ 1: ผลความแม่นยำเมื่อวัดในระยะทางที่ต่างกัน

ผู้มีสายตา	ระยะ 1 m.		ระยะ 2 m.		ระยะ 3 m.	
	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม
ปกติ	-	91.67%	-	92.50%	85.00%	96.67%
พิการ	-	81.25%	-	87.50%	93.05%	93.75%

-ไม่มีข้อมูลปรากฏในงานวิจัยเดิม

ตารางที่ 2: ผลประเมินด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีใช้งาน

ผู้มีสายตา	ความสะดวกคล่องตัวกรณีใช้งานตัวเครื่อง	
	งานวิจัยเดิมไม่มี Clip-on	งานวิจัยเพิ่มเติม Clip-on
ปกติ	87.50%	89.38%
พิการ	90.27%	79.68%

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ ได้พัฒนาเพื่อแก้ปัญหา และตอบโจทย์ใน 6 ประเด็นดังนี้

1) พัฒนาแว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา ให้สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งกีดขวางในระดับสายตาถึงเอวระยะไม่เกิน 3m. โดยมีระยะหวังผลที่ 2m. ได้โดยความผิดพลาดของการวัดระยะทางจะคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±10 cm.

2) มีการใช้ Ultrasonic Sensor ตรวจจับ 2 เซ็ต โดยอุปกรณ์ทั้งสองจะทำงานร่วมกัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวัดระยะทาง แต่ไม่สามารถเพิ่มรัศมีในการวัดได้

3) มีโหมดการใช้งานได้ทั้งหมด 5 โหมด ได้แก่ โหมดเสียงเตือน โหมดสั่นเตือน โหมดเสียงเตือนและสั่นเตือน โหมดเสียงพูดภาษาไทย และ โหมดเสียงพูดภาษาอังกฤษ

4) มีการแจ้งเตือนตามระยะใกล้ / ไกลได้โดยใช้ระยะเป็นตัวกำหนดจังหวะ ซึ่งในโหมดเสียงเตือนและสั่นเตือนนั้นจังหวะความถี่ในการแจ้งเตือนที่ไวที่สุดจะอยู่ที่ 200mS. และจังหวะในการแจ้งเตือนที่นานที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ 1S.

5) ในโหมดเสียงพูด ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าต้องการให้เสียงเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษได้โดยจะบอกระยะเป็นเมตร โดยจะเตือนบอกระยะทางตั้งแต่ 2m., 1m., และ 50cm.

6) ในโหมดเสียงพูด สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางที่อยู่ต่ำและเหนือกว่าศีรษะได้ แต่ต้องเงยและก้มหน้าเพื่อสำรวจวัตถุ เพราะรัศมีในการค้นหาของ Ultrasonic Sensor กว้างไม่พอ อันเป็นขีดจำกัดของบริษัทผู้ผลิต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ศิริพร วงศ์รุจิไพโรจน์และคณะโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ขอขอบคุณทุนวิจัยในโครงการ HRS2015 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

[1] พรพรรณ ชินณพงษ์, “ทัศนคติของคนตาบอดต่อการเข้าถึงสภาพแวดล้อม,” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, JARS 2010, หน้า 141-157.

[2] ยุพดี หัตถสิน, ณัฐพงศ์ ชุ่มแสง, และสุภชัย ยุ้งแก้ว, “แว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา”, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่, EENET 2014, จำนวน 4 หน้า.

[3] ยุพดี หัตถสิน, ธวัชชัย ตาใจ, และอรรถพล ณ ตะกั่วทุ่ง, “วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียนผู้พิการทางสายตา,” NCCIT 2013, กทม.ฯ, จำนวน 6 หน้า.

[4] ยุพดี หัตถสิน, สิริพงษ์ มาทาแม, และสราวิทย์ ทิมอิ่ม, “โมเดลบอกสเกลเวลาและน้ำหนักเพื่อฝึกทักษะสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่,” NCCIT 2014, ภูเก็ต, จำนวน 6 หน้า.

[5] ยุพดี หัตถสิน, “พัฒนาระบบช่วยอ่านสื่อการสอนจากบาร์โค้ดสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่”, RCCON 2015 “สหวิทยาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”, วันที่ 23-24 มีนาคม 2558, โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย, หน้า 439-442.

[6] มนู กวางแก้ว และสิทธิชัย จันทพิมพ์, “ไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา” โครงการเยาวชนยอดนักประดิษฐ์ฟิลิปส์ ครั้งที่ 6,วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์, 2549 หน้า 35 – 36.

[7] พรัญฐา จงจำรัสพันธ์, รุจิศา ทรงไตรจักร และธวัชชัย เหลืองโสภาพรรณ, “นวัตกรรมเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ยาในคนตาบอด”, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

[8] วสันต์ ชอมแก้ว และศรัญยู ขามกุล, “เครื่องอ่านฉลากยา” ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 22 เม.ย. 2553.

การติดตามผลการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอน สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Following up on Application of eDLTV Media Used in Learning/Teaching in the Small Network Schools of Rajabhat Maha Sarakham University

อภิชาติ เหล็กดี(Apichat Lagdee)[1] สมเจตน์ ภูศรี(Somjet Poosri)[2] และวรปภา อารีราษฎร์(Worapapha Arreerard)[3]

[1]นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต [3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ [1, 2, 3]มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

[1]pugan31@gmail.com, [2]somjet.p@rmu.mail.go.th, [3]dr.worapapha@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2) เพื่อศึกษาการยอมรับและนำไปใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น ผู้บริหารและครูโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายสื่ออีดีแอลทีวี 40 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ และแบบสอบถามการติดตามประเมินผลกิจกรรมค่ายอาสาเพื่อการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และสถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า ครูโรงเรียนขนาดเล็ก มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.75, SD.=0.43) และ 2) ผลการยอมรับและนำไปใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.54)

คำสำคัญ: กิจกรรมค่ายอาสา การประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ การยอมรับและนำไปใช้

Abstract

This research had its aims to 1) study the application and 2) the acceptance of eDLTV media used in learning/teaching in the small network schools of Rajabhat Maha Sarakham University. The samples used in this research were the administrators and teachers from 40 small eDLTV network schools. The research tools were the evaluation form of application of eDLTV media for learning/teaching and the questionnaire related to following up on and assessment of the volunteer camp activities for learning eDLTV media in the small schools in the network of Rajabhat Maha Sarakham University. The statistics used in this study were mean and standard deviation. According to the research results, it was found that 1) the result of the application of eDLTV media for learning/ teaching in the small schools in the network of Rajabhat Maha Sarakham University showed that the teachers in the small schools has the average scores of application of eDLTV media in learning/ teaching in the highest level, and 2) the result on the acceptance and application of eDLTV media for learning/teaching in the small schools of the network of Rajabhat Maha Sarakham University was in the highest level.

Keywords: Volunteer Camp Activities, Volunteer Camp Activities of Application of eDLTV Media for Learning, Acceptance and Application.

1. บทนำ

กิจกรรมค่ายอาสา เป็นกิจกรรมที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จัดร่วมกับโรงเรียนในเครือข่าย โดยจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อมุ่งเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี ให้ครูโรงเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจ สามารถประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิผล การจัดกิจกรรมขึ้นอยู่กับความพร้อมและความต้องการของโรงเรียน [1] ผลการจัดกิจกรรมค่ายอาสาในระยะ พบว่า โรงเรียนต้องการให้เพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรม ให้กับโรงเรียนที่มีบริบทของโรงเรียนที่

แตกต่างกัน เช่น ครูไม่ครบชั้น ครูไม่ตรงสาย ครูสอนไม่ตรงกลุ่มสาระ สื่ออีดีแอลทีวีสามารถช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้ โรงเรียนยังต้องการคำแนะนำด้านการบริหารจัดการ วิธีการใช้งาน และการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน รวมถึงการสำเนาสื่อให้นักเรียนไปเรียนรู้ที่บ้านตามนโยบายห้องเรียนกลับด้าน [2] กิจกรรมค่ายอาสาเพื่อการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วย กิจกรรมวางแผนสร้างความร่วมมือ กิจกรรมการเรียนรู้สื่อสื่ออีดีแอลทีวี กิจกรรมการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ และกิจกรรมสะท้อนผลเรื่องเล่า โดยในแต่ละกิจกรรมมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เพื่อสอดคล้องและตรงตามบริบทของโรงเรียน

สื่ออีดีแอลทีวี [3] หรือ eDLTV (Electronic Distance Learning via Television) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นผลจากการดำเนินงานของโครงการจัดทำเนื้อหาระบบ e-Learning ของการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมเฉลิมพระเกียรติเนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม 2550 ภายใต้ความร่วมมือของมูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมร่วมกับโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยได้คัดสรรบทเรียนที่มีคุณภาพที่ออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม จากโรงเรียนวังไกลกังวล ประกอบด้วยสื่อการสอนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอาชีวะศึกษา กลุ่มการงานอาชีพ เพื่อเผยแพร่ทั้งแบบออฟไลน์และแบบออนไลน์ให้แก่ครู นักเรียน และผู้สนใจทั่วไปได้ใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน หรือศึกษาเพิ่มเติม [3]

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกเครือข่ายเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบนระบบอีเลิร์นนิ่ง หรือการเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวี ในการเรียนการสอนให้กับโรงเรียนในเขตพื้นที่บริการในปี พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา [4] การดำเนินงาน พ.ศ. 2555-2556 มหาวิทยาลัยได้จัดกิจกรรมค่ายอาสา เยาวชนทั่วถิ่นไทย เรียนรู้ได้ใต้ร่มพระบารมี (เทิดพระเกียรติ 60 พระชันษา มหาจักรี สิรินธร) โดยการดำเนินงานเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวีสู่โรงเรียนขนาดเล็ก ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชนด้วยสื่ออีดีแอลทีวี ซึ่งเป็นกิจกรรมการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ร่วมกับ โรงเรียน และชุมชน นำมาสู่การส่งเสริมให้โรงเรียนขนาดเล็กมีสื่ออีดีแอลทีวี เพื่อให้การประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลีทีวีตรงตามบริบท และความต้องการของโรงเรียน

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้แบบกิจกรรมค่าย

กิจกรรมค่าย [5] เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จัดอยู่ในลักษณะของการเปลี่ยนผ่านการศึกษา(Education Transformation) เป็นการเปลี่ยนแนวทางการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนในสังคมวัฒนธรรมร่วมสมัย ให้เป็นผู้ที่มีศักยภาพในการเรียนรู้ทั้งเป็นรายบุคคลและเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้แนวคิดความร่วมมือขององค์กรต่างๆในสังคม เพื่อให้เกิดผลอันพึงประสงค์ กิจกรรมค่ายจึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จัดอยู่ในประเด็น การสร้างโอกาสการเรียนรู้ ที่ครูและผู้ปกครองควรสร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม [6] ได้จัดกิจกรรมค่ายร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีกับฮาร์ดแวร์ โดยจัดกิจกรรมที่โรงเรียน 1 วัน ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในระดับมากที่สุด

2.2 ความสำคัญของสื่ออีดีแอลทีวี

ระบบอีดีแอลทีวี [3] หรือ สื่ออีดีแอลทีวี เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วย วีดิทัศน์การสอน สไลด์ ใบงาน ใบความรู้ และแบบทดสอบ รวบรวมและจัดเก็บด้วยระบบบริหารการจัดการเรียนรู้อีดีแอลสแควร์ (eDL-Square) สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ทั้งระบบออนไลน์และระบบออฟไลน์ สื่ออีดีแอลทีวีมี 4 ระบบ คือ สื่อระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และสื่อเพื่อการงานอาชีพ โดยมีสื่ออิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งสิ้น 73,867 ชิ้น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำการเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวีทั้ง 4 ระบบ โดยบรรจุในฮาร์ดดิสก์ ขนาด 2 เทราไบต์ พร้อมกับจัดกิจกรรมค่ายอาสาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีอย่างต่อเนื่อง [2] จากผลการดำเนินงาน การเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่ออีดีแอลทีวี ด้วยรูปแบบการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์สู่การวิจัยในชั้นเรียน [8] พบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย กระบวนการ 5 ขั้น คือ 1) การสร้างความตระหนัก 2) การส่งเสริมการเรียนรู้ 3) การสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ 4) การวิจัยในชั้นเรียน และ 5) การติดตามประเมินผล ผลการนำรูปแบบไปใช้พบว่าผู้เข้ารับการอบรมตามรูปแบบมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

2.3 การยอมรับและนำไปใช้

ทฤษฎีแนวคิดตัวแบบ [7] UTAUT แนวคิดตัวแบบ UTAUT ประกอบด้วยความคาดหวังว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบสารสนเทศจะเป็นส่วนช่วยในการทำงาน

(Performance expectance) และความคาดหวังว่าจะสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและระบบได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องทุ่มเทความพยายามมากนัก (Effort expectancy) ความคาดหวังสองประการนี้ได้รวมไว้ด้วยกันกับความคิดเกี่ยวกับการตระหนักถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีและความง่ายในการใช้ ดังนั้นตัวแบบ UTAUT จึงได้วางแนวคิดเอาไว้ว่า ความคาดหวังในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยงานมีนัยสำคัญต่อการกำหนดการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ใช้ ส่วนความง่ายในการใช้อาจไม่มีนัยสำคัญมากไปกว่าการใช้งานอย่างครอบคลุมและยั่งยืน เพราะฉะนั้นการตระหนักถึงความง่ายในการใช้งานจึงเป็นที่คาดหมายว่าจะมีความสำคัญมากในช่วงแรกของการใช้เทคโนโลยีใหม่ และมีผลเชิงบวกต่อการตระหนักถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

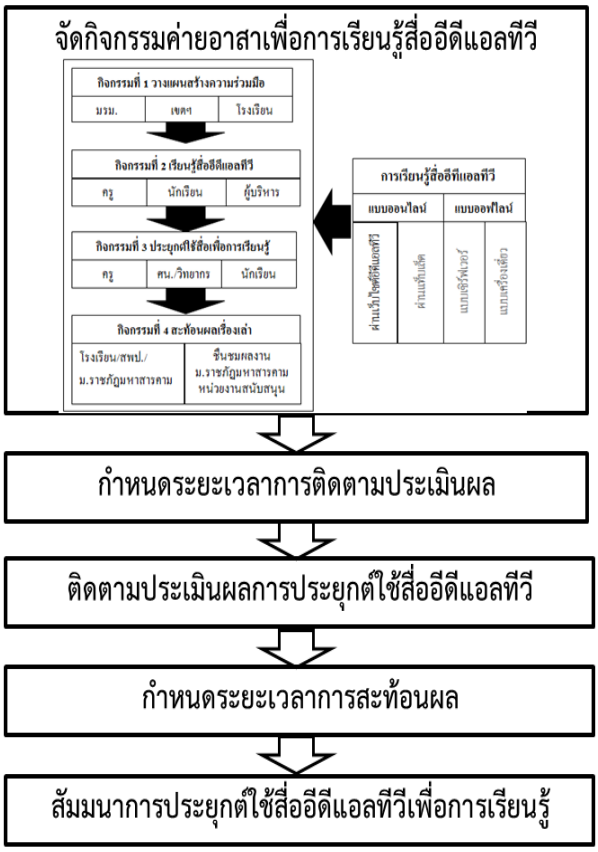
เป็นโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายสื่ออีดีแอลทีวี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่สมัครเข้าร่วมโครงการและได้รับมอบสื่ออีดีแอลทีวีจากโครงการ จำนวน 65 โรงเรียน คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรยามาเน่ [8] ความเชื่อมั่นที่ 90 % ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 39.39 โรงเรียน ในงานวิจัยนี้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 40 โรงเรียน กำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง โรงเรียนละ 2 คน คือ ผู้บริหาร และผู้ประสานงาน รวมทั้งสิ้น 80 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารโรงเรียนละ 1 คน และผู้ประสานงานโรงเรียนละ 1 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบประเมินการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ใช้เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย (Best, 1997 : 190) กำหนดเกณฑ์การประเมินผลทักษะการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้การประเมินทักษะของบลูม (Bloom Taxonomy) แบ่งเป็น 5 ระดับ นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน มีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

3.2.2 แบบสอบถามการติดตามประเมินผลกิจกรรมค่ายอาสาเพื่อการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามตัวแบบสหทฤษฎีการยอมรับและใช้เทคโนโลยี UTAUT นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน มีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 และความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากการจัดกิจกรรมค่ายอาสาเพื่อการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี ประกอบด้วยกิจกรรม 4 กิจกรรม คือ 1) วางแผนสร้างความร่วมมือ 2) เรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี 3) ประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ และ 4) สะท้อนผลเรื่องเล่า ตามลำดับ ภายใต้การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี 4 กลุ่ม คือ การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออนไลน์ผ่านแท็บเล็ต การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออฟไลน์ผ่านเซิร์ฟเวอร์ และการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออฟไลน์ผ่านเครื่องเดี่ยว จากนั้นกำหนดระยะเวลาในการติดตามประเมินผลดำเนินการติดตามประเมินผลการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ กำหนดระยะเวลาการสะท้อนผล และจัดสัมมนาสะท้อนผล และนำผลการศึกษามาการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำผลการศึกษาที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ [9]

4.51 – 5.00 หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายความว่า เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50 หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 1: ผลการประเมินการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	SD.	แปรผล
1. เว็บไซต์	10	5	4.73	0.45	มากที่สุด
.2แท็บเล็ต	8	5	4.75	0.43	มากที่สุด
.3เซิร์ฟเวอร์	3	5	4.88	0.33	มากที่สุด
.4เครื่องเดี่ยว	19	5	4.74	0.44	มากที่สุด
รวม			**4.75**	**0.43**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ของครูในโรงเรียนขนาดเล็กที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสา ทั้ง กลุ่ม 4พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.75, SD.=0.43) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า

กลุ่มที่ 1 การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.73, SD.=0.45)

กลุ่มที่ 2 การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออนไลน์ผ่านแท็บเล็ต มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.75, SD.=0.43)

กลุ่มที่ 3 การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออฟไลน์ผ่านเซิร์ฟเวอร์ มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.88, SD.=0.33)

กลุ่มที่ 4 การเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวีแบบออฟไลน์ผ่านเครื่องเดี่ยว มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.74, SD.=0.44)

4.2 ผลการยอมรับและนำไปใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ 2: ผลการยอมรับและนำไปใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้

รายการ	กลุ่มการเรียนรู้				รวม
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	
1. ด้านความคาดหวังในการนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้ในการเรียนการสอน	4.31	4.55	4.69	4.48	4.47
2. ด้านความสะดวกในการใช้งานสื่ออีดีแอลทีวี	4.36	4.73	4.70	4.52	4.54
3. ด้านการรับรู้ว่ามีบุคคล/กลุ่ม/องค์กรเชื่อว่าครูควรใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง	4.39	4.59	4.30	4.66	4.55
4. ด้านความเชื่อว่าโครงสร้างพื้นฐานทางเทคนิคและองค์กรสามารถรองรับการใช้สื่ออีดีแอลทีวีในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.33	4.84	4.67	4.43	4.50
5. ด้านทัศนคติต่อการใช้นวัตกรรมสื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอน	4.36	4.89	4.80	4.56	4.59
6. ด้านกิจกรรมส่งเสริมการเผยแพร่สื่ออีดีแอลทีวีในโรงเรียน	4.50	4.84	4.88	4.53	4.61
รวม	**4.37**	**4.74**	**4.67**	**4.53**	**4.54**

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้เพื่อการเรียนการสอนของผู้เข้าร่วมกิจกรรม พบว่า ผู้เข้าร่วมกิจกรรมยอมรับและนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้ เพื่อการเรียนการสอนระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.54) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้เพื่อการเรียนการสอนระดับมากที่สุดตามลำดับ คือ ด้านกิจกรรมส่งเสริมการเผยแพร่สื่ออีดี

แอลทีวีในโรงเรียน ด้านทัศนคติต่อการใช้นวัตกรรมสื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอน ด้านการรับรู้ว่ามีบุคคล/กลุ่ม/องค์กรเชื่อว่าครูควรใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง ด้านความสะดวกในการใช้งานสื่ออีดีแอลทีวี และด้านความเชื่อว่าโครงสร้างพื้นฐานทางเทคนิคและองค์กรสามารถรองรับการใช้สื่ออีดีแอลทีวีในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับยอมรับและนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้เพื่อการเรียนการสอนระดับมาก คือ ด้านความคาดหวังในการนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้ในการเรียนการสอน

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการประเมินการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้ของครูในโรงเรียนขนาดเล็กที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสาทั้ง กลุ่ม 4พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.75, SD.=0.43)

5.2 ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวีของครูโรงเรียนขนาดเล็ก เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า การนำสื่ออีดีแอลทีวีไปใช้เพื่อการเรียนการสอนของผู้เข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.54, SD.=0.62) ผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่นำสื่ออีดีแอลทีวีไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน และการใช้งานในโรงเรียน 5 วิธี คือ นำไปใช้ในการเรียนการสอนทุกระดับชั้น สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อผ่านทีวีหรือโปรเจกเตอร์ ใช้เป็นแหล่งสืบค้น สื่อหลัก สื่อเสริมตามความเหมาะสม ช่วยในการสอนเสริมทั้งนักเรียนที่เก่งและนักเรียนที่เรียนมาทัน และโรงเรียนมีการถ่ายทอดการใช้สื่ออีดีแอลทีวีในการเรียนรู้ให้ครู นักเรียน รับทราบ สอดคล้องกับ สอดคล้องกับ วรปภา อารีราษฎร์ และคณะ (2557) ได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการส่งเสริมการเรียนรู้โรงเรียน ทสรช. ด้วยกิจกรรม “ค่ายอาสาเยาวชนทั่วถิ่นไทยเรียนรู้ได้ใต้ร่มพระบารมี” เครือข่าย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผลการวิจัย ผลการวิจัยคือ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายอาสามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59) โดยกิจกรรมที่จัดเป็นกิจกรรมความร่วมมือ ประกอบด้วยกิจกรรม 4 กลุ่ม รวมทั้งหมด 12 กิจกรรม คือ กลุ่ม A กิจกรรมระบบและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม กลุ่ม B กิจกรรมการประยุกต์ใช้สื่ออีดีแอลทีวี เพื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 กลุ่ม C กิจกรรมส่งเสริมครูและนักเรียนพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม กลุ่ม D กิจกรรมส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตเพื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] สมเจตน์ ภูศรี และคณะ. รูปแบบการเผยแพร่ ถ่ายทอด และพัฒนาสื่อ eDLTV เครือข่ายความร่วมมือมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. รายงานการดำเนินงานเครือข่ายเผยแพร่ ถ่ายทอด และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบนระบบ e-Learning (eDL-Square). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2555.

[2] มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. รายงานกิจกรรมเรื่องเล่าโครงการค่ายอาสา เยาวชนทั่วถิ่นไทย เรียนรู้ได้ใต้ร่มพระบารมี. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2556.

[3] โครงการจัดทำเนื้อหาระบบ e-Learning ของการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม. http://edltv.thai.net. [20 เมษายน 2556]

[4] มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. รายงานผลการดำเนินงานการส่งเสริม เผยแพร่และพัฒนาต่อยอดสื่อ eDLTV. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2554.

[5] กิติยา เตชะวรรณวุฒิ. กิจกรรมค่าย. http://www.gotoknow.org/posts/258414. [7 พ.ค.56]

[6] วรปภา อารีราษฎร์ และคณะ. รูปแบบกิจกรรมค่ายอาสาเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2556.

[7] Marchewka, J.T., Liu & Kostiwa, K. (2007). An Application of the UTAUT Model for Understanding Student Perceptions Using Course Management Software. Communications of The IIMA, 7, 93-104.

[8] Yamane, Taro.1973. Statistics: An Introductory Analysis. Third editio. Newyork : Harper and Row Publication.

[9] บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ, 2545.

[10] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. รายงานสรุปผลการจัดกิจกรรมค่ายอาสา 2553-2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2554.

เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการแก่สังคม
Quality Information Technology for Community Services

สุกุมา อ่วมเจริญ(Sukuma Uamcharoen)
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
Sukuma_ay@yahoo.com

บทคัดย่อ

การบริการวิชาการแก่สังคมในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี พบว่าชุมชนยังไม่มีการจัดการความรู้ในชุมชนที่เป็นระบบและวิธีการทางการรวบรวมทางอิเล็กทรอนิกส์ที่จะเอื้อต่อการจัดการความรู้อย่างยั่งยืน รวมทั้งยังขาดการประเมินประโยชน์หรือผลกระทบจากการบริการวิชาการแก่สังคม การวิจัยนี้เสนอทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อสร้างตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม และ 2) ประเมินการยอมรับตัวแบบที่ได้จากการพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ซึ่งออกแบบโดยใช้หลักการเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ และระเบียบวิธีคุณภาพดีเมอิก และ 2) แบบประเมินการยอมรับตัวแบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ประกอบด้วย 5 โมดูล คือ โมดูลการค้นหาความรู้ โมดูลการสร้างและแสดงความรู้ โมดูลการจัดความรู้ให้เป็นระบบ โมดูลการประมวลผลและกลั่นกรองความรู้ และโมดูลการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนความรู้ และ 2) ผลการยอมรับตัวแบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ในประเด็นปัจจัยการยอมรับที่มีผลต่อคุณลักษณะของต้นแบบ โดยรวมอยู่ในระดับมาก คือ ค่าเฉลี่ย 4.24 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

คำสำคัญ: การจัดการความรู้ การบริการวิชาการแก่สังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ

Abstract

At present, Phetchaburi Rajabhat University neither have a systematic and electronic means of knowledge management in promoting sustainable community service, nor a means of evaluating the benefits or impacts derived from the services it provides to the community. The purpose of this research was to invent the alternative method to solve the aforementioned problems by creating a Knowledge Management Model for community services. The methods used included Quality Information Technology (QIT) and DMAIC Quality Methodology. The research resulted in the following. 1) The newly created Model consisted of five modules: knowledge identification, knowledge creation and acquisition, knowledge organisation, knowledge codification and refinement, and knowledge sharing module. 2) After being tested by seven experts, this innovative Knowledge Management Model was accepted at the mean score of 4.24 and the standard deviation of 0.48.

Keywords: Knowledge Management, Community Services, Local Wisdom, Quality Information Technology.

1. บทนำ

จากราชกิจจานุเบกษา พ.ศ. 2542 ให้สถานศึกษาร่วมกับบุคคล ครอบครัว ชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันศาสนา สถานประกอบการ และสถาบันสังคมอื่นส่งเสริม ความเข้มแข็งของชุมชน โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชน เพื่อให้ชุมชนสามารถจัดการศึกษาอบรม แสวงหาความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร และรู้จักเลือกสรรภูมิปัญญาและวิทยาการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาชุมชนให้สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการ รวมทั้งหาวิธีการสนับสนุนการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การพัฒนา ระหว่างชุมชนกับมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยมีนโยบายการบริการวิชาการแก่สังคม

“หนึ่งคณะหนึ่งอำเภอ” โดยให้แต่ละคณะรับผิดชอบพื้นที่ในอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดเพชรบุรีและพื้นที่ใกล้เคียง จากนโยบายดังกล่าว เริ่มจากการสำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชน ดำเนินการบริการวิชาการแก่สังคมตามวิธีคุณภาพซิกซ์ซิกม่า โดยใช้กระบวนการดีเมอิก (DMAIC) เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ และเป็นการนำวิชาการสู่ชุมชนแล้วจึงมีการประเมินโครงการ เช่น ความพึงพอใจจากการรับบริการวิชาการแก่สังคม การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การประเมินประโยชน์และผลกระทบจากการบริการวิชาการในแต่ละโครงการ ซึ่งจากการดำเนินการบริการวิชาการแก่สังคม พบว่าชุมชนมีความรู้รวมทั้งภูมิปัญญาท้องถิ่นมากมาย แต่ยังขาดการจัดการความรู้ในชุมชน รวมทั้งจัดการความรู้ที่ได้จากการบริการวิชาการแก่สังคม เช่น การประเมินประโยชน์หรือผลกระทบจากการบริการวิชาการแก่สังคม การติดตามหลังการบริการวิชาการ การบูรณาการกับการเรียนการสอนหรือการวิจัย เป็นต้น

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำเสนอตัวแบบเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการแก่สังคม เพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ต้นแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมต่อไปเพื่อแก้ปัญหาการจัดการความรู้ในชุมชนและช่วยให้การจัดการความรู้หลังการบริการวิชาการแก่สังคมเกิดคุณภาพอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อสร้างตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม
2. เพื่อประเมินการยอมรับตัวแบบ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการความรู้

การจัดการความรู้ คือ การบริหารจัดการความรู้ที่ต้องใช้ให้แก่คนที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องใช้ เพื่อให้คนทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล และส่งผลให้องค์การประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ [1]

ในปัจจุบันนี้การจัดการความรู้มีมากกว่าระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ การจัดการความรู้จะต้องรวมกระบวนการกับความรู้ กระบวนการกับบุคคล และกระบวนการกับกิจกรรมเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ จัดเก็บและถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้ [2] ซึ่งความรู้ในองค์การสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ความรู้มีทั้งแบบซ่อนเร้น (Tacit knowledge) และแบบเปิดเผย (Explicit knowledge) โดยสามารถจำแนกความรู้ ดังนี้ [3]

1. Natural Talent เป็นพรสวรรค์ที่ฝังอยู่ในตัวของบุคคล ยากต่อการถ่ายทอดมีความเป็นนามธรรมสูง
2. Experience เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้มาจนเป็นผู้เชี่ยวชาญ
3. Heuristics เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้และทดลอง
4. Skills เป็นทักษะในการปฏิบัติงาน
5. Artifacts เป็นความรู้ที่ทำขึ้นมาเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น เอกสาร หนังสือ ซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด

ขั้นตอนในการจัดการความรู้ [5] มีดังนี้

1. การสร้างความรู้ (Knowledge Creation) เป็นการสร้างและรวบรวมความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในชุมชม ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และใช้เทคโนโลยีสร้างความรู้ใหม่จากความรู้ที่มีอยู่

2. การจัดการความรู้ (Knowledge Organizing) มีนโยบายจัดการความรู้ให้เป็นปัจจุบันและทันสมัย โดยใช้เทคโนโลยีบูรณาการข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน มีการให้ความรู้และความคิดที่สะท้อนกลับสู่ชุมชน มีกระบวนการที่ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์กับการแก้ปัญหาของสังคม

3. การอภิปรายความรู้ (Knowledge Dissemination) มีความรู้ที่ชุมชนสามารถเข้าถึงได้ มีการออกรายงานได้ตรงกับความต้องการของชุมชนและผู้ปฏิบัติงานในชุมชน

4. การใช้ความรู้ (Knowledge Application) ชุมชนสามารถใช้องค์ความรู้ทั้งภายในและภายนอกชุมชนในการแข่งขันและแก้ปัญหา มีวิธีการวิเคราะห์และประเมินความรู้ เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการความรู้ในอนาคต

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการความรู้ดังข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการจัดการความรู้

ผู้เขียน	Goal setting	Identifying	Acquiring	Creating	Evaluating	Organizing	Knowledge codification and refinement	Sharing	application
[9]	/	/	/	/	/	/	/	/	/
[10]			/	/				/	/
[11]			/	/		/	/	/	/
[12]		/	/	/			/	/	/
[13]			/	/			/	/	/

2.2 ระเบียบวิธีคุณภาพซิกซ์ซิกม่า

เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยให้การจัดการความรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ แต่เทคโนโลยีสารสนเทศไม่ได้รับประกันความสำเร็จของการจัดการความรู้[7]ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำระเบียบวิธีคุณภาพมาใช้ร่วมกับการจัดการความรู้ คือ กระบวนการ DMAIC ของ Six Sigma ดังนี้ [8]

นิยาม (define : D) คือ นิยามความรู้ที่ต้องการจัดเก็บและระบุปัญหาที่วิกฤตต่อคุณภาพ

การวัด (measure : M) หาความสอดคล้องของความต้องการ

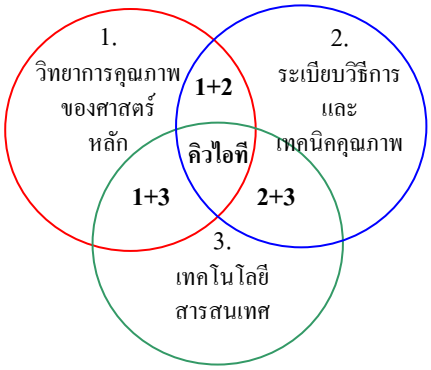
การวิเคราะห์ (analyze : A) เป็นกระบวนการที่ระบุปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

การปรับปรุง (improve : I) พัฒนาและเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

การควบคุม (control : C) หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงไปแล้วนั้นจำเป็นจะต้องวางระบบการควบคุม เพื่อปรับปรุงกระบวนการที่ยั่งยืน

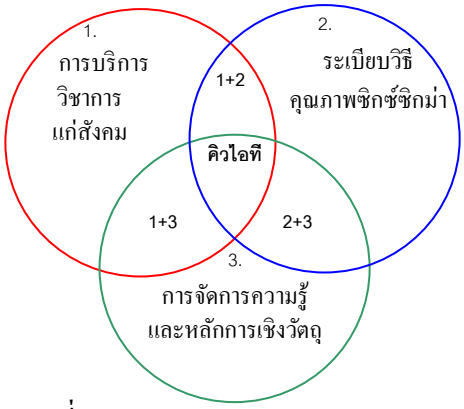
2.3 เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ

หลักการของเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ หรือที่เรียกว่า คิวไอที (QIT) หมายถึง วิทยาการคุณภาพของศาสตร์หลัก (science) ในการบูรณาการ (integration) เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือไอที (Information Technology : IT) เข้ากับระเบียบวิธีการและเทคนิคคุณภาพ เพื่อทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาองค์การ (organization) ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ (efficiency) สูงสุด สามารถแสดงแนวคิดนี้ ดังภาพที่ 1 [6]



ภาพที่ 1: แนวคิดองค์ความรู้ของเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ

จากแนวคิดของหลักการเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพที่แสดงในภาพที่ 1 สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อให้ได้ตัวแบบจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม โดยนำซิกซ์ซิกม่าบูรณาการกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อจัดการงานบริการวิชาการแก่สังคม โดยใช้หลักการของเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ เป็นแนวคิดที่มีการผสมผสานระหว่างวงกลมที่ 1 คือ การบริการวิชาการแก่สังคม วงกลมที่ 2 คือ การบูรณาการตามหลักการระเบียบวิธีคุณภาพแบบซิกซ์ซิกม่า (six sigma) โดยมีการออกแบบร่วมกับหลักขั้นตอนวงจรการพัฒนาระบบเพื่อให้การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศมีคุณภาพ และวงกลมที่ 3 คือ การจัดการความรู้และหลักการเชิงวัตถุ ซึ่งส่วนตรงกลางของวงกลมที่ทับซ้อนกัน คือ องค์ความรู้เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แนวคิดองค์ความรู้ของเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ (ปรับปรุงจากจารึก ชูกิตติกุล, 2548 : 9)

จากภาพดังกล่าวสามารถเขียนอธิบายด้วยสมการได้ดังนี้ (ปรับปรุงจากจารึก ชูกิตติกุล, 2548 : 11)

$$QM_{DMAIC} \xrightarrow[\text{integrate}]{\text{enhance}} IT_{KM+OO} \xrightarrow{\text{develop}} QIT \xrightarrow[\text{enhance/improve}]{\text{CAQI}} \text{Community Service}$$

มีความหมายว่า

QIT = เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการแก่สังคม

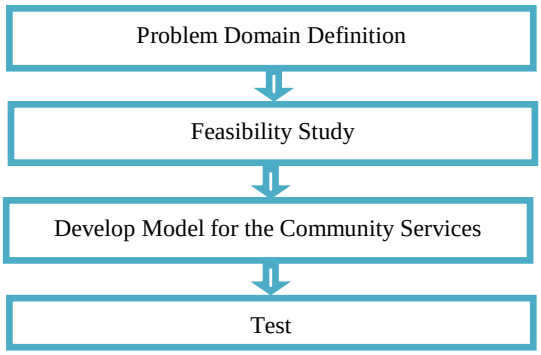
QM_{DMAIC} = วิธีคุณภาพซิกซ์ซิกม่า โดยใช้ DMAIC

IT_{KM+OO}= เทคโนโลยีสารสนเทศ (การจัดการความรู้ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงวัตถุ)

จากสมการข้างต้น สามารถอธิบายการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการแก่สังคม โดยนำวิทยาการคุณภาพซิกซ์ซิกม่าโดยใช้กระบวนการดีเมอิกเข้าไปประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งในที่นี้คือการจัดการความรู้และหลักการเชิงวัตถุ ให้มีรูปแบบบูรณาการเป็นองค์ความรู้ใหม่ คือ เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ (QIT) เพื่อผลิตต้นแบบหรือระบบของคิวไอที กลายเป็นซีเอคิวไอ (computer-aided quality improvement : CAQI) เพื่อให้การพัฒนาซอฟต์แวร์การจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมที่มีคุณภาพสูงขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประยุกต์ (applied research) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม



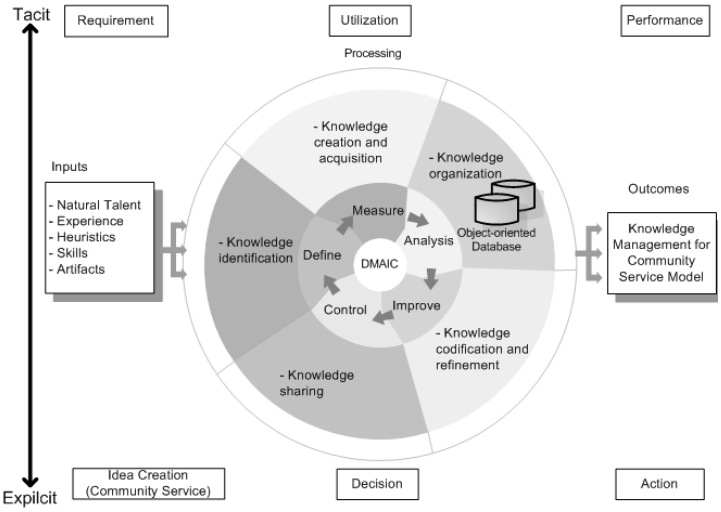
ภาพที่ 3: ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานการบริการวิชาการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยามปัญหา (Problem Domain Definition) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมและใช้ความรู้ร่วมกัน
2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)
3. พัฒนาตัวแบบการบริการวิชาการแก่สังคม (Develop Model for the Community Services)
4. นำเครื่องมือไปทดสอบกับผู้ใช้ (Test)

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ดังแสดงในภาพที่4



ภาพที่ 4: ตัวแบบเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการแก่สังคม

จากตัวแบบเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพกับการบริการวิชาการ แก่สังคม โดยกระบวนการดีเมอิก ประกอบไปด้วย 5 โมดูล ดังนี้

1. โมดูลการค้นหาความรู้ (Knowledge Identification)

เริ่มจากกำหนดปัญหา (define) กำหนดเป้าหมาย คือ การแก้ปัญหาการขาดการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม โดยเริ่มจากการสำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชน การวิเคราะห์ขอบเขตของปัญหาจากกระบวนการที่มีอยู่ โดยศึกษาความรู้ของชุมชนในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

- Natural Talent เป็นพรสวรรค์ที่ฝังอยู่ในตัวของบุคคลในชุมชน ได้แก่ องค์ความรู้เกี่ยวกับตาล การจักสาน ความรู้ด้านสมุนไพรไทย เป็นต้น ซึ่งเป็นความรู้ที่อยู่ในตัวของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความเป็นนามธรรมสูง

- Experience เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้มาจนเป็นผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ความรู้ด้านการทำน้ำตาลโตนดซึ่งถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ การทำเกษตรอินทรีย์ เป็นต้น

-Heuristics เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้และทดลอง เช่น การอบรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานสำหรับชุมชน โดยเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งนำปัญหาที่พบจากการดำเนินโครงการบริการวิชาการแก่สังคมไปบูรณาการกับการวิจัย เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

- Skills เป็นทักษะในการปฏิบัติงาน เช่น หลังจากอบรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานให้ประชาชนในชุมชน ซึ่งเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามารถนำทักษะดังกล่าวไปใช้ในการปฏิบัติงานทางคอมพิวเตอร์ในสำนักงานได้ นอกจากนี้อาจารย์และนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการบูรณาการกับการเรียนการสอนต่อไป

- Artifacts เป็นการจัดการความรู้ที่ได้จากการดำเนินโครงการบริการวิชาการแก่สังคมมาจัดทำขึ้นเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น เอกสารประกอบการสอน บทความ หนังสือ หรือพัฒนาเป็นตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ซึ่งจะพัฒนาเป็นระบบต้นแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ซึ่งสามารถจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมอย่างเป็นรูปธรรมมากที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าเป็นการจัดการความรู้ที่อยู่ในตัวของบุคคล (personal knowledge) ซึ่งเป็น tacit knowledge ให้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อให้เป็นความรู้ของชุมชน (community knowledge) ซึ่งเป็น explicit knowledge

2. โมดูลการสร้างและแสดงหาความรู้ (Knowledge Creation and Acquisition)

การสร้างและแสดงหาความรู้ โดยการรวบรวมความรู้ที่มีอยู่จากขั้นตอนแรก และใช้การวัด (measure) โดยนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพกระบวนการใช้เปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดว่ามีความใกล้เคียงหรือแตกต่างจากเป้าหมาย เช่น สามารถจัดการความรู้โครงการบริการวิชาการแก่สังคมได้ร้อยละ 96.67 เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องว่าขั้นตอนใดมีข้อบกพร่อง เพื่อที่จะจัดการความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบริการวิชาการแก่สังคม

3. โมดูลการจัดความรู้ให้เป็นระบบ (Knowledge Organization)

การจัดความรู้ให้เป็นระบบ โดยใช้การวิเคราะห์ (analyze) คือ การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการบริการวิชาการแก่สังคมเพื่อทราบปัญหาที่แน่ชัด ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดข้อบกพร่องและนำมาเรียงลำดับความสำคัญเพื่อหาสาเหตุหลักและสาเหตุรองของการบริการวิชาการแก่สังคม การวิเคราะห์ร้อยละของความพึงพอใจของชุมชนในการจัดโครงการบริการวิชาการแก่สังคม และร้อยละของการนำความรู้ที่ได้โครงการบริการวิชาการแก่สังคมไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งวิเคราะห์องค์ความรู้ที่เกิดจากการบริการวิชาการแก่สังคม และการจัดเก็บความรู้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

4. โมดูลการประมวลผลและกลั่นกรองความรู้ (Knowledge Codification and Refinement)

การประมวลผลและกลั่นกรองความรู้ ทบทวนปรับปรุงความรู้ที่จัดเก็บ โดยการพัฒนาปรับปรุง (improve) จากขั้นตอนที่แล้ว ได้วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุแล้ว ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม และปรับปรุงกระบวนการทำงาน ทำให้ชุมชนเข้าถึงความรู้และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้กัน

5. โมดูลการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนความรู้ (Knowledge Sharing)

การแบ่งปัน แลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อแก้ปัญหาการจัดการความรู้ โดยการควบคุม (control) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการควบคุมคุณภาพซิกซ์ซิกม่า โดยใช้กระบวนการ DMAIC คือ การนำซอฟต์แวร์ต้นแบบไปใช้และมีการประเมินผลเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง

4.2 ผลการประเมินตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมที่มีระดับการยอมรับดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางประเมินตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการ

ปัจจัยการยอมรับที่มีผลต่อคุณลักษณะของต้นแบบ	$\bar{x}$	SD	การยอมรับ
1. ความเหมาะสมของกรอบแนวคิด “ตัวแบบการจัด การความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม” โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ (บูรณาการศาสตร์สามศาสตร์เข้าด้วยกัน คือ การบริการวิชาการแก่สังคม ซิกซ์ซิกม่า การจัดการความรู้ และการออกแบบเชิงวัตถุ)	4.43	0.53	มาก
2.ความเหมาะสมของระเบียบวิธีซิกซ์ซิกม่า โดยใช้กระบวนการ DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)	4.29	0.49	มาก
3.ความเหมาะสมของการจัดการความรู้ (KM)	4.14	0.38	มาก
4.ความเหมาะสมของการวิเคราะห์เชิงวัตถุ(Object-Oriented)	4.14	0.38	มาก
5.ความเหมาะสมของภาพรวมขององค์ประกอบการจัดการความรู้ (National Talent, Experience, Heuristics, Skills และ Artifacts)	4.43	0.53	มาก
6.ความเหมาะสมของเทคโนโลยี (ICT Systems)	4.00	0.58	มาก
รวม	4.24	0.48	มาก

จากตารางที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ประเมินตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการ ในประเด็นปัจจัยการยอมรับที่มีผลต่อคุณลักษณะของต้นแบบ โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ มีค่า 4.24) ส่วนการทดสอบด้านความเหมาะสมของกรอบแนวคิด และความเหมาะสมของภาพรวมขององค์ประกอบการจัดการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ มีค่า 4.43) ส่วนความเหมาะสมของระเบียบวิธีซิกซ์ซิกม่า โดยใช้กระบวนการ DMAIC อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ มีค่า 4.29) ส่วนความเหมาะสมของการจัดการความรู้และความเหมาะสมของการวิเคราะห์เชิงวัตถุ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ มีค่า 4.14) ความเหมาะสมของเทคโนโลยี อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ มีค่า 4.00)

5. สรุป

ตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคมเป็นตัวแบบใหม่ ซึ่งออกแบบโดยใช้หลักการเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ และระเบียบวิธีคุณภาพดีเมอิก ซึ่งเป็นตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม ที่สามารถรวบรวมองค์ความรู้ที่มีในชุมชน และความรู้จากการบริการวิชาการแก่สังคม โดยนำองค์ความรู้มาจัดเก็บเพื่อไม่ให้สูญหายและสามารถถ่ายทอดสู่คนในชุมชนรุ่นต่อ ๆ ไป และสามารถบริหารจัดการความรู้ดังกล่าวอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สังคมสามารถเข้าถึงและนำมาใช้งานได้อย่างถูกต้องเมื่อต้องการ หรือนำมาสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ เป็นการจัดการงานบริการวิชาการแก่สังคมได้อย่างยั่งยืนด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

งานวิจัยขั้นต่อไป คือ การนำตัวแบบการจัดการความรู้งานบริการวิชาการที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์การจัดการความรู้งานบริการวิชาการแก่สังคม เพื่อให้การบริการวิชาการแก่ชุมชนเป็นระบบ เกิดประโยชน์และเกิดการจัดการความรู้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

[1] สุประภาดา โชติมณี, Modern KM applications in business management จัดการความรู้อย่างไรให้ใช้ได้ผลกับทุกระบบ, สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2551 : 1.

[2] ลั่นทม จอนจวบทรง, วิถีชุมชน: การจัดการความรู้เพื่อยกระดับรุกิจชาวบ้าน, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ ฯ, 2557 : 2.

[3] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, *ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)*, ซีเอ็ดยูเคชั่น : กรุงเทพ ฯ, 2554.

[5] S. E. Mehrabani, “Knowledge Management and Innovation Capacity,”Journal of Management Research, vol. 4, no. 2, pp. 171 - 175, 2012.

[6] จารึก ชูกิตติกุล, “เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ : ปรัชญา สาระ และวิทยานิพนธ์,” วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีชั้นสูง, 7, 1-14.

[7] ปรัชญนันท์ นิลสุข, *“เว็บบล็อก : เทคโนโลยีเพื่อการจัดการความรู้”* พัฒนาเทคนิคศึกษา. ปีที่ 21 ฉบับที่ 69 มกราคม – มีนาคม 2552 หน้า 24.

[8] C.A. Siebra, P.R. Costa, A.L. Santos, F.Q. Silva, “Improving the Handsets Network Test Process via DMAIC Concepts,” ICSE 2008, pp. 736, 2008.

[9] R.Hosseingholizadeh, “Managing the knowledge lifecycle : A Integrated Knowledge Management Process Model, ” *IEEE Trans. on International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*, pp. 105-106,2014.

[10] A.Akhavan, M.S. Owlia, M.Jafari, Y.Zare, “A Model for Linking Knowledge Management Strategies, Critical Success Factors, Knowledge Management Practices and Organizational Performanace; the Case of Iranian

University, ” *Proceeding of the 2011 IEEE IEEM*, pp. 1594, 2011.

[11] V. Supyuenyong, N. Islam, “Knowledge Management Architecture : Building Blocks and Their Relationships,” *PICMET 2006 Proceeding*, pp. 1215, 2006.

[12] สุทธิ สินทอง และสุเทพ บุตรดี, “การพัฒนารูปแบบการจัดการความรู้ในกระบวนการผลิตสำหรับรัฐวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม,” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม –สิงหาคม 2556 หน้า 451.

[13] V. Hirunyasiri and S. Butdee, “Knowledge Synthesis Using Multichannel of Media in the Case Study of Integrated Circuit Industry,” *AIJSTP ME*, pp. 68, 2013.

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน
Mobile Application Development of Oral Health Care for Preschoolers

พรพิมล ใช้สงวน(Pornpimol Chaisanguan)[1] และมาลีรัตน์ โสดานิล(Maleerat Sodanil)[2]
[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]pc.pornpimol@gmail.com, [2]Maleerat.s@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กเป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญของกระทรวงสาธารณสุขในประเทศไทย เพราะมีผลกระทบโดยตรงกับการเจริญเติบโตของเด็ก โรคฟันผุเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น อาหาร สิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และพฤติกรรมการเลี้ยงดูของพ่อแม่หรือผู้ปกครอง งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน เป็นอีกทางเลือกในการกระจายความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 เมนูหลัก คือ เมนูคำถามสุขภาพฟัน เมนูความรู้เกี่ยวกับฟัน เมนูศูนย์ทันตกรรม เมนูรายการที่สนใจ เมนูข้อมูลลูกน้อย และเมนูตั้งค่าการเตือน โดยผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับคุณภาพดี และผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันจากผู้ใช้งาน โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ดังนั้นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นถือได้ว่ามีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาข้อมูลความรู้ด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันเด็กและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เพื่อการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันให้แก่เด็กอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: สุขภาพช่องปากและฟัน โมบายแอปพลิเคชัน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

The children's oral health care is one of an important issue for the ministry of public health in Thailand. It's effected directly on their growth. The root cause comes from several factors such as foods, environmental, social, economic and parenting behavior. The purpose of this paper is to develop the mobile application of oral health care for preschoolers which is another choice of knowledge distribution. An application consists of six main functions: Dental health question, Knowledge of the oral health care, Dental center, Favorite, The baby info and reminder settings menu. The application was evaluated by experts and user using questionnaire in order to measure the performance of application in terms of quality and satisfaction which given both are good. Therefore, this application can be used to help user as a source of information for the children's oral health care.

Keywords: Oral and Dental Health, Mobile Application, Android Operating System.

1. บทนำ

จากผลการสำรวจภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2555 พบว่าเด็กอายุ 3 ปี ซึ่งเป็นขวบปีแรกที่ฟันน้ำนมครบ 20 ซี่ มีความชุกในการเกิดโรคฟันผุ ร้อยละ 51.8 มีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด(dmft)2.7 ซี่/คน ร้อยละ 3.2 ของเด็กเริ่มมีประสบการณ์การสูญเสียฟันในช่องปากแล้ว [1] สาเหตุของการเกิดโรคฟันผุในเด็กเกิดจากหลายปัจจัยและปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ พฤติกรรมการเลี้ยงดูของผู้ปกครอง เนื่องจากเด็กเล็กต้องอาศัยการพึ่งพิงผู้อื่นโดยเฉพาะจากผู้ปกครองเป็นสำคัญ [2] การดูแลสุขภาพฟันของเด็กในวัยนี้จึงต้องอาศัยการเอาใจใส่จากพ่อแม่และผู้ปกครองเป็นอย่างมาก [3] ปัจจุบันบริบทของสังคมเปลี่ยนไปเกิดจากนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ หรือ “Smart Phone” และ “Tablet” เปรียบเสมือน “ปัจจัยที่ 6” ของการสื่อสารที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคในโลกยุคที่ 3 [4] ทั้งนี้หากนำประโยชน์

ของแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้ พัฒนาเป็นแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุในเด็กเบื้องต้นได้เอง ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาสุขภาพฟันให้แก่เด็กได้ และช่วยส่งเสริมพัฒนาทักษะ ทัศนคติ พฤติกรรมการเลี้ยงดูของผู้ปกครองในการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันให้แก่เด็กให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหาสุขภาพฟันเด็ก

จากการศึกษาพฤติกรรมการแปรงฟันของเด็กก่อนวัยเรียนในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก พบว่าเด็กก่อนวัยเรียนยังมีพฤติกรรมการแปรงฟันที่ไม่ถูกต้อง ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ ได้เสนอแนะให้มีมาตรการพัฒนาทักษะผู้ปกครอง เพื่อให้สามารถดูแลความสะอาดช่องปากของเด็กก่อนวัยเรียนได้อย่างถูกต้อง [5] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการแปรงฟันให้เด็กอายุ 1-5 ปี ของผู้ปกครองในเขตอำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมของผู้ปกครองในการแปรงฟันให้เด็กได้แก่ ทัศนคติด้านทันตสุขภาพ ทักษะของผู้ปกครองในการแปรงฟันให้เด็ก และเห็นว่าควรส่งเสริมให้ผู้ปกครองแปรงฟันให้เด็กเป็นประจำทุกวัน มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ ทัศนคติ และสร้างความตระหนักในการดูแลสุขภาพช่องปากเด็ก ให้แก่ผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เน้นที่การปฏิบัติให้สามารถนำไปใช้ได้จริง [6]

2.2 แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

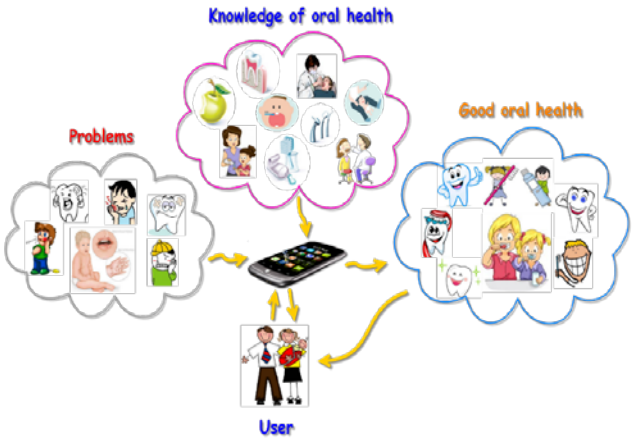
ผู้วิจัยได้ค้นหาตัวอย่างแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันเด็ก ที่มีอยู่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของแอปพลิเคชันได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มแอปพลิเคชันในรูปแบบของเกม มีทั้งแบบที่ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และแบบที่ผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งแอปพลิเคชันกลุ่มนี้ช่วยส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ในการดูแลสุขภาพปากและฟันจากเกมที่เล่น เช่น เกม Dentist Mania เกมดัดฟัน และเกมทันตแพทย์เงอะงะ Fiasco เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มแอปพลิเคชันที่ให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพช่องปากและฟันเด็ก ซึ่งก็มีทั้งแบบที่ให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเช่นกัน เช่น แอปพลิเคชัน Bone Box แอปพลิเคชัน Dental Anatomy Ultimate และแอปพลิเคชัน MCQs in Dentistry เป็นต้น [7] ส่วนใหญ่แล้วแอปพลิเคชันกลุ่มนี้ผู้ใช้งานจะเป็น พ่อแม่ หรือผู้ปกครองใช้เพื่อศึกษาข้อมูลการดูแลสุขภาพช่องปากและฟัน

จากกลุ่มแอปพลิเคชันเกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันที่ผู้วิจัยได้สรุปมาทั้ง 2 กลุ่ม ยังไม่พบว่ามีแอปพลิเคชันที่สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุเบื้องต้นได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อช่วยลดปัญหาสุขอนามัยในช่องปากของเด็กก่อนวัยเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถือเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันเด็ก ช่วยส่งเสริมทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเลี้ยงดูของผู้ปกครอง และเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดปัญหาสุขอนามัยในช่องปากและฟันเด็กได้อย่างเหมาะสม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิด

จากความสำคัญปัญหาสุขอนามัยในช่องปากของเด็กก่อนวัยเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือให้ความรู้ด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันในเด็กเล็ก ที่คุณพ่อ คุณแม่สามารถนำความรู้ไปปรับใช้เพื่อการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันให้แก่เด็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแสดงกรอบแนวความคิด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวความคิดของการวิจัย

ซึ่งจะประกอบด้วย PKGU คือ

Problems: ปัญหาสุขภาพช่องปากและฟันของเด็ก

Knowledge of oral health: ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันเด็ก ที่แอปพลิเคชันได้รวบรวมไว้

Good oral health: คุณพ่อ คุณแม่นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติดูแลรักษาสุขภาพช่องปากและฟันให้แก่ลูกน้อยได้อย่างยั่งยืนต่อไป

User: ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันในที่นี้หมายถึง คุณพ่อคุณแม่ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลสุขภาพช่องปากและฟันให้ลูกน้อย

3.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

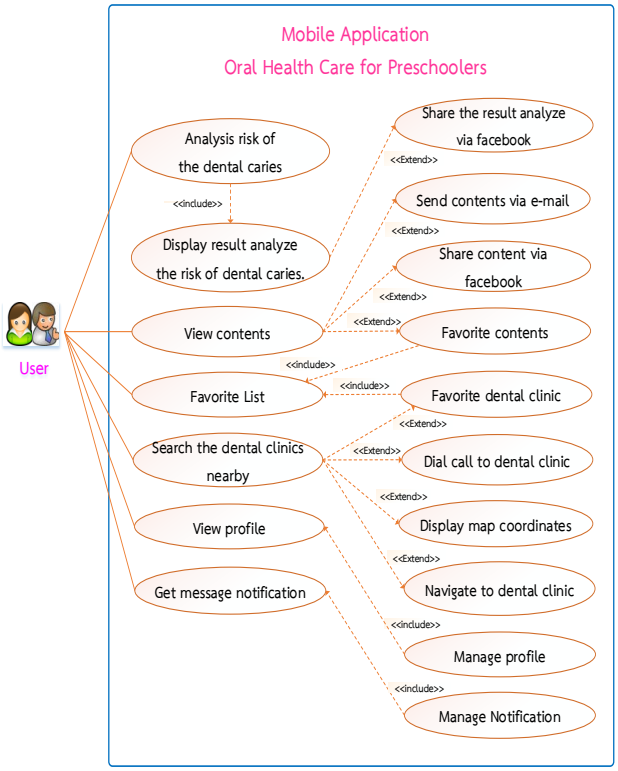
ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันของเด็กก่อนวัยเรียน จากผลการสำรวจของสำนักทันตสาธารณสุขกรมอนามัย และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำความเข้าใจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น รวบรวมความต้องการด้านคุณสมบัติการใช้งานของแอปพลิเคชันที่จะพัฒนา จากคุณพ่อคุณแม่ ผู้ปกครองที่มีบุตรอายุระหว่าง 0-3 ปี ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 50 คน และรวบรวมข้อมูลความรู้ด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันเด็ก จากสื่อสิ่งพิมพ์ หนังสือ วารสาร และอินเตอร์เน็ต เช่น ข้อมูลจากหนังสือการจัดการนิสัยการดูนิ้วสำหรับทันตแพทย์ ผู้เขียน ประภาศรี ริรัตนพงษ์ หนังสือทันตกรรมป้องกันในเด็กและวัยรุ่น จำทำโดย บรรณาธิการชุติมา ไตรรัตน์วรกุล พฤติกรรมการแปรงฟันของเด็กก่อนวัยเรียนในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ลิขสิทธิ์ของกุมารเวชสาร ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2552 และข้อมูลความรู้เกี่ยวกับฟลูออไรด์ จัดทำโดย SIRIRAJ E-PUBPLIC LIBRALY เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กระบวนการรวบรวมข้อมูล

3.3 การออกแบบระบบ

เมื่อศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) ซึ่งอธิบายให้เห็นกระบวนการทำงานทั้งหมดของแอปพลิเคชัน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ยูสเคสไดอะแกรมของแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน มี Actor คือ ผู้ใช้งาน และมียูสเคสฟังก์ชันที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุของเด็ก

3.3.2 การเรียกดูเนื้อหาที่เป็นความรู้ เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันเด็ก

3.3.3 การค้นหาข้อมูลศูนย์ทันตกรรมเฉพาะทางสำหรับเด็ก

3.3.4 การทำเครื่องหมายเป็นรายการที่ชื่นชอบ

3.3.5 การจัดการข้อมูลประวัติส่วนตัวเด็ก

3.3.6 การตั้งค่าการเตือนเพื่อรับแจ้งข้อมูลความรู้จากแอปพลิเคชัน และการแจ้งเตือนกำหนดการเข้าตรวจสุขภาพช่องปากและฟันลูกน้อยตามช่วงเวลาที่เหมาะสม

3.4 พัฒนาและทดสอบระบบ

พัฒนาระบบโดยใช้ Android SDK บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android 4.2 ขึ้นไป เพื่อให้รองรับ Google Map API V.2 ใช้ Eclipse Tools and Java Development Kit (JDK) เมื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว มีการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบ White-Box Testing ทดสอบว่ากระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันมีข้อผิดพลาดหรือไม่

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ในการวิจัยประกอบด้วย 1) โมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียนที่พัฒนาขึ้น 2) แบบประเมินคุณภาพโมบายแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน

3.6 การประเมินผลระบบ

เมื่อทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้ว นำแอปพลิเคชันไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันโดยทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 3 ท่าน จากนั้นทำการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จากกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง คือ คุณพ่อ คุณแม่ หรือผู้ปกครองของเด็กอายุ 2-3 ปี จำนวน 30 คน จากศูนย์พัฒนาเด็กก่อนวัยเรียนวชิรราชวิทยายน สำนักงานเขตบางแคที่อยู่ในช่วงปีการศึกษา 2556 - 2557 เพื่อตรวจสอบว่าโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

4. ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ มีชื่อเรียกว่า SmartDent ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาแอปพลิเคชันดังนี้

4.1 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

เป็นหน้าจอแรกของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีการแบ่งเมนูการใช้งานเป็น 6 เมนูหลัก คือ เมนูคำถามสุขภาพฟัน เมนูความรู้เกี่ยวกับฟัน เมนูศูนย์ทันตกรรม เมนูรายการที่สนใจ เมนูข้อมูลลูกน้อย และเมนูตั้งค่าการเตือน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

4.2 หน้าจอเมนูคำถามสุขภาพฟัน

เป็นหน้าแสดงข้อคำถามให้ผู้ใช้ได้ทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุในเด็ก เมื่อผู้ใช้ทำแบบทดสอบและส่งคำตอบเรียบร้อย แอปพลิเคชันจะแสดงผลวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุของเด็กเบื้องต้นให้ พร้อมคำแนะนำในการดูแลสุขภาพฟันเด็กให้ทราบ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: คำถามสุขภาพฟันและผลการวิเคราะห์

4.3 หน้าจอเมนูความรู้เกี่ยวกับฟัน

เป็นหน้าจอแสดงเนื้อหาความรู้ โรคในช่องปากและฟันเด็ก และวีดิโอเกี่ยวกับการดูแลช่องปากและฟันเด็ก ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลที่ต้องการได้ ดังภาพที่ 6

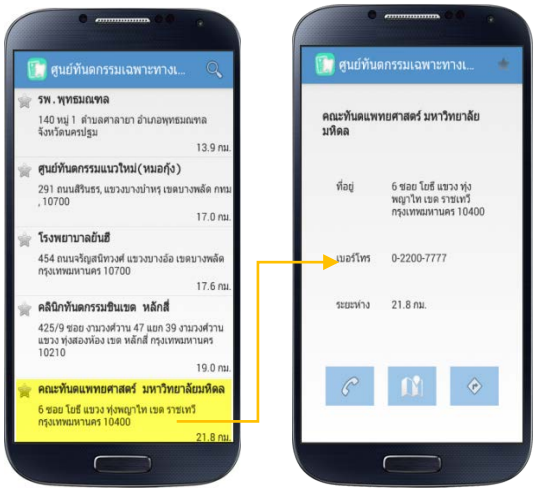


ภาพที่ 6: หน้าจอแสดงรายการเรื่องความรู้เกี่ยวกับฟัน

4.4 หน้าจอเมนูศูนย์ทันตกรรม

เป็นหน้าจอแสดงผลการค้นหาศูนย์ทันตกรรมเฉพาะทางสำหรับเด็กที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถโทรติดต่อ

ไปยังศูนย์ทันตกรรมได้ทันที สามารถกดปุ่มเพื่อให้แสดงพิกัดตำแหน่งที่อยู่ของศูนย์ทันตกรรม หรือกดปุ่มเพื่อให้แสดงเส้นทางที่ใช้เดินทางไปยังศูนย์ทันตกรรมได้ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ศูนย์ทันตกรรม

4.5 หน้าจอเมนูรายการที่สนใจ

เป็นหน้าจอทางลัดเพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลที่ทำเครื่องหมายเป็น Favorite ไว้ ได้รวดเร็วขึ้น ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: หน้าจอรายการที่สนใจ

4.6 เมนูข้อมูลลูกน้อย

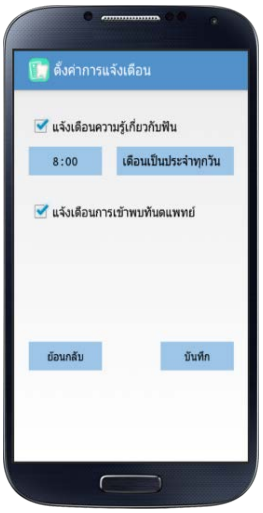
เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มประวัติส่วนตัวเด็กได้ กรณีที่เคยบันทึกข้อมูลไว้ก่อนหน้า แอปพลิเคชันจะแสดงข้อมูลประวัติส่วนตัวเด็กที่เป็นข้อมูลล่าสุดให้ ซึ่งผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลประวัติส่วนตัวเด็กได้ แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ข้อมูลลูกน้อย

4.7 เมนูตั้งค่าการเตือน

เป็นหน้าจอให้ผู้ใช้ตั้งค่าการรับข้อความแนะนำความรู้ และรับการแจ้งเตือนกำหนดการเข้าตรวจสุขภาพช่องปากและฟันของเด็กตามช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งการแจ้งกำหนดการเข้าพบทันตแพทย์จะทำงานร่วมกับหน้าจอข้อมูลของลูกน้อย โดยแอปพลิเคชันจะทำการคำนวณระยะเวลาในการแจ้งเตือนจากวัน/เดือน/ปี เกิดของลูกน้อย แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: การตั้งค่าการเตือน

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการ

แสดงผลบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยผู้วิจัยเริ่มตั้งแต่การศึกษารวบรวมข้อมูล ศึกษาเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนา ทำการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาด้านสุขอนามัยในช่องปากและฟันเด็กโดยทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง และทำการทดสอบแอปพลิเคชันโดยผู้พัฒนาระบบก่อนนำไปใช้งานจริง

ผลการประเมินผลคุณภาพแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญและผลการประเมินผลความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1: ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวมในแต่ละด้าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ความสามารถของแอปพลิเคชันตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.30	0.77	ดี
การทำงานได้ตรงตามฟังก์ชันงานของแอปพลิเคชัน	4.33	0.80	ดี
การใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.32	0.63	ดี
คุณภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน	4.45	0.62	ดี
สรุปผลการประเมินโดยรวม	**4.34**	**0.70**	**ดี**

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งาน โดยรวมในแต่ละด้าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
ความสามารถของแอปพลิเคชันตรงตามความต้องการของผู้ใช้	3.79	0.62	มาก
การทำงานได้ตรงตามฟังก์ชันงานของแอปพลิเคชัน	3.96	0.65	มาก
การใช้งานของแอปพลิเคชัน	3.80	0.63	มาก
คุณภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน	3.84	0.60	มาก
สรุปผลการประเมินโดยรวม	**3.84**	**0.63**	**มาก**

จากผลการประเมินแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานมีความคิดเห็นตรงกันว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน สามารถนำไปใช้งานได้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยอื่น ๆ ได้

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป

สำหรับข้อเสนอแนะของการพัฒนาแอปพลิเคชันในอนาคต ควรเพิ่มให้สามารถกรอกข้อมูลประวัติเด็กได้มากกว่า 1 คน ควรเพิ่มให้แอปพลิเคชันสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และควรมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถแสดงผลบนระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ด้วย เช่นระบบปฏิบัติการ iOS หรือ ระบบปฏิบัติการ Window Mobile เป็นต้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างทั่วถึง

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย, “ผลการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ” วารสารการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7, 2556.

[2] ลักขณา อุ้ยจิรากุล, “ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเลี้ยงดูและการเกิดโรคฟันผุในเด็กเล็กในจังหวัดสระแก้ว” บทความวิจัยเสนอในการประชุมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4, 2556.

[3] ศูนย์ทันตกรรมโรงพยาบาลมิชชั่นกรุงเทพฯ. การดูแลสุขภาพฟันเด็กในวัยเรียน (5 -12 ปี). สืบค้นจาก http://www.missionhospital.org/index.php/th/component/content/article/354--5-12-.html. เมื่อ 30/06/2557.

[4] ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์, “2022 วิวัฒนาการการสื่อสารแห่งโลกอนาคต” Veridian E-Journal, SU Vol.5 No. 2 May-August 2012.

[5] ฉลองชัย สกลวสันต์และคณะ, “พฤติกรรมการแปรงฟันของเด็กก่อนวัยเรียนในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก” กุมารเวชสาร ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2552.

[6] นฤชิต ทองรุ่งเรืองชัย, พรรณี บัญชรหัตถกิจ, “ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการแปรงฟันให้เด็กอายุ 1-5 ปี ของผู้ปกครองในเขตอำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู” ภาควิชาสุขศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.

[7] Google Play. Android Application. สืบค้นจาก https://play.google.com/store เมื่อ 19/07/2557.

[8] ประภาศรี ริรัตนพงษ์, “การจัดการนิสัยการดูนิ้วสำหรับทันแพทย์” กรุงเทพฯ: ทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2552.

[9] ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล, “ทันตกรรมป้องกันในเด็กและวัยรุ่น” กรุงเทพฯ: ทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[10] กุมารเวชสาร, “พฤติกรรมการแปรงฟันของเด็กก่อนวัยเรียนในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก” กุมารเวชสาร ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2552

[11] SIRIRAJ E-PUBLIC LIBRARY, “ความรู้เกี่ยวกับฟลูออไรด์” สืบค้นจาก http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/epl/articledetail.asp?id=91 เมื่อ 20/07/2557.

การประยุกต์ไอทิลสำหรับการให้บริการคลาวด์
An Application of ITIL to Cloud Service Provision

ธีระศักดิ์ นิตย์ลาภ(Theerasak Nitlarp)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา(Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]theerasak.n@student.chula.ac.th, [2]twittie.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การประมวลผลแบบคลาวด์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศยุคใหม่ ผู้ให้บริการคลาวด์ต่างพัฒนางานบริการของตนเพื่อรองรับการใช้งานที่มีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และต้องการแนวทางการปฏิบัติในการบริหารจัดการการให้บริการให้มีคุณภาพ บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ไอทิล ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติในด้านการบริหารจัดการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับระบบการให้บริการคลาวด์ โดยการนำแนวปฏิบัติของกระบวนการในไอทิลมาจับคู่กับฟังก์ชันการบริหารจัดการระบบตามสถาปัตยกรรมอ้างอิงของการประมวลผลแบบคลาวด์ตามไอเอสโอ/ไออีซี 17789 แล้วทำการสร้างรายการคำถามที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการตามกระบวนการในไอทิล สำหรับให้ผู้ให้บริการคลาวด์ใช้เป็นแบบประเมินตนเอง เพื่อใช้ประเมินวุฒิภาวะของการจัดการการให้บริการ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการให้บริการคลาวด์ของตนให้เป็นไปตามแนวปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ไอทิล ไอเอสโอ/ไออีซี 17789 การประมวลผลแบบคลาวด์ การให้บริการ การบริหารจัดการบริการ การประเมินตนเอง

Abstract

Cloud computing has become one of the driving forces behind today's IT systems. Cloud providers offer their services to accommodate increasing cloud adoption and, aiming at service quality, require best practice for service management. This paper presents an application of ITIL – a set of practices for IT service management – to cloud service provision. The application is by mapping ITIL processes to management functions of the Cloud Computing Reference Architecture issued as ISO/IEC 17789. A set of questions related to the mapped ITIL processes are then defined as a guideline for cloud providers for self-assessment. Cloud providers can assess to determine the maturity of their cloud service management and identify room for improvement toward service provision standards.

Keywords: ITIL, ISO/IEC 17789, Cloud Computing, Service Provision, Service Management, Self-Assessment.

1. บทนำ

การประมวลผลแบบคลาวด์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในระบบสารสนเทศยุคใหม่และได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากมีจุดเด่นคือสามารถลดภาระด้านการลงทุนและการบริหารจัดการระบบสารสนเทศขององค์กรผู้ใช้บริการ ไปให้กับผู้ให้บริการคลาวด์แทน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (IaaS) บริการแพลตฟอร์ม (PaaS) หรือบริการซอฟต์แวร์ (SaaS) [1] ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการแข่งขันสูงของผู้ให้บริการคลาวด์ในแต่ละประเภท ทั้งในด้านการพัฒนาเทคนิค มาตรฐาน และคุณภาพการบริการ ในปัจจุบันได้มีมาตรฐาน ISO/IEC 17789 ซึ่งเป็นมาตรฐานสถาปัตยกรรมอ้างอิงของการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing Reference Architecture) [2] ได้กำหนดฟังก์ชันการบริหารจัดการระบบการให้บริการคลาวด์ไว้ ผู้ให้บริการคลาวด์ต่างต้องคิดหาแนวทางปฏิบัติเพื่อพัฒนาบริการของตนเองให้ได้คุณภาพ โดยเฉพาะเพื่อให้เป็นไปตามกรอบการบริหารจัดการตามสถาปัตยกรรมอ้างอิงของการให้บริการคลาวด์ดังกล่าว [11]

และเนื่องด้วยการให้บริการคลาวด์และการให้บริการไอทีแบบดั้งเดิมนั้นต่างก็มีแนวทางที่เน้นการให้บริการที่มีคุณภาพคุ้มทุน มีความมั่นคงและใช้บริการได้ต่อเนื่อง งานวิจัยฉบับนี้จึงมีแนวคิดในการนำแนวปฏิบัติของ ITIL (IT Infrastructure Library) [3] ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในวงการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศแบบดั้งเดิมมาประยุกต์ใช้กับงานบริการคลาวด์ เพื่อพัฒนาการให้บริการคลาวด์ให้มีแนวทางการปฏิบัติที่เป็นที่ยอมรับ และจะมีการสร้างรายการคำถามสำหรับให้ผู้ให้บริการคลาวด์ประเมินตนเอง โดยเป็นคำถามที่มีความสอดคล้องกับทั้งกระบวนการของ ITIL และฟังก์ชันการบริหารจัดการตามสถาปัตยกรรมอ้างอิง ISO/IEC 17789 การประเมินจะช่วยให้ผู้ให้บริการคลาวด์สามารถประเมินวุฒิภาวะหรือความสามารถในการให้บริการขององค์กรได้

หัวข้อที่ 2 ของบทความนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงวิธีการประยุกต์ ITIL เข้ากับ ISO/IEC 17789 และการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองที่สร้างขึ้น หัวข้อที่ 4 จะแสดงตัวอย่างการนำไปใช้งาน ตามด้วยหัวข้อที่ 5 เป็นการสรุปผลการวิจัยและเสนอแนวทางในการพัฒนาต่อ

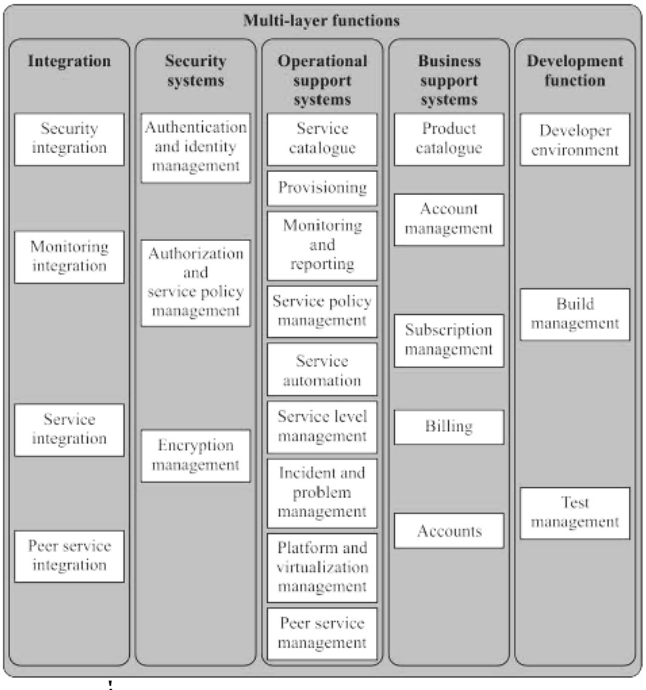
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ITIL

ITIL (IT Infrastructure Library) [4], [5], [6], [7], [8], [3] เป็นกรอบงาน (Framework) ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการบริหารจัดการบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศตามหลักการของ ITSM (IT Service Management) ซึ่งเป็นการใช้ไอทีเพื่อสนับสนุนความต้องการและเป็นกลไกขับเคลื่อนในการมุ่งสู่เป้าหมายทางธุรกิจขององค์กร กระบวนการและกิจกรรมที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practices) ของ ITIL สามารถเพิ่มคุณภาพงานบริการทางด้านไอทีให้กับองค์กรผู้ให้บริการได้ ITIL ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบหลัก 26 กระบวนการ และ 12 ฟังก์ชัน โดยมีการอธิบายว่าควรต้องทำอะไรบ้างและบอกแนววิธีการปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาปรับใช้ได้กับระบบสารสนเทศที่เป็นการให้บริการคลาวด์

2.2 ISO/IEC 17789

ISO/IEC 17789:2014 Information Technology - Cloud Computing Reference Architecture [2] เป็นมาตรฐานสถาปัตยกรรมอ้างอิงของการประมวลผลแบบคลาวด์ ซึ่งอธิบายรายละเอียดของบทบาทในบริการคลาวด์ (Role), กิจกรรม (Activity) และส่วนประกอบพื้นฐานของบริการคลาวด์ (Foundation Component) โดยผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ Foundation Component เป็นหลัก จากภาพที่ 1 เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ของฟังก์ชันการบริหารจัดการบริการคลาวด์ (Multi-Layer Functions) ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบจะระบุฟังก์ชันการบริหารจัดการที่ควรมี และในส่วนนี้เองที่จะใช้เพื่อจับคู่ (Mapping) กับกระบวนการของ ITIL



ภาพที่ 1: ฟังก์ชันการบริหารจัดการตาม ISO/IEC 17789 [2]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีหลายองค์กรและหลายงานวิจัยต่างเสนอสถาปัตยกรรมอ้างอิงของคลาวด์ ตัวอย่างเช่น NIST Cloud Computing Reference Architecture [1] เป็นสถาปัตยกรรมที่มุ่งเน้นไปที่บทบาทและองค์ประกอบหลักของคลาวด์ในภาพรวม แต่ยังขาดในส่วนการอธิบายรายละเอียดทั้งในแง่มุมทางเทคนิคและมุมมองธุรกิจของการให้บริการ ส่วนทางด้าน IBM ก็ได้เสนอ Cloud Computing Reference Architecture [9] ที่ครอบคลุมถึงโมเดลการปฏิบัติการ กระบวนการการบริการ สมรรถภาพ

ของบริการ รวมถึงมุมมองต่าง ๆ ที่สำคัญเกี่ยวกับคลาวด์ แต่เป็นการอธิบายในมุมมองเชิงเทคนิคเป็นหลัก และเน้นที่วิธีการและขั้นตอนการสร้างและจัดการคลาวด์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจในแง่มุมของภาพรวมและการบริการคลาวด์ ดังนั้นงานวิจัยของ Amanatullah และคณะ [10] จึงได้เสนอสถาปัตยกรรมอ้างอิงของคลาวด์เช่นกัน โดยผนวกมุมมองที่เข้าใจง่ายของสถาปัตยกรรมอ้างอิงของ NIST เข้ากับกระบวนการและคำอธิบายที่ครอบคลุมสถาปัตยกรรมคลาวด์ของ IBM โดยสถาปัตยกรรมอ้างอิงที่ได้เป็นผลลัพธ์นี้ให้ความสนใจในด้านการจัดการการให้บริการคลาวด์เป็นหลัก อันประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนโครงสร้างการบริการ ส่วนสนับสนุนทางธุรกิจและส่วนสนับสนุนการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวนำเสนอเพียงองค์ประกอบและการอธิบายบทบาทของแต่ละส่วนในเชิงสถาปัตยกรรม แต่ยังไม่ได้ระบุกระบวนการจัดการที่แต่ละส่วนควรต้องดำเนินการ

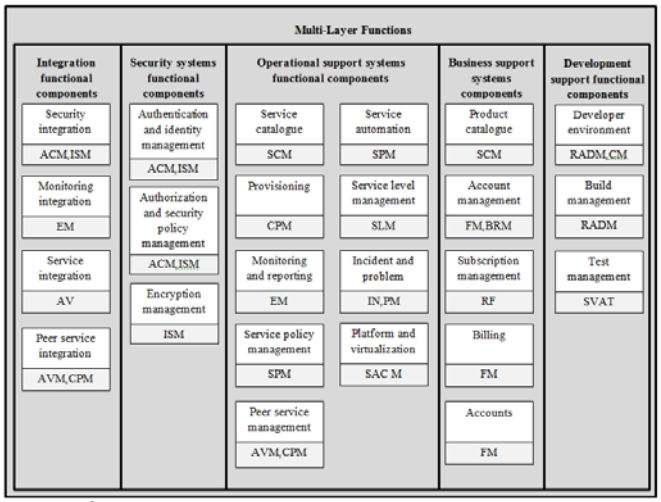
3. การประยุกต์ ITIL กับ ISO/IEC 17789

จากการศึกษาบทความรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมการให้บริการคลาวด์ รวมไปถึงการใช้ ITIL ช่วยจัดการการบริการของคลาวด์ จึงมีแนวคิดในการนำกระบวนการของ ITIL มาประยุกต์ใช้ในบริการคลาวด์เพื่อช่วยให้การบริการคลาวด์มีแนวปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ โดยผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) พิจารณาและอ้างอิงจากเอกสารวิชาการและบทความเกี่ยวกับกระบวนการของ ITIL ที่เกี่ยวข้องกับการบริการคลาวด์ และทำการเลือกสถาปัตยกรรมอ้างอิงของคลาวด์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกสถาปัตยกรรมอ้างอิง ISO/IEC 17789 ซึ่งถือเป็นมาตรฐาน และผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่การให้บริการคลาวด์แบบโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service)

2) ใช้หลักการของ ITSM ที่มุ่งเน้นการบริการเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพสู่ความต้องการของธุรกิจเป็นหลัก โดยอาศัยปัจจัย 6 รูปแบบ คือ People, Processes, Customer, Technology, Information และ Service โดยเลือกกระบวนการของ ITIL มาเป็นแนวทางปฏิบัติ โดยในแต่ละกระบวนการนั้นจะมีการอ้างอิงจาก ITIL Process Activity ที่มีรายละเอียดแนวทางและข้อปฏิบัติ

3) ประยุกต์ใช้กระบวนการ ITIL เข้ากับฟังก์ชันการบริหารจัดการบริการตามองค์ประกอบพื้นฐานของบริการคลาวด์ตามสถาปัตยกรรมอ้างอิง ISO/IEC 17789 ในภาพที่ 1 โดยทำการจับคู่กระบวนการของ ITIL ที่มีความสอดคล้องและเกี่ยวเนื่องกับฟังก์ชันการบริหารจัดการตามองค์ประกอบพื้นฐานของบริการคลาวด์ ผลของการจับคู่แมปปิงแสดงดังภาพที่ 2 เช่น กระบวนการ FM (หรือ Finance Management) ของ ITIL ถูกจับคู่กับองค์ประกอบ Account Management, Billing และ Accounts ของ ISO/IEC 17789



ภาพที่ 2: ผลการจับคู่กระบวนการของ ITIL กับองค์ประกอบของ ISO/IEC 17789

4) เลือกกิจกรรมของกระบวนการ ITIL ที่ได้จากการจับคู่ในภาพที่ 2 โดยอ้างอิงรายละเอียดกิจกรรมจาก ITIL Process Activity [4], [5], [6], [7], [8] ซึ่งแต่ละกิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับฟังก์ชันการบริหารจัดการตามองค์ประกอบพื้นฐานของสถาปัตยกรรมคลาวด์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดคำถามในหัวข้อที่ 5

5) สร้างแบบประเมินตนเองสำหรับผู้ให้บริการคลาวด์ โดยอาศัยรายละเอียดกิจกรรมของแนวปฏิบัติในแต่ละกระบวนการของ ITIL ที่ได้จากหัวข้อที่ 4 ในการตั้งคำถามที่สอดคล้องทั้งกระบวนการ ITIL และกระบวนการในองค์ประกอบพื้นฐานของสถาปัตยกรรมคลาวด์ โดยพิจารณาจากคำนิยามกระบวนการและกิจกรรมในการจัดหาบริการคลาวด์ [12], [13], [14] ซึ่งคำถามแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ 1. คำถามประเภทต้องทำ (Required) เป็นคำถามถึงการปฏิบัติที่ต้องทำใน

กิจกรรมของกระบวนการนั้น ๆ ซึ่งสามารถเลือกตอบได้เพียง “Yes” หรือ “No” เท่านั้น 2. คำถามประเภททั่วไป (Optional) เป็นคำถามถึงกิจกรรมที่สามารถทำเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมประเภทที่ต้องทำ ซึ่งอาจทำหรือไม่ทำก็ได้ โดยสามารถเลือกตอบได้ 3 แบบคือ “Yes” หรือ “No” หรือ “N/A”

ในที่นี้ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างในส่วนขององค์ประกอบ Account Management, Billing และ Accounts ของ ISO/IEC 17789 ซึ่งถูกจับคู่กับกระบวนการ Finance Management ใน ITIL โดยชุดคำถามจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Level 1: Process Prerequisites เป็นคำถามเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ITIL ในแต่ละกระบวนการ เพื่อเป็นการประเมินรายละเอียดเบื้องต้นที่ควรทำเกี่ยวกับกระบวนการ ITIL นั้น ๆ ซึ่งในที่นี้ก็จะเป็นคำถามเบื้องต้นเกี่ยวกับ Finance Management ดังแสดงในภาพที่ 3

Level 1: Process Prerequisites	Ascertains whether the minimum level of prerequisite items are available to support the process activities.
FM101	At least some financial management activities are established within the organisation, e.g. cost forecasting, expenditure budgeting, service cost management.
FM102	Financial management activities are assigned to specific individuals or functional areas.
FM103	The organisation has established a budget for IT Service Delivery

ภาพที่ 3: Process Prerequisites Questionnaire

Level 2: Process Management Intent เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกระบวนการ ITIL เช่น นโยบายขององค์กรหรือเป้าหมายขององค์กรที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการ ITIL จากภาพที่ 4 เป็นคำถามเกี่ยวกับการจัดการและวางนโยบายองค์กรที่เกี่ยวข้องกับ Finance Management

Level 2: Process Management Intent	Establishes whether there are organisational policy statements,business objectives (or similar evidence of intent) providing both purpose and guidance in the transformation or use of the prerequisite items.
FM201	The purpose and benefits of financial management have been disseminated within the organisation.
FM202	The scope of financial management activities and any applicable pricing policies have been determined.
FM203	Goals for financial management in relation to IT expenditure and charging (IT cost recovery) have been made explicit.
FM204	There are agreed procedures covering the calculation and registration of IT costs.

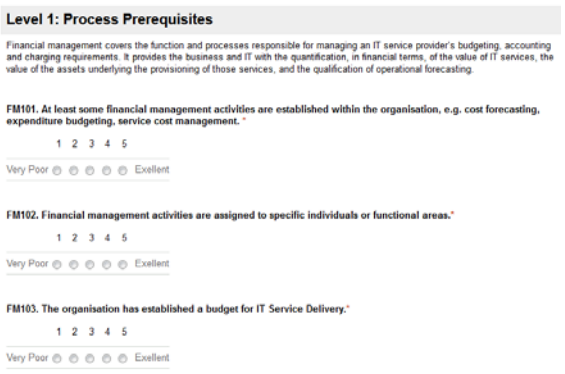
ภาพที่ 4: Process Management Intent Questionnaire

Level 3: Process Capability เป็นคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการ ITIL และองค์ประกอบพื้นฐานของสถาปัตยกรรมของบริการคลาวด์ จากภาพที่ 5 เป็นคำถามที่สอดคล้องระหว่าง Finance Management ใน ITIL ที่ประยุกต์ใช้กับองค์ประกอบพื้นฐานของบริการคลาวด์ นั่นก็คือ กับ Account Management, Billing และ Accounts ตามลำดับ

Level 3: Process Capability	Examines the activities being carried out. The questions are aimed at identifying whether a minimum set of activities are being performed.
Account management	The account management functional component provides capabilities for managing cloud service customer relationships.
FM301	Regular reporting intervals on expenditure
FM302	Forecast unit costs for resources / services
FM303	Defined process for managing service costs
FM304	Determined a pricing policy
FM305	Planning cost recovery
FM306	Determine service charges
Billing	The metering and rating of the use of cloud services by cloud service customers
FM309	Collect and receive IT resource unit usage data, financial charges, and prior period adjustments
FM310	Manage historical usage/charge data
FM311	Provide lifecycle architecture consulting support
FM312	Provide reports of IT resource usage and costs organized by account for invoice backup, chargeback, and cost recovery
FM313	Receive and manage input data about mapping of usage to client accounts, exclusions, and account/contract configurations
FM314	Run automated tasks to check, aggregate, correlate, rate, and store usage data in a database for analysis and reporting
FM315	Implement requirements for new usage data types or new custom reports
FM316	Manage (drive, track, and report on) all activities on the monthly accounting calendar
FM317	Manage from end-to-end the billing and chargeback solution, including performance tracking, problem trend resolution, requirements management, and solution change project management
FM318	Perform data analysis of production usage or pre-production testing of new usage or configuration data
Accounts	The accounts functional component holds the capabilities relating to general ledger and general accounting functions, including accounts receivable and accounts payable.
FM319	Report on income
FM320	Compile summaries on income versus expenditure
FM321	Manage financial impact and billing adjustments related to contract penalties or exceeded service commitments.
FM322	Prepare and provide Customer billing
FM323	Prepare and provide monthly financial review
FM324	Prepare and provide monthly reconciliation of account financial results
FM325	Prepare and provide customer billing, separating the service delivery charges into multiple customer defined departments, enabling customer internal chargeback processing.

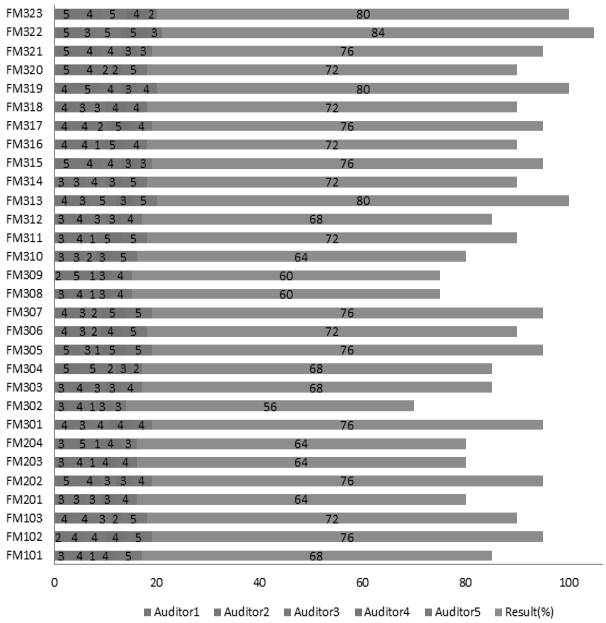
ภาพที่ 5: Process Capability Questionnaire

6) ประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินตนเองโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้าน ITIL หรือ ISO 20000 และด้านการให้บริการคลาวด์ จำนวน 5 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญต้องมีประกาศนียบัตรทางด้าน ITIL ในระดับ Foundation เป็นต้นไป และต้องมีประสบการณ์ทางด้าน Implementer หรือ Controller หรือ Consultant เกี่ยวกับ ITIL หรือ ISO 20000 อย่างน้อย 4 ปี ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการให้คะแนนในแต่ละคำถามตั้งแต่ 1-5 โดยหมายถึงความเหมาะสมน้อยที่สุดถึงเหมาะสมมากที่สุดตามลำดับ ซึ่งภาพที่ 6 เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินชุดคำถามของ Finance Management ในส่วนชุดคำถามระดับ 1



ภาพที่ 6: การประเมินและให้คะแนนคำถามบางส่วนของ Finance Management

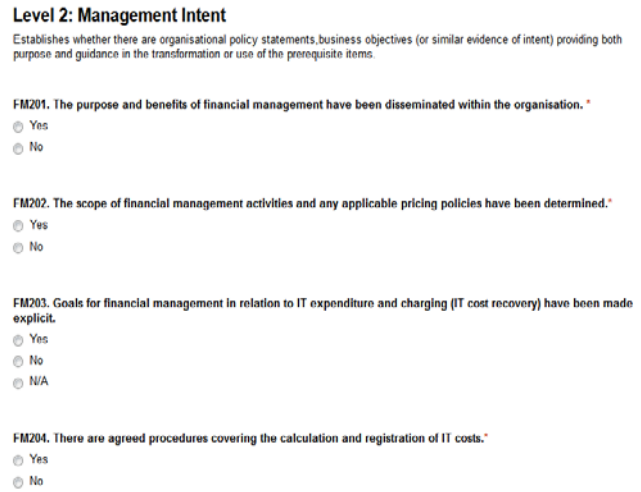
ภาพที่ 7 เป็นผลการประเมินคำถามทั้งหมดของ Finance Management ซึ่งข้อที่ได้คะแนนรวมน้อยกว่า 60% จะไม่ถูกนำมาพิจารณาเป็นคำถามในรายการประเมินตนเอง



ภาพที่ 7: ผลการประเมินชุดคำถามทั้งหมดของ Finance Management

4. ตัวอย่างการประเมินตนเอง

ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบประเมินตนเองในรูปของ Google Sheets สำหรับให้ผู้ให้บริการคลาวด์ใช้ประเมินการบริการของตนเอง ดังตัวอย่างในภาพที่ 8



ภาพที่ 8: แบบประเมินตนเองของผู้ให้บริการคลาวด์

ตัวอย่างผลการประเมินตนเองเป็นการประเมินโดยผู้ดูแลระบบคลาวด์ขององค์กรข้ามชาติแห่งหนึ่ง ซึ่งให้บริการคลาวด์ทั้งในและต่างประเทศ หลังจากผู้ให้บริการคลาวด์ทำการตอบคำถามประเมินตนเองครบถ้วนแล้ว จะมีการคำนวณคะแนนตามค่าน้ำหนักของแต่ละคำถามดังภาพที่ 9 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของการประเมินตนเอง ซึ่งจะมีการแสดงรายละเอียดในมุมมองของการประยุกต์ใช้กระบวนการ ITIL กับองค์ประกอบย่อยของสถาปัตยกรรมคลาวด์ตาม ISO/IEC 17789, มุมมองภาพรวมในองค์ประกอบหลัก และมุมมองภาพรวมทั้งหมดของสถาปัตยกรรม ดังภาพที่ 10-12 ตามลำดับ โดยจะแสดงรายละเอียดการสรุปผลการประเมินและเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่องค์กรคาดหวังและคะแนนที่แท้จริงของแต่ละส่วนของกระบวนการ

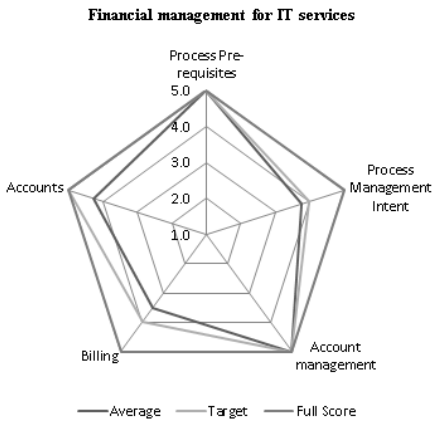
QuestionNo.	Answer	Type	Weight	Score
FM101	1	Required	1.66	1.66
FM102	1	Required	1.66	1.66
FM103	1	Required	1.66	1.66
FM201	1	Required	1.25	1.25
FM202	1	Required	1.25	1.25
FM203	0	Optional	1.25	0.00
FM204	1	Required	1.25	1.25
FM301	1	Required	0.83	0.83
FM303	1	Required	0.83	0.83
FM304	1	Required	0.83	0.83
FM305	1	Required	0.83	0.83
FM306	1	Required	0.83	0.83
FM307	1	Required	0.50	0.50
FM308	1	Required	0.50	0.50

ภาพที่ 9: บางส่วนของการคำนวณคะแนนตามค่าน้ำหนัก

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

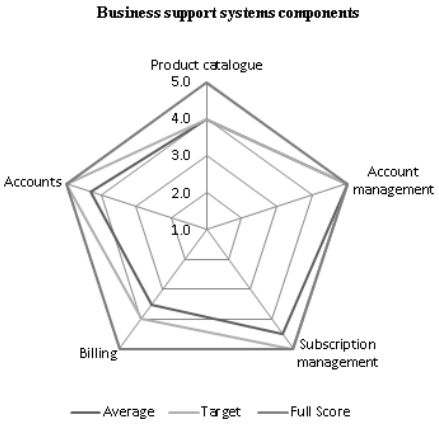
บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการนำ ITIL มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการบริการคลาวด์ ซึ่งใช้หลักการในการจับคู่กระบวนการที่สอดคล้องกันของ ITIL กับฟังก์ชันการบริหารจัดการตามองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมอ้างอิง ISO/IEC 17789 สำหรับบริการคลาวด์ ผลที่ได้คือแบบประเมินตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถทราบระดับวุฒิภาวะหรือความสามารถในการให้บริการเมื่อเทียบกับแนวปฏิบัติที่เป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรม ในการพัฒนาเพิ่มเติม สามารถบูรณาการแนวปฏิบัติที่นำเสนอนี้เข้ากับแนวปฏิบัติในมาตรฐานอื่น อาทิเช่น แนวปฏิบัติด้านความมั่นคง CCM และชุดคำถามด้านความมั่นคง CAIQ ที่เสนอโดย Cloud Security Alliance (CSA) เป็นต้น หรือปรับแนวปฏิบัตินี้ด้วยการประเมินและให้คะแนนคำถามโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านบริการคลาวด์และ ITIL สำหรับการนำไปใช้ในบริบทของบริการคลาวด์แบบ PaaS และ SaaS

หรือเพื่อรองรับรูปแบบการให้บริการคลาวด์ในแบบอื่นที่จะเกิดขึ้นในอนาคต



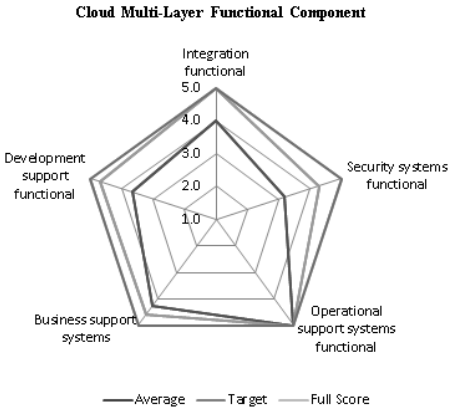
Area	Result	Average	Target	Full Score
Process Pre-requisites	Pass	5.0	5.0	5.0
Process Management Intent	Pass	3.8	4.0	5.0
Account management	Pass	5.0	5.0	5.0
Billing	Pass	3.5	4.0	5.0
Accounts	Pass	4.3	5.0	5.0
Average	**Pass**	**4.3**	**4.6**	**5.0**

ภาพที่ 10: ตัวอย่างผลการประเมินตนเองในมุมมองการประยุกต์ ITIL



Area	Result	Average	Target	Full Score
Product catalogue	Pass	4.0	4.0	5.0
Account management	Pass	5.0	5.0	5.0
Subscription management	Pass	4.5	5.0	5.0
Billing	Pass	3.5	4.0	5.0
Accounts	Pass	4.3	5.0	5.0
Average	**Pass**	**4.3**	**4.6**	**5.0**

ภาพที่ 11: ตัวอย่างผลการประเมินตนเองในมุมมององค์ประกอบหลักของสถาปัตยกรรมคลาวด์ ISO/IEC 17789



Area	Result	Average	Target	Full Score
Integration functional	Pass	4.0	5.0	5.0
Security systems functional	Pass	3.2	4.3	5.0
Operational support systems function	Pass	5.0	5.0	5.0
Business support systems	Pass	4.3	4.6	5.0
Development support functional	Pass	3.7	4.7	5.0
Average	**Pass**	**4.0**	**4.7**	**5.0**

ภาพที่ 12: ตัวอย่างผลการประเมินตนเองในมุมมององค์ประกอบรวมของสถาปัตยกรรมคลาวด์ ISO/IEC 17789

เอกสารอ้างอิง

[1] F. Liu, J. Tong, J. Mao, R. Bohn, J. Messina, L. Badger, and D. Leaf, *NIST Cloud Computing Reference- Architecture*, NIST, Special Publication 500-292, 2011.

[2] ISO/IEC, *ISO/IEC 17789:2014 Information Technology - Cloud Computing Reference Architecture*, 2014.

[3] M. Nieves, *Best Practice in the Cloud: An Introduction Using ITIL® to Seize the Opportunities of the Cloud*, 2014.

[4] Cabinet Office, *ITIL Service Operation*, The Stationery Office, London, 2011.

[5] Cabinet Office, *ITIL Continual Service Improvement*, The Stationery Office, London, 2011.

[6] Cabinet Office, *ITIL Service Design*, The Stationery Office, London, 2011.

[7] Cabinet Office, *ITIL Service Strategy*, The Stationery Office, London, 2011.

[8] Cabinet Office, ITIL Service Transition. The Stationery Office, London, 2011.

[9] IBM Corporation, Cloud Computing Reference Architecture 4.0: Overview, 2014.

[10] Y. Amanatullah, C. Lim, H. P. Ipung and A. Juliandri, "Toward Cloud Computing Reference Architecture: Cloud Service Management Perspective," 2013 Int. Conf. ICT for Smart Society (ICISS), pp. 1-4, 2013.

[11] AXELOS, "It Service Management and Cloud Computing", 2014.

[12] IBM Redguide Publication, "IBM SmartCloud: Becoming a Cloud Service Provider", 2012.

[13] IBM Redguide Publication, "IBM SmartCloud: Building a Cloud Enabled Data Center", 2013.

[14] IBM Redguide Publication, "IBM Smart Analytics Cloud", 2010.

ระบบต้นแบบการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศ บนฐานกฎแบบอัตโนมัติสำหรับเอกสารราชการไทย
The Prototype System of Automatic Database Construction based on Rules for the Thai Official Documents

อุษานาฎ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์(Usanad Ua-apisitwong)
ภาควิชาวิทยาการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Usanad@hotmail.com

บทคัดย่อ

เอกสารทางราชการเป็นเอกสารที่ถูกใช้ในหน่วยงานราชการเป็นจำนวนมากและสามารถแบ่งลักษณะเอกสารที่แตกต่างกัน คือ เอกสารที่ใช้ภายในหน่วยงานหรือเอกสารที่ใช้ภายนอกหน่วยงาน โดยรูปแบบคุณลักษณะของเอกสารมีความแตกต่างทั้งชนิดของไฟล์ โครงสร้างภายในเอกสาร การจัดวางตำแหน่งหรือลักษณะของตัวอักษรทำให้ยากต่อการสกัดข้อมูลออกจากเอกสาร เนื่องจากเอกสารราชการเป็นเอกสารเชิงข้อความที่ไม่มีโครงสร้าง ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอระบบต้นแบบสำหรับการสกัดข้อมูลสารสนเทศบนฐานของกฎออกจากเอกสารราชการไทยและเก็บลงในฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติ ข้อมูลที่นำมาทดลองเป็นข้อมูลเอกสารราชการไทยของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาจำนวน 150 เอกสาร โดยผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้อยู่ในระดับพอใช้ (ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 3.20) และมีค่าความถูกต้องในการสกัดข้อมูลเท่ากับร้อยละ 80

คำสำคัญ: การสกัดสารสนเทศ เอกสารแบบไม่มีโครงสร้าง เอกสารราชการ

Abstract

There are a lot of usage for official documents in government agencies. They can be separated to two types: Internal agency documents and External agency documents. They have many differences of document's features such as file format, document structure, document alignment, or fonts. From these reason, it's so hard to extract data from a document because of the official document is an unstructured data. This paper aims to develop a prototype system for automatic extracting any information from Thai government documents based on generated rules. The data are 150 Thai official documents from the faculty of science and technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. For the experimental results, the satisfaction level of the user is fair (3.20 on average) and the extracting accuracy is 80 percentage.

Keywords: Information Extraction, Unstructured Data, Government Document.

1. บทนำ

เอกสารเชิงข้อความ (Textual Document) ถือได้ว่าเป็นประเภทเอกสารที่มีการใช้งานกันอย่างมาก โดยสามารถมีการแบ่งประเภทของลักษณะข้อมูลโครงสร้างเอกสารได้เป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย เอกสารแบบมีโครงสร้าง (Structured Document) เป็นเอกสารที่แบ่งโครงสร้างของข้อมูลไว้อย่างชัดเจน เช่น ฐานข้อมูล หรือข้อมูลแบบ XML (Extensible Markup Language) เอกสารแบบกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structured Document) เช่น เอกสารที่อยู่บนเว็บไซต์ต่างๆ (Web Document) และสุดท้ายคือ เอกสารแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Document) เช่น หนังสือ วารสาร เป็นต้น

หนังสือราชการ (Official Correspondence) ถือได้ว่าเป็นเอกสารเชิงข้อความประเภทหนึ่งที่ถูกใช้งานโดยทั่วไปสำหรับหน่วยงานราชการต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น บันทึกข้อความ รายงานการประชุม ประกาศ คำสั่ง หรือระเบียบต่างๆ โดยในปัจจุบันการสร้างหนังสือราชการนั้นจะมีการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสร้าง ซึ่งปัญหาที่พบได้สำหรับการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลประเภทเอกสารราชการคือการเก็บทั้งแฟ้มข้อมูลโดยไม่มีการแยก

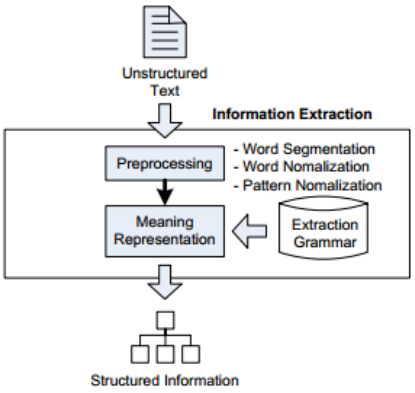
องค์ประกอบของข้อมูลที่อยู่ในเอกสารทำให้ยากต่อการค้นหาข้อมูลในอนาคต อีกทั้งถ้าต้องการสกัดข้อมูลจากเอกสารดังกล่าวเก็บลงในฐานข้อมูลจำเป็นต้องเสียทั้งบุคลากรและเวลา หรือถ้าดังนั้นถ้าสามารถสกัดนำเอาข้อมูลหรือสารสนเทศที่สำคัญและน่าสนใจออกมาจากไฟล์เอกสารดังกล่าวได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับหน่วยงานราชการ ที่ทางหน่วยงานสามารถนำข้อมูลที่สกัดออกมาไปใช้ประโยชน์สำหรับองค์กรต่อไปได้ งานวิจัยในกลุ่มงานดังกล่าวเรียกว่า “การสกัดข้อมูลสารสนเทศ” (Information Extraction: IE) มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดนำเอาสิ่งที่ต้องการที่มีอยู่ในไฟล์เอกสารในลักษณะรูปแบบต่างๆ ออกมาแบบอัตโนมัติได้ผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์

จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอระบบต้นแบบการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศบนฐานกฎแบบอัตโนมัติสำหรับเอกสารราชการไทยเพื่อสามารถช่วยในการสกัดข้อมูลสารสนเทศในไฟล์เอกสารราชการประเภทต่างๆ ได้ โดยทางผู้วิจัยได้มีการนำแนวคิดในการสกัดสารสนเทศจากเอกสารราชการแบบไม่รู้ชนิดอย่างอัตโนมัติด้วยฐานกฎที่สร้างขึ้นจากสมมุติฐานบนโครงสร้างต้นไม้ของไฟล์เอกสารที่มีรูปแบบเป็นไฟล์ XML [1] มาพัฒนาต่อยอดเป็นระบบต้นแบบในงานวิจัยชิ้นนี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Information Extraction [2]

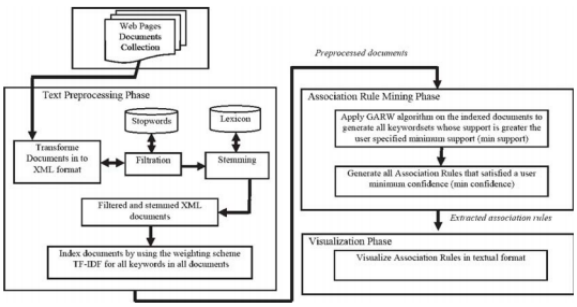
วิธีการสกัดข้อมูลออกจากเอกสารของระบบ Information Extraction (IE) ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันมีอยู่ 4 วิธี คือ Manually-constructed IE system เป็นการสร้างระบบ IE ด้วยตนเอง จากการสร้างกฎขึ้นมาเองโดยใช้ภาษาโปรแกรมทั่วไป Supervised IE system จะทำการ Training ให้กับระบบก่อน เพื่อให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และสร้างเป็น Model ออกมา ดังนั้นเมื่อมี Test data ก็จะนำเข้าสู่ Model เพื่อหาข้อมูลที่ต้องการออกมา Semi-supervised IE system ให้เครื่องเรียนรู้ข้อมูลเพียงเล็กน้อย Unsupervised IE system ไม่ต้องการการฝึกอบรมของข้อมูลตัวอย่างและไม่ต้องมีผู้ใช้มาทำการปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้าง Wrapper หรือกฎขึ้นมาแสดงกระบวนการสกัดสารสนเทศได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการการสกัดข้อมูลสารสนเทศจากเอกสารแบบไม่มีโครงสร้าง [2]

2.2 การทำเหมืองข้อความ (Text Mining) [3]

การทำเหมืองข้อความเป็นกระบวนการทำเหมืองข้อมูลที่มีการทำงานบนข้อมูลที่เป็นประเภทข้อความหรือข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้างเท่านั้น โดยถือได้ว่าเป็นสายงานวิจัยที่สำคัญเนื่องจากประเภทของข้อมูลที่มีอยู่บนโลกนี้จะมีลักษณะเป็นข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้างเป็นส่วนใหญ่ การทำเหมืองข้อความมีการประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านการประมวลผลธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) ร่วมกับเทคนิคการทำงานทางด้านเหมืองข้อมูล สามารถแสดงสถาปัตยกรรมของเหมืองข้อความได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กระบวนการการสกัดข้อมูลสารสนเทศจากเอกสารแบบไม่มีโครงสร้าง [3]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Usanad Ua-apisitwong and Teerapong Sungsri, [1] นำเสนอเทคนิคการสกัดข้อมูลที่ต้องการจากเอกสารหนังสือราชการที่ไม่ทราบประเภทของหนังสือราชการ โดยใช้การสร้างกฎแบบอัตโนมัติจากเอกสาร

ต้นแบบที่เตรียมไว้ และเทคนิคการท่องในต้นไม้แบบเชิงลึก โดยอยู่บนพื้นฐานของกฎที่ถูกสร้างขึ้นจากเอกสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ และใช้คำสำคัญที่ได้จากลักษณะเด่นของบันทึกข้อความเป็นเงื่อนไขในการสร้างกฎการสกัดขึ้นมา อีกทั้งแนวคิดดังกล่าวยังได้มีการใช้ DOM API และเทคนิคการท่องในต้นไม้ (Tree Traversals) แบบเชิงลึก (Depth First Search: DFS) มาช่วยในการสกัดข้อมูลที่ต้องการอีกด้วย

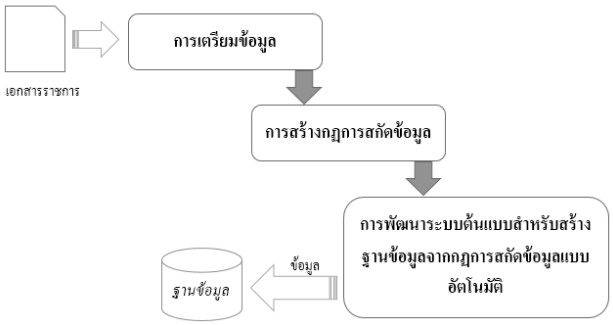
งานวิจัยของ Jianfeng Tang, [4] นำเสนอเทคนิคการสกัดเมตาดาต้า (Metadata) โดยมีการตั้งสมมุติฐานว่าถ้ามีการจัดกลุ่มของเอกสารดังกล่าวที่มีความเหมือนกันก่อนจะสามารถสกัดข้อมูลเมตาดาต้าออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นมีวิธีการทำงานมีอยู่ 2 ขั้นตอนคือการจัดกลุ่มเอกสารให้อยู่ในกลุ่มที่มีรูปแบบของเอกสารที่เหมือนกันและการสร้างแม่แบบของกฎเพื่อนำมาใช้สำหรับการสกัดข้อมูลเมตาดาต้าของแต่ละกลุ่มเอกสารที่ถูกจัดกลุ่มไว้แล้ว สำหรับเอกสารรูปแบบ PDF ที่มีความแตกต่างกัน (Heterogeneous Collection documents)

งานวิจัยของ Wachirawut Thamviset and Sartra Wongthanavasu, [5] นำเสนอแนวคิดว่าเอกสารบนเว็บที่มีอยู่มากและมีความแตกต่างทางด้านโครงสร้างของเอกสารวิธีการอย่างไรสำหรับการสกัดเอาข้อมูลเหล่านั้นออกมาได้ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้รูปแบบหัวข้อที่ซ้ำกัน (Repetitive Subject Pattern) เพื่อเป็นเหมือนข้อมูลที่ใช้ค้นหา Data Record ที่ต้องการ โดยระบบใช้ Subject Pattern หรือ Subject Item หรือ Product Name เป็นหัวข้อในการค้นหา

งานวิจัยของอมรทิพย์ กวินปณิธาน [6] ได้ทำการศึกษาบริบทที่สามารถระบุเป็นสิ่งบ่งบอกการปรากฏของชื่อเฉพาะภาษาไทยสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนางานด้านภาษาศาสตร์คอมพิวเตอร์โดยศึกษาจากคลังข้อมูลภาษาที่มีการกำกับชื่อเฉพาะผู้วิจัยได้ทำการจัดสร้างคลังข้อมูลภาษาขึ้นโดยรวบรวมข้อความภาษาไทยจากหนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจและนิตยสารสกุลไทย จากนั้นทำการกำกับชื่อเฉพาะโดยใช้บริบทบ่งบอกด้วยเทคนิค TEI (Text Encoding Initiative)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

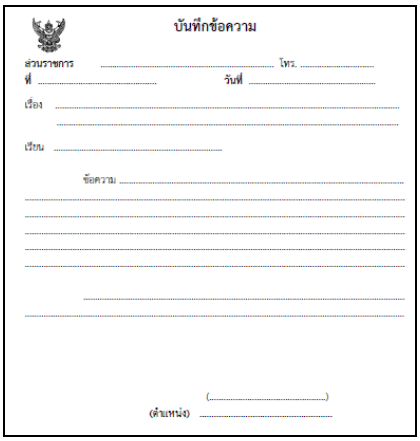
งานวิจัยชิ้นนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ขั้นตอนการสร้างกฎการสกัดข้อมูล และขั้นตอนการพัฒนาระบบการสกัดข้อมูล สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลใช้ข้อมูลของเอกสารราชการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวนทั้งสิ้น 150 เอกสาร โดยข้อมูลทั้งหมดมีรูปแบบไฟล์เป็นเอกสารที่ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Microsoft word (.doc และ .docx) ดังแสดงตัวอย่างโครงสร้างเอกสารราชการได้ ภาพที่ 4 ซึ่งไฟล์ข้อมูลจะต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของ XML ทั้งหมดเพื่อสามารถนำเข้าสู่ระบบได้ โดยใช้โปรแกรมทดลองของ Word-to-LaTeX Version: 2.43 [7] ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Michal Kebrt จากนั้นจะนำเอกสารไฟล์รูปแบบ XML ไปทำการเตรียมข้อมูลก่อนถูกประมวลผล (Preprocessing) เพื่อตัด Tag และช่องว่าง (White space) ที่ไม่ต้องการออกจากเอกสาร



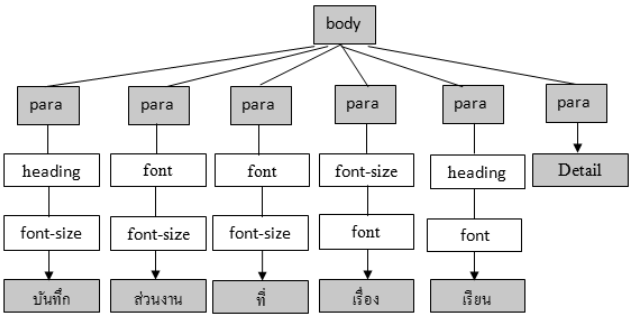
ภาพที่ 4: ตัวอย่างไฟล์เอกสารราชการประเภทบันทึกข้อความ

3.2 การสร้างกฎการสกัดข้อมูล

การสร้างกฎการสกัดข้อมูลเอกสารราชการในงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเทคนิคการสร้างกฎสำหรับการสกัดข้อมูลจากงานวิจัยของ Usanad Ua-apisitwong and Teerapong Sungsri [1] มาใช้เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับการสร้างโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่สกัดออกมาได้ ดังนี้

3.2.1 การค้นหาคำสำคัญ (keyword) คำสำคัญเป็นส่วนของหัวข้อแต่ละหัวข้อในเอกสารราชการที่ต้องการสกัดนำข้อมูลออกมา โดยการค้นหาคำสำคัญมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้สำหรับการค้นหาในโครงสร้างของ DOM Tree สำหรับสร้างกฎการสกัดข้อมูลออกมา

3.2.2 การสร้างกฎการสกัดข้อมูล กฎการสกัดข้อมูลสำหรับเอกสารราชการจะได้จากลำดับโครงสร้างของแท็ก (tag) ในรูปแบบของเอกสาร XML โดยวิธีการสร้างกฎการสกัดข้อมูลจะนำเทคนิคการท่องในต้นไม้แบบเชิงลึก (Depth First Search) เข้ามาช่วย ซึ่งสิ่งที่ต้องการค้นหาสำหรับการสร้างกฎนี้คือ คำสำคัญที่ค้นพบได้ในข้อ 3.2.1 แสดงตัวอย่างกฎการสกัดที่ค้นพบได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: ตัวอย่างกฎการสกัดข้อมูลจากโครงสร้างแท็กเอกสาร XML [1]

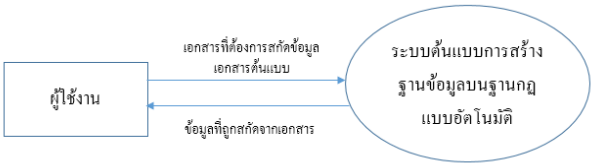
3.2.3 การสกัดข้อมูล ส่วนของข้อมูลที่ต้องการสกัดออกมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลของเอกสารราชการประเภทบันทึกข้อความประกอบด้วย 5 ส่วนคือ หัวข้อส่วนงาน หัวข้อที่ หัวข้อเรื่อง หัวข้อเรียน และเนื้อหา การสกัดข้อมูลของระบบจะเป็นการใช้กฎที่ถูกสร้างขึ้นในข้อที่ 3.2.2 ในลักษณะของลำดับแท็กบนโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งจะเรียกใช้กฎแบบเรียงลำดับกฎ โดยข้อมูลที่ถูกสกัดได้จากกฎดังกล่าวของแต่ละเอกสารจะถูกบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่ได้จัดเตรียมโครงสร้างไว้แล้วผ่านทางหน้าต่างโปรแกรมที่ถูกออกแบบขึ้นมา

3.2.4 การสร้างโครงสร้างฐานข้อมูล โครงสร้างฐานข้อมูลที่จะถูกสร้างขึ้นในระบบการสกัดข้อมูลโดยใช้คำสั่ง CREATE TABLE ของภาษา SQL (Standard relational database Query Language) ในขั้นตอนการสร้างจะมีการกำหนดจำนวนของเขตข้อมูลแบบคงที่ตามจำนวนของหัวข้อที่ต้องการสกัดข้อมูลในเอกสารราชการก่อนเช่น เอกสารบันทึกข้อความจะกำหนดจำนวนเขตข้อมูลเท่ากับ 5 สามารถยกตัวอย่างการสร้างโครงสร้างฐานข้อมูลจากเอกสารราชการประเภทบันทึกข้อความได้ ดังนี้

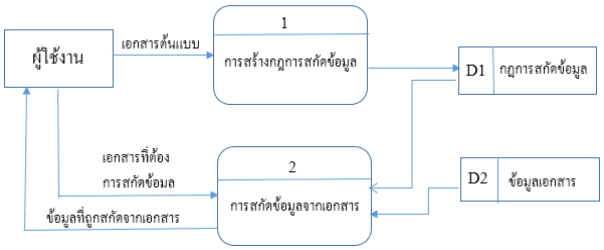
```
CREATE TABLE Dtype1 (Key1 VARCHAR(100), Key2
VARCHAR(100), Key3 VARCHAR(100), Key4
VARCHAR(100), Key5 VARCHAR(100), Key6
VARCHAR(500))
```

3.3 การพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับการสร้างฐานข้อมูลจากกฎการสกัดข้อมูลแบบอัตโนมัติ

สำหรับในขั้นตอนการพัฒนาระบบต้นแบบจะถูกออกแบบให้ทำงานแบบกราฟิกบน Window application เครื่องมือในการพัฒนาเป็นโปรแกรม Netbeans IDE 8.0 โดยมีโมดูลการทำงานหลักของระบบต้นแบบสองส่วนประกอบด้วย ส่วนการสร้างกฎการสกัดข้อมูล และส่วนของการสกัดข้อมูลเพื่อจัดเก็บลงในฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติ สามารถแสดงแผนภาพกระแสข้อมูลได้ ดังภาพที่ 6 และ 7



ภาพที่ 6: แผนภาพกระแสข้อมูลระดับสูงสุด



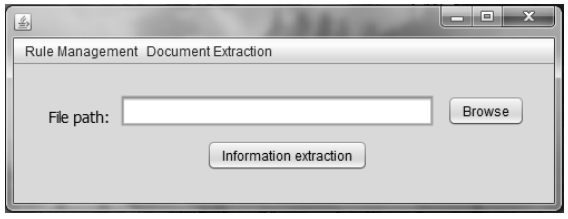
ภาพที่ 7: แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1

4. ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการดำเนินงานแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนของระบบ และส่วนของการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

4.1 ส่วนของระบบ

ระบบต้นแบบการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศบนฐานกฎแบบอัตโนมัติ ได้ผลดังนี้



ภาพที่ 8: หน้าต่างโปรแกรมสำหรับการสกัดข้อมูลจากเอกสารราชการ

docType	docOffice	docNo	docDate	docTitle
บันทึกข้อความ	สำนักงานคณบดี คณะวิทยาการสารสนเทศ โทร.๓๐๖๑	ศธ ๖๖๑๔.๑/๔๙๕	๕ ตุลาคม ๒๕๕๓	ข้อมูลการจัดเก็บค่าธรรมเนียมใช้สถานที่
บันทึกข้อความ	สำนักงานคณบดี คณะวิทยาการสารสนเทศ โทร.๓๐๖๑	ศธ ๖๖๑๔.๑/๔๙๕	๕ ตุลาคม ๒๕๕๓	ข้อมูลการจัดเก็บค่าธรรมเนียมใช้สถานที่

ภาพที่ 9: ตัวอย่างฐานข้อมูลและข้อมูลที่ถูกสกัดจากระบบต้นแบบ

4.2 ส่วนของการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

การทดสอบระบบเพื่อหาความพึงพอใจในการใช้งานระบบการประเมินความพอใจของระบบใช้การประเมินความพึงพอใจด้วยมาตราอันดับ 5 อันดับ และแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเป็นแบบช่วง 5 ช่วงคะแนน [8] ดังตารางที่ 1 โดยมีการทดสอบกับผู้ใช้จำนวน 5 คน

ตารางที่ 1: เกณฑ์การแปลผลการประเมินความพึงพอใจ

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมายของระดับคะแนน
4.51–5.00	ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
3.51–4.50	ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี
2.51–3.50	ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์พอใช้
1.51–2.50	ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ปรับปรุง
1.00–1.50	ความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ไม่เหมาะสม

ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อระบบมี 2 สมการ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ดังสมการที่ 1 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 2

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (1)$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum f x_i^2 - (\bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีความพึงพอใจต่อระบบต้นแบบการสร้างฐานข้อมูลบนฐานกฎแบบอัตโนมัติสำหรับเอกสารราชการในภาพรวมของระบบอยู่ในเกณฑ์พอใช้เท่ากับ 3.20 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 โดยถ้าพิจารณาเฉพาะด้านอินเตอร์เฟสการทำงานผู้ใช้มีความพึงพอใจในความสะดวกในการเลือกใช้เมนูและความเหมาะสมของแบบอักษรในเกณฑ์พอใช้ ส่วนด้านการใช้ระบบผู้ใช้มีความพึงพอใจในความสะดวกการเลือกใช้เมนูในเกณฑ์ดี โดยความหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องด้วยผู้ใช้ยังคงเห็นว่าควรจะสามารถนำรูปแบบไฟล์เอกสาร word เข้ามาใช้ในระบบ

ตารางที่ 2: ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายละเอียด / ค่าเฉลี่ยความพอใจ	ระบบ	S.D.
ส่วนอินเตอร์เฟสการทำงาน		
ความสะดวกสำหรับการเลือกใช้เมนูการทำงาน	3.00	0.63
ความเหมาะสมสำหรับแบบและขนาดของอักษร	**3.40**	0.49
ความสวยงามของฟอร์มการทำงานต่างๆ ในระบบ	2.60	0.49
ส่วนการใช้งานระบบ		
ความสะดวกในการสกัดข้อมูลจากเอกสาร	3.40	0.49
ความสะดวกในการทำงานของเมนู	**3.80**	0.74
ความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงาน	3.00	0.63
ค่าเฉลี่ยโดยรวมของระบบ	3.20	0.58

4.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบการสกัดสารสนเทศจากเอกสารราชการไทย

การประเมินประสิทธิภาพของระบบการสกัดสารสนเทศจากเอกสารราชการไทยจะมีการใช้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) โดยการทดสอบจะใช้ไฟล์เอกสารราชการไทยจำนวน 150 เอกสารด้วยสมการต่อไปนี้

$$\text{ความถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนเอกสารที่สกัดถูกต้อง}}{\text{จำนวนเอกสารทั้งหมด}} \times 100$$

และได้ผลความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 80 ซึ่งจากผลการทดลองพบข้อสังเกตว่าเอกสารราชการไทยที่นำมาทดสอบมีรูปแบบของเอกสารเหมือนกัน แต่โครงสร้างของ XML อาจมีความแตกต่างกันได้จากรูปแบบของลักษณะการพิมพ์เอกสาร ทำให้กฎที่ถูกสร้างขึ้นจากเอกสารเพียงเอกสารเดียวไม่สามารถรองรับกับรูปแบบเอกสารบางเอกสารได้

5. สรุป

เอกสารราชการไทยมีความสำคัญอย่างมากสำหรับหน่วยงานราชการ รวมทั้งสถาบันการศึกษาโดยในแต่ละสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่ได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลองค์กรเข้ามาช่วยในการทำงาน ระบบต้นแบบการสร้างฐานข้อมูลบนฐานกฎแบบอัตโนมัติในงานวิจัยชิ้นนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยแนวคิดในการช่วยให้การจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ในเอกสารราชการไทยทำได้สะดวกยิ่งขึ้น ข้อจำกัดสำคัญของระบบดังกล่าวคือความจำเป็นที่ต้องแปลงเอกสารราชการให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ XML ซึ่งยังคงไม่สะดวกในการทำงานและโครงสร้างฐานข้อมูลถูกกำหนดมาก่อนแล้วอีกทั้งเทคนิคที่นำมาใช้ยังคงรองรับกับเอกสารราชการประเภทบันทึกข้อความได้เท่านั้น ดังนั้นแนวทางการพัฒนาระบบในอนาคตจึงจำเป็นต้องสามารถรองรับรูปแบบไฟล์เอกสาร และประเภทของเอกสารราชการไทยได้มากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของสำนักงานอิเล็กทรอนิกส์ (E-Office) และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (E-Document) ต่อไป รวมทั้งควรนำเทคนิคด้านการเรียนรู้ของเครื่องมาช่วยปรับปรุงการทำงานให้มีความอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Usanad Ua-apisitwong and Teerapong Sungsri, "The Automatic Rule-based Information Extraction for Unknown Official Document", *International Journal of Intelligent Information Processing(IJIIP)*, Volume4, Number4, December 2013, pp. 46-51.

[2] ยุทธศักดิ์ วุฒิกร และคณะ, "การขยายฐานความรู้แบบอัตโนมัติสำหรับระบบถาม-ตอบโดยใช้ความหมายของประโยค," *รายงานต่อเนื่องงานประชุมวิชาการระดับชาติทางด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6 (NCCIT2010)*, 2553, หน้า 940-945.

[3] วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล, "เหมืองข้อความและการประยุกต์ใช้," *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, เล่มที่ 4, พฤษภาคม 2556, หน้า 157-165.

[4] J. Tang. "Template-based Metadata Extraction for Heterogenous Collection," *A Thesis Submitted to the Faculty of Old Dominion University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy Computer Science*, 2006.

[5] W. Thamviset and S. Wongthanavasu, "Structured Web Information Extraction Using Repetitive Subject Pattern," *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 9th International Conference on*, pp. 1-4, 2012.

[6] อมรทิพย์ กวินปณิธาน. (2546). "การศึกษาบริบทบ่งบอกชื่อเฉพาะในภาษาไทยตามแนวภาษาศาสตร์คอมพิวเตอร์," [ออนไลน์], แหล่งที่มา : http://www.arts.chulaac.th/~ling/thesis/2546MA/Amornthip.pdf, [สืบค้นเมื่อ : 27 มิถุนายน 2557].

[7] Michal Kebrt, "Word-to-LaTeX Converter," *Department of Software Engineering*, Charles University, Czech Republic, 2006.

[8] ทัศนวรรณ แก้วใส และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์, "ระบบแนะนำภาพยนตร์ด้วยเทคนิคตัวกรองเชิงร่วมมือร่วมกับวิธีเคมีน (Movies Recommender System using Collaborative Filtering and K-Means)," *The 5th National Conference on Computing ang Information Technology (NCCIT 2009)*, พฤษภาคม 2552, หน้า 502-507.

การศึกษาเบื้องต้นการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง มาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม

The preliminary study of applying specification by example to Scrum

ณัฐลักษณ์ บุญฤาชา (Nuttaluck Boonluecha)[1] และ โอฬาร โรจนพรพันธุ์ (Olarn Rojanapornpun)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[1]b.nuttaluck@gmail.com, [2]olarnr@sit.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ส่วนที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์ คือ การอธิบายถึงความต้องการของผู้ใช้ให้กับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เข้าใจตรงกัน บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาเบื้องต้นการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง (Specification by Example) มาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม ด้วยการทดลองใช้กับทีมพัฒนา 3 ทีม ที่มีประสบการณ์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์และทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน การพัฒนาประกอบไปด้วย 4 สปรินท์ โดยนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้ในสปรินท์ที่ 2 เป็นต้นไป จากการเก็บข้อมูลตัวชี้วัดและสัมภาษณ์ทีมพัฒนาพบว่า การนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้ในกิจกรรมวางแผนงานสปรินท์ครั้งที่ 1 ช่วยให้ทีมพัฒนาเข้าใจพฤติกรรมของซอฟต์แวร์ได้ดีขึ้น สามารถประเมินระยะเวลาในการทำงานได้แม่นยำขึ้น ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผล

คำสำคัญ: การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม, สปรินท์, การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง

Abstract

Clear understanding of software requirement is critical to software development. This paper presents the preliminary study of applying Specification by Example (SBE) to scrum software development. Three scrum teams with similar experiences and projects were selected for this study. The project consisted of 4 sprints and SBE were applied to sprint 2-4. Based on our collected metrics and the interview with the Scrum teams, application of SBE during sprint planning 1 has improved team understanding of software behaviors and the effort estimation accuracy. Nevertheless, further study is required to confirm the results.

Keyword: Scrum Development, Sprint, Specification by Example

1. บทนำ

การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมเป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ที่มุ่งเน้นให้การบริหารโครงการมีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยในปัจจุบันการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมมีการนำมาใช้กับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นจำนวนมาก โดยจากการสำรวจกับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ ในปี ค.ศ. 2010 พบว่ามีผู้ใช้การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมถึง 54% และมีการใช้วิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมร่วมกับวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอื่นอยู่ 18% และที่เหลือเป็นวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบอื่น ๆ [1],[2]

ในขั้นตอนของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมจะแบ่งกิจกรรมการทำงานเป็น 6 กิจกรรม ได้แก่ การกำหนดขอบเขตงาน (Product Backlog Refinement) การวางแผนงานครั้งที่ 1 (Sprint Planning part I) การวางแผนงานครั้งที่ 2 (Sprint Planning part II) สกรัมประจำวัน (Daily Scrum) การตรวจสอบสปรินท์ (Sprint Review) และการสำรวจสปรินท์ (Sprint Retrospective) [3],[4] โดยแต่ละกิจกรรมจัดทำขึ้นเพื่อช่วยในการจัดการการพัฒนาเป็นทีมให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ สามารถใช้งานได้จริง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และรองรับการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

อุปสรรคหนึ่งที่พบในขั้นตอนการเก็บความต้องการของผู้ใช้ในกิจกรรมการวางแผนงานครั้งที่ 1 ได้แก่ การสร้างความ

เข้าใจที่ตรงกันและการทำความเข้าใจต่อความต้องการของผู้ใช้ให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานที่จะเกิดขึ้น [5] ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ ยังไม่ได้นำเสนอถึงการสร้างความต้องการของผู้ใช้ด้วยพฤติกรรมการทำงานโดยให้อยู่ในรูปแบบของตัวอย่างที่ถูกสร้างขึ้นในกิจกรรมการวางแผนครั้งที่ 1 อย่างชัดเจน ซึ่งสิ่งที่สร้างขึ้นเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถกำหนดและสร้างความเข้าใจที่ตรงกันของสมาชิกของทีมและเจ้าของซอฟต์แวร์ให้มองเห็นพฤติกรรมของซอฟต์แวร์ที่จะเกิดขึ้นได้ พร้อมทั้งซอฟต์แวร์นั้นจะต้องมีกระบวนการทดสอบได้ด้วย [6],[7]

ในปัจจุบันเริ่มมีทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมในประเทศไทย สนใจนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้ในกิจกรรมการวางแผนงานครั้งที่ 1 ของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม โดยทำการศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากตัวชี้วัด (Software Metrics) และการสัมภาษณ์สกรัมมาสเตอร์ถึงทัศนคติและความคิดเห็นที่มีภายหลังการทดลองนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาเบื้องต้นจากการนำวิธีวิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างไปใช้กับทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม การพัฒนาดังกล่าวเป็นหลักวิธีหนึ่งที่อยู่ในหลักการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอไจล์ ซึ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมนำไปสู่เป้าหมายในการสร้างซอฟต์แวร์ เช่น การได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณค่าและก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเจ้าของซอฟต์แวร์ โดยเป้าหมายที่เกิดขึ้นจะอยู่ในหลักปฏิบัติของอไจล์ทั้ง 12 ข้อ [8] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีการทบทวนงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยสามารถสรุปประเด็นและข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ดังนี้

Carlos Solis นำเสนอผลการศึกษาชุดเครื่องมือที่ใช้ทดสอบพฤติกรรมการทำงานของซอฟต์แวร์ว่ามีความคล่องตัวและครอบคลุมการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้งหมดหรือไม่ โดยมีการวิเคราะห์ชุดเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบว่าชุดเครื่องมือแต่ละชุดมีลักษณะที่รองรับการทดสอบพฤติกรรมการทำงานของซอฟต์แวร์ งานวิจัยพบว่าชุดเครื่องมือที่ใช้ทดสอบพฤติกรรมการทำงานส่วนใหญ่ยังไม่มีลักษณะที่ชัดเจน ดังนั้นในอนาคตควรจะเริ่มสร้างชุดเครื่องมือที่สามารถรองรับพฤติกรรมการทำงานของซอฟต์แวร์โดยมีพื้นฐานจากงานวิจัยนี้ได้ [9]

A.A Lorber และ S.R. Tieszen ทำการศึกษาวิธีพัฒนาการสร้างความสมดุลของทีม (Work Balancing Methodology) ก่อนเริ่มทำงานในกิจกรรมแรกของสปรินท์ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการส่งมอบซอฟต์แวร์ให้ตรงตามระยะเวลาในแต่ละสปรินท์ ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ส่งผลให้ทีมมีความพยายามที่จะปรับเปลี่ยนและเพิ่มความสามารถในการทำงานหลากหลายหน้าที่ โดยมีการนำหลักการทำงานของเอ็กซ์ตรีมโปรแกรมมิ่งเข้ามาใช้ เช่น การทำงานคู่ (Pair Programming) การรีวิวโค้ด (Peer Code Review) ซึ่งการทำงานต่าง ๆ ควรจะอยู่ภายในสถานที่เดียวกันและสภาพแวดล้อมที่คล้ายกัน ทักษะที่ใช้ในการประเมิน (Estimation) เพื่อประเมินงานที่จะเกิดขึ้นในแต่ละสปรินท์ ทำให้สามารถต่อรองกับเจ้าของซอฟต์แวร์เพื่อลดขอบเขตงานลงไปได้ [10]

Gojko Adzic เขียนหนังสือชื่อ “Specification By Example: How successful teams deliver the rights software” ซึ่งอธิบายถึงวิธีการทำงานร่วมกันเพื่อกำหนดความต้องการของผู้ใช้และการสร้างความเข้าใจที่ตรงกันถึงเป้าหมายของธุรกิจโดยจะอยู่ภายใต้การแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของซอฟต์แวร์ในรูปของตัวอย่าง ซึ่งวิธีดังกล่าวทำให้ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถประสบความสำเร็จในส่วนของการจัดการกับความต้องการของผู้ใช้ รวมถึงการลดช่องว่างของการสื่อสารภายในทีมทำให้โครงการที่ถูกพัฒนาขึ้นตรงตามเป้าหมายทางธุรกิจได้ ซึ่งหนังสือเล่มนี้มีตัวอย่างของโครงการที่ใช้วิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างเข้าไปใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมและลีน (Lean) และพัฒนาซอฟต์แวร์ในลักษณะที่เป็นเว็บไซต์ ซึ่งการใช้วิธีดังกล่าวทำให้สามารถทดสอบและส่งมอบซอฟต์แวร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11]

Scott Downey นำเสนอตัวชี้วัดที่จะสนับสนุนการพัฒนาและช่วยให้ทีมคงภาวะ “การทำงานอย่างกระฉับกระเฉง (Hyper productivity)” โดยมีตัวชี้วัดทั้งหมด 10 ตัว ได้แก่ ความสามารถในการทำงานของทีม (Velocity) ความสามารถในการรับงาน (Work Capacity) ค่าความชัดเจนของงาน

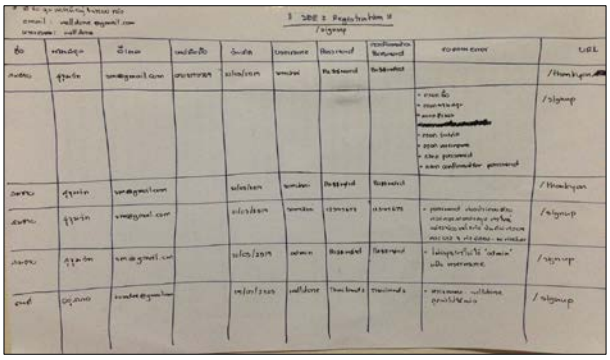
(Focus Factor) เปอร์เซ็นต์การรับงานเพิ่ม (Percentage of Adopted Work) เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการคาดการณ์ตัวงาน (Percentage of Found Work) ค่าความแม่นยำในการประเมินงาน (Accuracy of Estimation) ค่าความแม่นยำในการคาดการณ์งานล่วงหน้า (Accuracy of Forecast) ค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของความเร็วในการทำงานของทีม (Targeted Value Increase) ค่าความสามารถในการทำงานที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้เสร็จ (Success at Scale) ค่าแพ้ – ชนะ ของทีม (Win/Loss Record) บทความดังกล่าวขาดการนำเสนอวิธีการวัดและคำนวณอย่างชัดเจนในบางตัวชี้วัดซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการนำตัวเลขมาคำนวณ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพของทีมสามารถใช้เพียงบางตัวได้ [12]

3. การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง

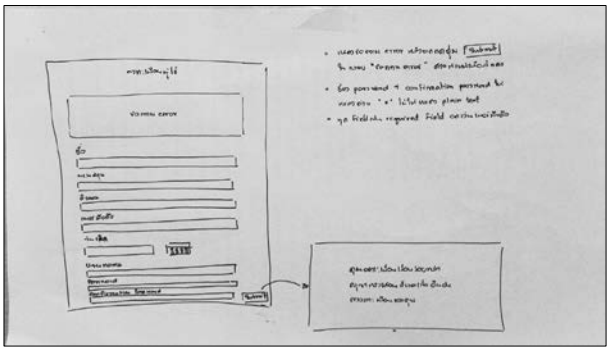
3.1 ลักษณะของวิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง

ในการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างจะได้ชุดข้อมูลที่ชัดเจนและใช้ได้จริง เนื่องจากข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นในวิธีการนี้จะสามารถนำไปประกอบการสร้างกรณีทดสอบได้ ซึ่งข้อมูลที่เกิดขึ้นจะเกิดมาจากความร่วมมือระหว่างเจ้าของซอฟต์แวร์กับทีมพัฒนาที่จะช่วยกันสร้างขึ้น โดยในกระบวนการสกรัม ทีมทดลองจะใช้วิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือแผ่นตารางทำการในการบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบในการพัฒนาขั้นตอนอื่น ๆ

การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง เป็นวิธีที่อธิบายถึงสิ่งที่จะพัฒนา โดยเป็นการเขียนกรณีทดสอบของระบบ โดยเริ่มต้นจากการวาดภาพเพื่อแสดงถึงข้อมูลที่จะเกิดขึ้น หลังจากนั้นทีมพัฒนาและเจ้าของซอฟต์แวร์จะทำการระบุถึงกรณีทดสอบแต่ละกรณี โดยมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะแตกต่างจากการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยการทดสอบ ที่กรณีทดสอบจะมีกรณีที่ข้อมูลถูกต้องและกรณีผิดพลาด ซึ่งวิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างเป็นพื้นฐานของการนำไปสร้างกรณีทดสอบในระดับการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยพฤติกรรมและการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยการทดสอบ เพราะกรณีทดสอบที่เกิดขึ้นจากวิธีนี้มีการยืนยันจากเจ้าของซอฟต์แวร์เรียบร้อยและมีเอกสารยืนยันชัดเจน และถ้ามีการปรับเปลี่ยนข้อมูลในขั้นตอนอื่นจะทำให้แก้ไขหรือเพิ่มเติมได้ง่ายขึ้น โดยมีตัวอย่างการเขียนข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 1 และตัวอย่างการอธิบายเรื่องราวผู้ใช้โดยให้ตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1: ตัวอย่างการเขียนข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง

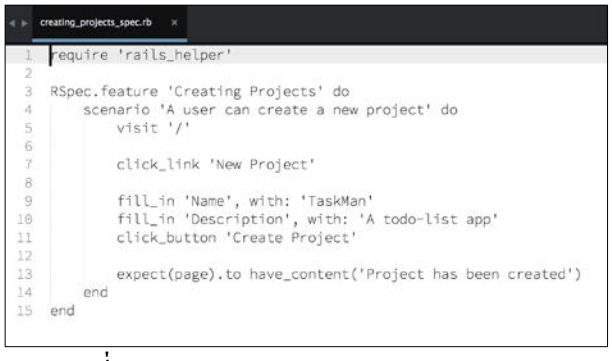


ภาพที่ 2: วิธีการอธิบายเรื่องราวผู้ใช้โดยให้ตัวอย่าง

3.2 ข้อแตกต่างระหว่างการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างกับวิธีการสร้างข้อกำหนดแบบอื่น ๆ

3.2.1 การขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยพฤติกรรมการทำงานของระบบ (Behavior Driven Development)การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง เป็นวิธีที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างเจ้าของซอฟต์แวร์กับทีมพัฒนา ในกิจกรรมการวางแผนสปรินท์ครั้งที่ 1 โดยเน้นไปที่การสื่อสารของข้อมูลที่เข้าใจตรงกัน การสร้างกรณีทดสอบที่เน้นไปที่ความถูกต้องของการทำงานของระบบ และมีเจ้าของซอฟต์แวร์เป็นผู้ที่ยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่จะนำไปประกอบการทดสอบ ซึ่งรวมไปถึงการสร้างข้อมูลที่เป็นพื้นฐานในการสร้างกรณีทดสอบ (Test Case) ซึ่งทำให้ทีมพัฒนาสามารถสร้างกรณีทดสอบได้อย่างครบถ้วน เมื่อเจ้าของซอฟต์แวร์ต้องการเพิ่มกรณีทดสอบในช่วงการพัฒนาระบบจะทำให้การสร้างกรณีทดสอบจะสามารถเพิ่มได้ง่ายมากขึ้น ส่วนการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยพฤติกรรม

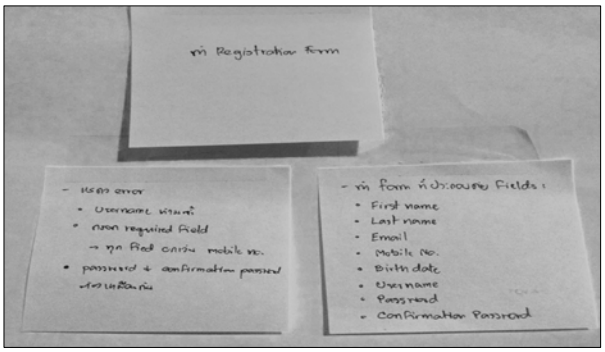
การทำงาน เป็นวิธีที่ถูกสร้างโดยทีมพัฒนา เพื่อแก้ไขปัญหาบางอย่างของการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยการทดสอบ (Test Driven Development) ที่เป็นการสร้างกรณีทดสอบจากทีมพัฒนาที่ทดสอบในระดับฟังก์ชันแต่ไม่ได้ทดสอบครอบคลุมไปถึงพฤติกรรมการทำงานว่าการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงสิ้นสุดมีความต่อเนื่องกันอย่างไร ดังนั้นวิธีดังกล่าวจึงนำมาแก้ไขวิธีการสร้างกรณีทดสอบของทีมพัฒนา โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นของพฤติกรรมการทำงานไปจนถึงสิ้นสุดพฤติกรรมการทำงานของฟังก์ชัน โดยมีตัวอย่างการเขียนกรณีทดสอบโดยใช้พฤติกรรมการทำงานของระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการเขียนกรณีทดสอบโดยใช้พฤติกรรมการทำงานของระบบ

3.2.2 การสร้างข้อกำหนดของระบบโดยระบุเรื่องราวผู้ใช้ (User Story)

วิธีการสร้างข้อกำหนดของระบบโดยระบุเรื่องราวผู้ใช้เกิดขึ้นจากทีมพัฒนาและเจ้าของซอฟต์แวร์จะช่วยกันระบุถึงสิ่งที่ต้องพัฒนา ซึ่งจะเป็นเพียงข้อความสั้น ๆ ทำให้ข้อมูลที่เกิดขึ้นยังไม่ครอบคลุมการพัฒนา และทำให้เกิดปัญหาขึ้นในขั้นตอนการพัฒนาที่ต้องมีการให้เจ้าของซอฟต์แวร์มาอธิบายถึงสิ่งที่ต้องการอีกครั้ง ทำให้เวลาในการพัฒนาล่าช้าออกไป โดยมีตัวอย่างการสร้างข้อกำหนดของระบบโดยระบุเรื่องราวผู้ใช้ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างเรื่องราวผู้ใช้

3.3 ขั้นตอนการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง

การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่าง เป็นกิจกรรมพื้นฐานที่ต้องการให้เห็นขอบเขตของการพัฒนาที่จะสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สร้างมูลค่าให้กับธุรกิจ การสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างเป็นการสื่อสารที่เน้นเฉพาะเจาะจงระหว่างเจ้าของซอฟต์แวร์กับทีมโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเป้าหมายที่ทำให้เข้าใจถึงธุรกิจของเจ้าของซอฟต์แวร์ (Business Value)

2. ทำการอธิบายถึงงานที่จะต้องทำ โดยมีการยกตัวอย่างประกอบ ในส่วนของข้อมูลที่รับเข้าและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นของกรณีนั้น ๆ ซึ่งการอธิบายจะเข้าใจได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องตีความให้ซับซ้อน

3. หลังจากมีการอธิบายจะมีการบันทึกข้อมูลลงในแผ่นตารางทำการ (Spreadsheet) และสามารถนำไปสร้างเป็นชุดทดสอบอัตโนมัติ (Automate Testing) ทำให้สามารถทดสอบทุกส่วนย่อยของระบบได้ง่ายขึ้น

4. เอกสารสุดท้าย (Living Documentation) เป็นเอกสารที่มีข้อมูลที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการทำงานและสามารถตอบคำถามทีมพัฒนาและเจ้าของซอฟต์แวร์ได้ ซึ่งจะเป็นผลดีเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของซอฟต์แวร์ทำให้มีข้อมูลที่ตรวจสอบได้

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ศึกษาการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมในประเทศไทย โดยการทดลองครั้งนี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) โดยเลือกทีมพัฒนาที่ผู้วิจัยสามารถ

ติดต่อเพื่อเก็บข้อมูลได้สะดวก กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมจำนวน 3 ทีม จาก 3 บริษัท ในแต่ละทีมประกอบด้วยสกรัมมาสเตอร์ ทีมพัฒนาและเจ้าของซอฟต์แวร์ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

ทีมทดลอง	ทีมที่ 1	ทีมที่ 2	ทีมที่ 3
จำนวนสมาชิกทั้งหมด	7 คน	8 คน	7 คน
ประสบการณ์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เฉลี่ย	7 ปี	7 ปี	7 ปี
ประสบการณ์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมเฉลี่ย	3 ปี	2 ปี	2 ปี

4.2 ตัวชี้วัด

ในการศึกษาเบื้องต้นครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกตัวชี้วัด 3 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการทำงานของทีม (Velocity) คำนวณจากผลรวมของคะแนนแต่ละงาน (Story Point) ที่ทำสำเร็จในสปรินท์นั้น

2. ค่าความชัดเจนของงาน (Focus Factor) คำนวณจากสัดส่วนเปอร์เซนต์ของความสามารถในการทำงานของทีมต่อความสามารถในการรับงาน (Work Capacity) โดยความสามารถในการรับงานคำนวณจากผลรวมคะแนนของงานทั้งหมดที่ทำสำเร็จหรือไม่สำเร็จก็ตามที่ทำในสปรินท์นั้น

3. จำนวนการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากเจ้าของซอฟต์แวร์ (The number of Requirement Change) วัดจากจำนวนครั้งที่เจ้าของซอฟต์แวร์ขอเปลี่ยนแปลงในกิจกรรมตรวจสอบสปรินท์ โดยการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการพัฒนาที่ไม่ตรงตามความต้องการของเจ้าของซอฟต์แวร์

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

ในการศึกษาเบื้องต้นครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สปรินท์ เนื่องจากระยะเวลาของการพัฒนาซอฟต์แวร์มีการใช้เวลาที่ไม่ยาวนาน ซึ่งแต่ละสปรินท์มีระยะเวลา 2 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 2 เดือน พัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือ ในสปรินท์ที่ 1 ทีมพัฒนาจะพัฒนาตามวิธีการเดิมส่วนในสปรินท์ที่ 2 สปรินท์ที่ 3 และสปรินท์ที่ 4 ทีมพัฒนาจะมีการนำวิธีการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างเข้ามาใช้ในกิจกรรมการวางแผนครั้งที่ 1 ซึ่งวิธีการกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์จะเริ่มจากเจ้าของซอฟต์แวร์ทำการเลือกการ์ดที่จะทำงานในรอบสปรินท์นั้นมาอธิบายโดยการสร้างเป็นตารางที่แสดงพฤติกรรมการทำงานของการ์ดนั้น ๆ ให้ทีมเข้าใจตรงกันได้ การสร้างตารางสามารถใช้แผ่นตารางทำการในการจัดการข้อมูลหรือจะใช้กระดาษในการวาดให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของการ์ด โดยทั้ง 4 สปรินท์จะมีการเก็บค่าเพื่อใช้วัดความแตกต่างที่เกิดขึ้น รวมทั้งมีการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในสปรินท์นั้น ๆ ให้ทราบถึงผลจากการทำทั้ง 2 วิธี

5. ผลการวิจัย

ค่าตัวชี้วัดจากการทดลอง

จากการทดลองนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม สามารถสรุปค่าตัวชี้วัดทั้ง 3 ในแต่ละสปรินท์ได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าตัวชี้วัดในแต่ละสปรินท์

ทีมทดลอง	ความสามารถในการทำงานของทีม			
	สปรินท์ 1	สปรินท์ 2	สปรินท์ 3	สปรินท์ 4
ทีมที่ 1	30	30	30	33
ทีมที่ 2	22	22	22	27
ทีมที่ 3	25	23	25	33
	ค่าความชัดเจนของงาน			
	สปรินท์ 1	สปรินท์ 2	สปรินท์ 3	สปรินท์ 4
ทีมที่ 1	74	100	91	94
ทีมที่ 2	67	100	81	100
ทีมที่ 3	76	100	76	100
	จำนวนการเปลี่ยนแปลงความต้องการ			
	สปรินท์ 1	สปรินท์ 2	สปรินท์ 3	สปรินท์ 4
ทีมที่ 1	2	1	1	1
ทีมที่ 2	4	2	2	1
ทีมที่ 3	2	1	3	1

ความสามารถในการทำงานของทีม เป็นค่าที่สมาชิกในทีมเป็นคนร่วมกันกำหนดขึ้นมาว่าในแต่ละรอบ สปรินท์จะสามารถรับงานเข้ามาทำได้กี่แต้มและเป็นการตัดสินใจว่าจะสามารถทำงานให้แล้วเสร็จในสปรินท์ตามจำนวนแต้มที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการวางแผนงานครั้งที่ 1 โดยพบว่า

หลังจากทดลองแล้วความสามารถของทีมจะเพิ่มอย่างเห็นได้ชัดในสปรินท์ที่ 3 ทีมเริ่มเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้ตามที่ตกลงไว้ในแต่ละรอบดีขึ้นเป็นลำดับ

ค่าความชัดเจนของงาน ภาพรวมของทีมพัฒนามีโอกาสที่ถูกรับงานเพิ่มเข้ามาในช่วงระหว่างสปรินท์มากน้อยเพียงใด โดยค่าเฉลี่ยที่อยู่ต่ำกว่า 80% คือในช่วงระหว่างสปรินท์เจ้าของซอฟต์แวร์ขอเพิ่มงานเข้ามา โดยพบว่าหลังจากทดลองแล้วทีมถูกแทรกงานในทุก สปรินท์แต่ลดลงตามขนาดงานที่รับเข้ามาทำในช่วงตอนต้นสปรินท์ ซึ่งทีมยังคงสามารถรับมือได้ดีสำหรับสปรินท์ที่มีงานแทรกเข้ามา

จำนวนการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากเจ้าของซอฟต์แวร์ในขั้นตอนการตรวจสอบสปรินท์ เจ้าของซอฟต์แวร์จะทำการตรวจสอบงานที่ส่งมอบโดยทีมพัฒนาว่างานนั้นมีความถูกต้องตรงตามความต้องการหรือไม่ โดยมีเอกสาร คือ ข้อกำหนดด้วยตัวอย่างที่ถูกสร้างขึ้นเป็นเอกสารยืนยันความถูกต้อง ซึ่งผลลัพธ์เกิดจากการสัมภาษณ์หลังจบขั้นตอนตรวจสอบสปรินท์ ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงความต้องการยังคงมีอยู่ โดยเฉพาะในกลุ่มทดลองที่ 3 เนื่องจากมีการขอปรับเปลี่ยนจากเจ้าของซอฟต์แวร์ แต่ยังอยู่ในระดับที่ทีมสามารถบริหารจัดการได้ ซอฟต์แวร์สามารถพัฒนาจบในสปรินท์ที่ 4

การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การสัมภาษณ์ก่อนการทดลองและการสัมภาษณ์หลังการทดลอง โดยผลจากการสัมภาษณ์สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 : การทำงานในปัจจุบัน ข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบ

ผู้ให้สัมภาษณ์ให้ความคิดเห็นในทำนองเดียวกันว่าเพื่อให้ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมสามารถสร้างมูลค่าให้กับธุรกิจของผู้ว่าจ้างทำซอฟต์แวร์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์จำเป็นต้องมีการสร้างความเข้าใจระหว่างทีมผู้พัฒนาและเจ้าของซอฟต์แวร์ ซึ่งปัจจุบันพบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการสื่อสารที่ไม่ชัดเจน ไม่สามารถอธิบายให้เจ้าของซอฟต์แวร์รวมถึงอธิบายให้สมาชิกภายในทีมเข้าใจตรงกันได้ ซึ่งกว่าจะสร้างความเข้าใจมักใช้เวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน ซึ่งก่อให้เกิดการเสียเวลาและต้นทุนที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ผู้ให้สัมภาษณ์บางท่านยังเสนอวิธีที่เริ่มนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาปรับใช้แต่เป็นเพียงแค่บางสปรินท์ ไม่ได้ใช้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งวิธีดังกล่าวอาจจะเป็นส่วนที่สามารถเพิ่มเติมให้ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถสร้างความเข้าใจที่ตรงกันได้

ส่วนที่ 2 : ผลของการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาปรับใช้ในกิจกรรมวางแผนงานครั้งที่ 1

ผู้ให้สัมภาษณ์ให้ความคิดเห็นในทำนองเดียวกันว่า ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถเข้าใจได้ถึงสิ่งที่ต้องการทดสอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างชุดทดสอบอัตโนมัติ ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มข้อมูลเข้ามาใหม่จะทำให้เห็นถึงพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นของงานนั้น ๆ ได้ดีขึ้น ทำให้การประเมินเวลาในการทำงานแม่นยำขึ้น และยังทำให้การสื่อสารการสอบถามรายละเอียดและยืนยันความต้องการกับเจ้าของซอฟต์แวร์ราบรื่นมากยิ่งขึ้น และไม่เกิดการแก้ไขสิ่งที่ส่งมอบในภายหลัง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์

ในช่วงแรกทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ยังใช้เวลาในการอธิบายและสื่อสารค่อนข้างช้ากว่าที่แต่ละคนจะเข้าใจได้ตรงกัน และถ้าเจ้าของซอฟต์แวร์เป็นบุคคลที่ไม่ได้อยู่ในการพัฒนาซอฟต์แวร์จะทำให้ความต้องการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยครั้ง ทำให้ต้องใช้เวลาในการเขียนความต้องการซอฟต์แวร์ออกมาและเขียนเพื่อสร้างความเข้าใจค่อนข้างช้า การวาดลงบนกระดาษก็เขียนได้ไม่สวย ต้องแก้ไขใหม่บ่อยครั้ง แต่ถ้าได้ทำไปจะเริ่มมีความชำนาญและสามารถบันทึกลงแผ่นตารางทำการได้

6. สรุปผล

การศึกษาเบื้องต้นในครั้งนี้พบว่าการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้กับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของทีมพัฒนาด้วยการเพิ่มความเข้าใจความต้องการของระบบและกรณีทดสอบมากยิ่งขึ้น หากแต่ยังคงต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถสรุปได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากการกำหนดตัวชี้วัดที่เหมาะสม ที่สัมพันธ์กับผลดีและผลเสียที่ได้รับจากการสัมภาษณ์ อีกทั้งยังสามารถศึกษาผลกระทบของเจ้าของซอฟต์แวร์และสกรัมมาสเตอร์ที่มีต่อการนำการสร้างข้อกำหนดด้วยตัวอย่างมาใช้

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท SPRINT3R บริษัท WotIf บริษัท Ook-Bee และบริษัท Harmonious Technology ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลผลการทดลองและความคิดเห็นที่ใช้ประกอบในงานวิจัยนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] G. Azizyan, M. N. Magarian, and M. Kajko-Mattson, “Survey of Agile Tool Usage and Needs”, *Agile Conference (AGILE)*, August 7-13, pp. 29-38, 2011

[2] “State of Agile Survey” [Online], Available: http://stateofagile.versionone.com, accessed on Jul. 20, 2014.

[3] Odd-e Thailand and Agile66, Available: http://www.scrumprimer.org/, 2014

[4] K. Schwaber, “Scrum Development Process”, *Springer London*, pp. 117-134, 1997

[5] Melanie Diepenbeck , “Behavior Driven Development for Circuit Design and Verification”, *High Level Design Validation and Test Workshop (HLDVT), IEEE International*, 2012

[6] Chih-Wei, H., et al., “On agile performance requirements specification and testing”. *Agile Conference*, Minneapolis, 23-28 July, 2006

[7] Gallardo-Valencia, R. E., et al., “Are Use Cases Beneficial for Developers Using Agile Requirements?”, *Comparative Evaluation in Requirements Engineering, CERE '07. Fifth International Workshop on* , 16 Oct., 2007

[8] Jeff Sutherland and Ken Schwaber, *SCRUM GUIDE*, Available: http://www.scrumguides.org/, 1990

[9] Solis, C. and W. Xiaofeng , “A Study of the Characteristics of Behaviour Driven Development.”, *Software Engineering and Advanced Applications (SEAA) ,* Aug. 30 2011-Sept. 2, 2011

[10] A. A. Lorber and S. R. Tieszen, “A Starting Point for Negotiations - Delivering with a Heterogeneous Team”, *Agile Conference (AGILE)*, August 13-17, pp. 148-155, 2012

[11] Gojko Adzic, *Specification By Example*, Manning Publications Co : Shelter Island , 2011.

[12] Scott Downey, “Scrum Metrics for Hyper productive Teams: How They Fly like Fighter Aircraft”, *46th Hawaii International Conference on System Sciences*, Jan 7 - 10, 2013

การพัฒนาโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ร่วมกับสื่อออนไลน์ที่ลากหลาย

E-Learning Development Model to Increase Student Achievement in High School by using Problem based on Local Knowledge with a Variety of Online Media

ไพศาล สิมาเลาเต่า(Paisan Simalaotao)[1] และ อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา(Ubonrat Sirisukpoca)[2]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[1]Paisan.smlt@gmail.com, [2]Ubonrat76@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อพัฒนาศูนย์บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยการประยุกต์ใช้สื่อออนไลน์ที่หลากหลาย โดยการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นการพัฒนาโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา (ค่า IOC) เพื่อประเมินความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ส่วนที่สองเป็นการนำเสนอเนื้อหาผ่านสื่อออนไลน์ เช่น เว็บแอพพลิเคชั่น ระบบเอกสารออนไลน์ แผนที่ภูมิศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อออนไลน์ที่หลากหลายและส่วนที่สามเป็นการกำหนดปัญหาเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คนเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน โดยมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียนและการประเมินความเข้าใจจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการดำเนินงานพบว่าการประเมินความสอดคล้องและประสิทธิภาพของเนื้อหา (IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์คือ 85.75/90.25 และผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 จึงสรุปได้ว่าโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริง

คำสำคัญ: บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Abstract

This article is part of the research for development, E-learning center for students in junior high school. With a wide variety of online media. The objectives were to: 1) develop the E-learning to increase student achievement in secondary school. 2) The learning activities with the use of Problem Based Learning on local knowledge is applied to a variety of online media. The study is divided into three parts: the first part is the development of E-learning is based on local knowledge model. This is consistent with the analysis of the content (the IOC) to evaluate the accuracy by 3 experts. The second part of the presentation through online media such as web application, online documentation and Geographical map, to enable the students to learn from a variety of online media. And the third part is to define the problem to be a catalyst for learning. By segmenting the students into 6 groups of 5 people to achieve the exchange of knowledge between them. The satisfaction of the students. Understanding and evaluation of the tests and quizzes, and study after study to measure student achievement. Operating results found To evaluate the consistency and efficiency of content (IOC), with an average of 0.85, learning efficiency criteria is 85.75 / 90.25 and user satisfaction is very satisfactory. The average value of 4.79 and a standard deviation of 0.45., it is concluded that the model, learning with the use of Problem Based on local knowledge with a variety of online media has actually increased student achievement.

Keywords: E-learning, local knowledge, Problem-based Learning.

1. บทนำ

การเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้านการงานอาชีพและเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งคือ การนำเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้จากการเก็บข้อมูลจากผู้สอนและผู้เรียนจากโรงเรียนมัธยมในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรและภาพนิ่งในหนังสือเท่านั้น ทั้งนี้จากการสอบถามพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการใช้สื่อการสอนออนไลน์ เพราะช่วยลดข้อจำกัดทางการเรียนรู้ในเรื่องของเวลาและสถานที่เรียนลงได้ และปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสารได้มีการพัฒนาและได้รับความนิยมมากขึ้น หากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ถูกออกแบบมาให้สามารถเข้าถึงผ่านสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย และสามารถใช้งานบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้จะทำให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาเพื่อทบทวนทำความเข้าใจได้ตลอดเวลา ซึ่งหากมีการประยุกต์เนื้อหาของบทเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นจะทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการและองค์ความรู้ในท้องถิ่นพร้อมกัน

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้น โดยบทเรียนดังกล่าวจะมีการผสมผสานเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้านการงานอาชีพและเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่อยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิจิตอล ทั้งรูปภาพ วิดีโอ รวมทั้งข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาในท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะแบ่งกลุ่มของผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน และมีการตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวในการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อแล้วนำมาแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากแนวคิดการแก้ปัญหางานวิจัย มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ระบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การเรียนการสอนในลักษณะใด ๆ ที่มีการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ ซึ่งออกแบบมาสำหรับการสอนหรือการฝึกอบรมโดยการใช้โปรแกรมมาถ่ายทอดเนื้อหามีลักษณะที่ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านระบบ และผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้ได้ ณ สถานที่หรือเวลาใดก็ได้ [1]

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดเนื้อหาสาระที่สร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่อาจใช้ ซีดีรอมเป็นสื่อกลางในการส่งผ่านความรู้หรือใช้เครือข่ายอินทราเน็ตหรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รูปแบบของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์อาจเป็นได้ทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI-Computer-Assisted Instruction) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม (CBT-Computer-Based Training) หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ (WBI-Web-Based Instruction) เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทางไกล

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ แบบ LMS: Learning Management System เป็นการจัดระบบกระบวนการเรียนการสอนต่าง ๆ การออนไลน์ตั้งแต่เนื้อหา การลงทะเบียน การเก็บข้อมูล การมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เช่น อีเมล์ กระดานข่าว ห้องสนทนา เป็นต้น ซึ่งจะมีส่วนของระบบฐานข้อมูล ที่สนับสนุนการจัดการเนื้อหาวิชา (Content) โดยจะเอื้ออำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ผู้สอน ผู้ผลิตและผู้ดูแลระบบ [2]

องค์ประกอบของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ

1. เนื้อหา (Content) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่ผู้สอนจะต้องเป็นผู้เสนอและเพิ่มพูนความรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื้อหาที่ดีสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้อย่างเข้าใจและบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

2. ระบบบริหารจัดการรายวิชา CMS : Course/Contents Management System และ LMS : Learning Mangaement System เป็นระบบบริหารจัดการรายวิชา ซึ่งเป็นเสมือนระบบที่รวบรวมเครื่องมือที่ออกแบบไว้เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการจัดการกับการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้ใช้ดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้สอน ผู้เรียนและผู้บริหารระบบเครือข่าย ซึ่งระบบนี้จะทำหน้าที่ช่วยผู้สอนที่ไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีสามารถใช้ได้โดยไม่จำเป็นที่จะต้องรู้จักภาษา HTML หรือ Java และยังสมารถช่วย ผู้สอนในการนำเนื้อหา จัดเก็บเนื้อหา ทำการป้อนข้อมูลผ่านเว็บเพื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลได้ง่ายขึ้นและสามารถเรียกข้อมูลออกมาแก้ไขได้อย่างสะดวก

3. การทดสอบและการประเมินผลในการทดสอบออนไลน์ ระบบของ CMS มีเครื่องมือในการสร้างแบบทดสอบ สามารถกำหนดคะแนนได้ว่าจะสร้างกี่ข้อ สามารถกำหนดการคิดคะแนนผู้สอน เลือกลักษณะของแบบทดสอบได้ เช่น แบบถูกผิด แบบปรนัย แบบจับคู่ (ลากแล้ววาง) การส่งข้อความให้เพื่อช่วยตรวจ CMS จะช่วยให้ผู้สอน สามารถที่จะจัดทำข้อสอบในลักษณะคลังข้อสอบไว้เพื่อการเลือกกลับมาใช้ใหม่หรือนำมาปรับปรุงแก้ไขได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ระบบยังสามารถช่วยผู้สอนคำนวณตัดเกรดคิดคะแนน รวมทั้งสามารถจะเลือกได้ว่าจะประเมินผลผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ เช่น อิงกลุ่ม อิงเกณฑ์ หรือใช้สถิติในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่า T-Score รวมทั้งการแสดงผลในรูปกราฟ

4. โหมดการติดต่อสื่อสาร (mode of communications) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จัดการให้ผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้สอน สามารถติดต่อกันได้โดยนำการติดต่อสื่อสารแบบ 2 ทางมาใช้ประกอบการเรียนเพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนให้มากยิ่งขึ้น และสามารถแบ่งประเภทการสื่อสารออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่สื่อสารกัน ณ เวลาจริง (real time) ได้แก่ White Board/ text slide, chat, interactive poll, conferencing เป็นต้น และประเภทที่ไม่มีการสื่อสารกัน ณ เวลาจริง (non-real time) ได้แก่ กระดานข่าว (web board) และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในระหว่างเรียน ถ้ามีคำถามซึ่งเป็นการทดสอบย่อยในบทเรียนที่ผู้เรียนต้องเลือกคำตอบ คำตอบนั้นจะถูกส่งกลับมายังระบบทันทีซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรักษาระดับความสนใจในการเรียนได้มากขึ้น [3]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการกำหนดปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายทางเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดและวิเคราะห์อย่างหลากหลายโดยใช้กระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้แบบกลุ่ม มีการวางแผนการแก้ปัญหา การตั้งสมมุติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา การค้นคว้าหาทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม [4]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและให้ผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และทักษะการคิด หากมีปัญหาหลงเหลือผู้เรียนจะทำการค้นคว้าเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาต่อไป [5]

นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังช่วยให้ผู้เรียนจดจำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาและทำการเชื่อมโยงแนวทางแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ด้วย [6]

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาตามสมมติฐาน ผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยงานวิจัยทางด้านบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกจริง ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น การใช้การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนการสอนเรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเชียงแสนวิทยาคม จังหวัดเชียงราย คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 [7] ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 [8] การวิจัยและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียบนเว็บ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าบทเรียน e-Learning มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) = 82.75 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) =80.65 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการเรียนโดยใช้บทเรียน e-Learning โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก [9] การสร้างและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา การสร้างเว็บเพจด้วยโปรแกรมประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.52/83.09 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ระดับความเชื่อมั่น 0.05) [10] การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน [11] ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่

ร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก [12]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการทดสอบโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบยกกลุ่มจำนวน 30 คน

2. เนื้อหา

การกำหนดเนื้อหาเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้านการงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเลือกเนื้อหาเกี่ยวกับอาชีพที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ในพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม กาญจนบุรี และเพชรบุรี ตัวอย่างแหล่งข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น การทำข้าวหลามและแหนมในจังหวัดนครปฐม การเพาะเห็ดและเผาถ่านในจังหวัดราชบุรี การทำผลิตภัณฑ์เบญจรงค์และว่าวจุฬาในจังหวัดสมุทรสงคราม และการทำผลิตภัณฑ์สานจากผักตบชวาในจังหวัดสุพรรณบุรี เป็นต้น

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับเนื้อหาของบทเรียนและนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจระหว่างเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์

3. แบบประเมินความพึงพอใจ 5 ด้านที่มีต่อการใช้งานบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

จากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ที่สร้างขึ้น เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมและประสิทธิภาพ (IOC) จะได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของเนื้อหา

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์/สื่อออนไลน์	ค่าเฉลี่ย IOC	สรุปผล
บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	0.7	นำไปใช้ได้
แผนที่ภูมิศาสตร์	1.0	นำไปใช้ได้
ระบบเอกสารออนไลน์	0.7	นำไปใช้ได้
เนื้อหาในส่วนของรูปภาพและวิดีโอ	1.0	นำไปใช้ได้
ค่าเฉลี่ย	0.85	นำไปใช้ได้

จากตารางที่ 1 พบว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ดังกล่าวมีความเหมาะสมและประสิทธิภาพของเนื้อหา (IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85

หลังจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ผ่านการทดสอบแล้วผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากภาพที่ 1 การแบ่งผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน ออกเป็นกลุ่มย่อยจำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับปัญหาที่ได้รับผิดชอบในแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าตามแนวทางอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และให้ผู้เรียนใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นในการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การทดสอบโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลองของ ADDLE Model ในการสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีความเข้าใจเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ขั้นการออกแบบ (Design) นำเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่กำหนดมาใช้ใน 1) การออกแบบเนื้อหาที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น 2) การออกแบบแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 3) การออกแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3. ขั้นการพัฒนา (Development) เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อนำสร้างสื่อมัลติมีเดีย โดยการสร้างรูปภาพด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop การสร้างวิดีโอด้วยโปรแกรม Camtasia Studio การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver เพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหาและการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลออนไลน์ เช่น ระบบเอกสารออนไลน์ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นต้น

4. ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนของการทดลองใช้งานบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านทำการประเมินความเหมาะสมและประสิทธิภาพ (IOC) ของเนื้อหาที่ใช้ในสื่อประกอบการสอน ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้ทำการประเมินบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์โดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานสื่อประกอบการสอน

4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย เช่น การนำเสนอข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์ การนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบวิดีโอออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ ซึ่งสามารถใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ แทบเลต หรือโทรศัพท์สมาร์ตโฟนได้ โดยแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2: แสดงสื่อออนไลน์ที่เชื่อมต่อกับแผนที่ภูมิศาสตร์

จากภาพที่ 2 แสดงแผนที่ภูมิศาสตร์และตำแหน่งของที่อยู่ของภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งแยกตามประเภทของภูมิปัญญา



ภาพที่ 3: แสดงสื่อออนไลน์นำเสนอวิดีโอ

จากภาพที่ 3 เป็นการนำเสนอวิดีโอสาธิตขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น



ภาพที่ 4: แสดงตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ

จากภาพที่ 4 เป็นขั้นตอนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนออนไลน์เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งข้อสอบจะได้จากการสุ่มมาจากฐานข้อมูล

เมื่อนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพของเนื้อหามาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จะได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

ผลการทดลอง	คะแนน		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
คะแนนระหว่างเรียน	30	25.72	85.75	85.75/90.25
คะแนนหลังเรียน	30	27.07	90.25	

จากตารางที่ 2 พบว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และสื่อออนไลน์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ 85.75/90.25

การประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D.	เชิงคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.77	0.42	ดีมาก
2. ด้านรูปภาพ ภาษา และเสียง	4.88	0.44	ดีมาก
3. ด้านการใช้งาน	4.80	0.49	ดีมาก
4. ด้านการออกแบบแบบทดสอบ	4.74	0.44	ดีมาก
5 ด้านการจัดการสื่อการเรียนรู้	4.77	0.42	ดีมาก
สรุปผลการประเมิน	4.79	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานสื่อประกอบการสอนที่ประยุกต์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับเนื้อหาของบทเรียนและนำเสนอผ่านสื่อโลกเสมือนผสมโลกจริง อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79

5. สรุป

ผลการดำเนินงานพบว่า การประเมินความสอดคล้องและประสิทธิภาพของเนื้อหา (IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ 85.75/90.25 และผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 0.45 จึงสรุปได้ว่าโมเดลบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับสื่อออนไลน์ที่หลากหลายเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฏฐ์สิตา ศิริรัตน์. แนวทางการสร้างและพัฒนาบทเรียน E-Learning. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา, 2548.

[2] มนต์ชัย เทียนทอง. e-Learning เส้นทางใหม่ของการพัฒนาการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ : พัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[3] ถนอมพร (ตันติพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. Design e-learning หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์, 2545.

[4] เฉลิม วราวิทย์. แนวคิดใหม่ในแพทยศาสตร์ศึกษา. วารสารครุศาสตร์: 16(3): ก-ฐ, 2531.

[5] พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Majumdar, Basanti. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. ม.ป.พ. กรุงเทพฯ, 2544.

[6] นภา หิมรัตน์. PBL คืออะไร. วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 6(1): 12-14, 2540.

[7] ชนัญธิดา พรมมา. การใช้การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนการสอนเรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเชียงแสนวิทยาคม จังหวัดเชียงราย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

[8] วันดี ต่อเพ็ง. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.

[9] ดนุภัค เชาว์ศรีกุล. การวิจัยและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียบนเว็บ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, อุบลราชธานี, 2555.

[10] วัชรินทร์ จันทิมา. การสร้างและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาการสร้างเว็บเพจด้วยโปรแกรมประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจักรคำคณาทร อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน , 2551.

[11] สิทธิพร ประทุม. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2552.

[12] เมธาวี พิมวัน. ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.

กรอบงานการเลือกบริการคลาวด์โดยอิงแบบจำลองดัชนีการวัดบริการ
Cloud Service Selection Framework based on Service Measurement Index Model

สงกรานต์ โตติยะ(Songkran Totiya)[1] และทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา(Twittie Senivongse)[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]Songkran.T@student.chula.ac.th, [2]Twittie.S@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้ให้บริการคลาวด์ประเภทต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก การเลือกผู้ให้บริการที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ที่ต้องการใช้บริการได้อย่างเหมาะสมนั้นอาจไม่ใช่เรื่องง่ายนัก เพราะบางผู้ให้บริการนั้นอาจมีคุณลักษณะที่ดีเกินกว่าความต้องการของผู้ใช้บริการซึ่งตามมาด้วยการมีราคาที่สูง หรือผู้ใช้บริการอาจสนใจในแง่ความคุ้มค่าของราคา งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบงานในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ตามความต้องการเชิงคุณภาพของบริการโดยอิงแบบจำลองดัชนีการวัดบริการซึ่งครอบคลุมทั้งคุณลักษณะเชิงคุณภาพของตัวบริการ ความน่าไว้วางใจของตัวผู้ให้บริการ และราคา กรอบงานเสนอวิธีในการสร้างแบบจำลองความต้องการเชิงคุณภาพของบริการผ่านแบบสอบถามอย่างง่าย การสร้างแบบจำลองของผู้ให้บริการจากแคตตาล็อกของบริการเป้าหมาย และการจับคู่แบบจำลองเพื่อเลือกผู้ให้บริการที่เหมาะสมกับความต้องการ

คำสำคัญ: การประมวลผลแบบคลาวด์ การเลือกบริการ คุณภาพของบริการ ดัชนีการวัดบริการ

Abstract

With the growing number of various cloud providers these days, selection of the right cloud service for a prospective cloud consumer is not necessarily an easy task. This is because some services may offer the consumer with the quality higher than required and at high price, or the consumer may be interested more in the value for money of the service payment. This paper presents a cloud service selection framework based on service quality attributes as defined by the Service Measurement Index Model. The model takes into account the quality attributes of the service, trustworthiness of the service provider, as well as service cost. The framework comprises the generation of a quality requirement model from a service requirement questionnaire, the generation of service provider models from a catalog of target services, and the matching of the models to identify the right service provider for the requirement.

Keywords: Cloud Computing, Service Selection, Quality of Service, Service Measurement Index.

1. บทนำ

ในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์นั้นมีปัจจัยที่หลากหลายและแตกต่างกันไปตามแต่ละองค์กร ซึ่งเป็นการยากที่จะกำหนดเป็นมาตรฐานในการเลือกว่าผู้ให้บริการรายใดดีที่สุด เพราะในแต่ละองค์กรนั้นต่างมีความต้องการที่แตกต่างกันทั้งในด้านคุณภาพของบริการ คุณภาพของผู้ให้บริการ และราคาที่ต้องการ เนื่องจากว่าผู้ให้บริการคลาวด์นั้นมีราคาและคุณภาพที่หลากหลายแตกต่างกันไปโดยเฉพาะการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (IaaS: Infrastructure as a Service) และในบางครั้งอาจดีเกินกว่าความต้องการของผู้ใช้บริการซึ่งอาจตามมาด้วยราคาที่สูงตามไปด้วย ในขณะเดียวกัน ผู้ใช้บริการบางรายอาจยอมจ่ายราคาแพงหากคุ้มค่ากับคุณภาพของบริการที่ได้รับ

องค์กรที่ต้องการนำบริการคลาวด์มาใช้งานมักประสบปัญหาในการเลือกผู้ให้บริการเพราะมีผู้ให้บริการประเภทเดียวกันหลายราย หรือบางองค์กรอาจมีผู้ให้บริการเป้าหมายในใจแล้วซึ่งอาจเป็นผู้ให้บริการที่มีชื่อเสียง เป็นรายใหญ่ของโลก หรือต้องการผู้ให้บริการในประเทศไทยเนื่องจากต้องการความสะดวกในการติดต่อ แต่ก็มีข้อมูลเกี่ยวกับบริการคลาวด์ที่ต้องพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกเป็นจำนวนมากและหลากหลาย ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอเสนอกรอบงานสำหรับการเลือกผู้ให้บริการ

คลาวด์ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) แบบจำลองคุณภาพของบริการคลาวด์ (Service Quality Model) โดยแบบจำลองนี้ได้อิงจากแบบจำลองดัชนีการวัดบริการ (Service Measurement Index Model: SMI) [1] ซึ่งกล่าวถึงตัวชี้วัดคุณภาพของบริการที่ดี ที่ถูกกำหนดให้อิงกับมาตรฐาน ISO ดัชนีการวัดนี้ถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคม (Cloud Services Measurement Initiative Consortium: CSMIC) เพื่อใช้ชี้วัดคุณภาพของบริการจากคุณลักษณะเฉพาะเจ็ดด้านซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยจะเน้นที่คุณลักษณะที่ผู้ใช้บริการมักให้ความสำคัญ 2) แคตตาล็อกผู้ให้บริการคลาวด์ (Cloud Service Catalog) ซึ่งรวบรวมจากข้อมูลที่มีเผยแพร่ไว้บนหน้าเว็บไซต์ผู้ให้บริการ ข้อตกลงของระดับในการให้บริการ (Service Level Agreement: SLA) และ เว็บที่ให้บริการวัดคุณภาพของคลาวด์ 3) แบบสอบถามความต้องการเชิงคุณภาพของผู้ใช้บริการ (Questionnaire) 4) เครื่องมือจับคู่ความต้องการของผู้ใช้บริการกับผู้ให้บริการ(Matchmaker Tool) ซึ่งทำโดยใช้การวัดความคล้ายคลึงเชิงมุม (Cosine Similarity) และการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP: Analytic Hierarchy Process) โดยนำแบบจำลองความต้องการซึ่งสร้างจากแบบสอบถามมาจับคู่กับแบบจำลองผู้ให้บริการซึ่งสร้างจากแคตตาล็อกผู้ให้บริการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ที่มีลักษณะที่ตรงกันกับความต้องการของผู้ใช้บริการมากที่สุด

หัวข้อที่ 2 ของงานวิจัยจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 เสนอการออกแบบกรอบงานในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ ประกอบไปด้วยข้อคุณลักษณะย่อยที่สะท้อนทั้งเจ็ดด้านคุณภาพของ SMI อธิบายตัววัดที่ใช้ และวิธีในการจับคู่ความต้องการกับผู้ให้บริการ หัวข้อที่ 4 เสนอการทดสอบกรอบงานกับระบบกรณีศึกษา ส่วนหัวข้อที่ 5 ทำการสรุปผลและเสนอแนวทางการพัฒนาต่อ

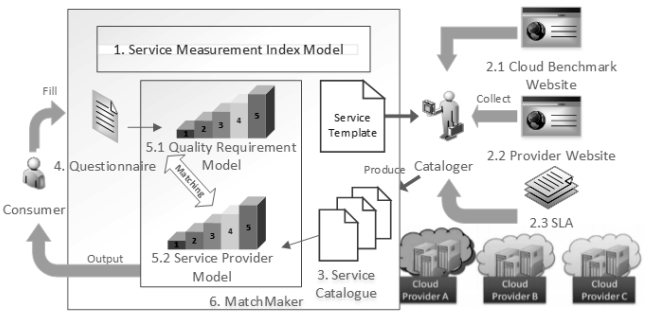
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ งานวิจัยของ Baranwal และ Vidyarthi [2] มุ่งเน้นการระบุตัววัดสำหรับวัดคุณภาพในด้านต่าง ๆ โดยมีปัจจัยที่นำมาคิดแตกต่างกันไปทั้งที่เป็นในเชิงคุณภาพ (Subjective) และเชิงปริมาณ (Objective) นอกจากระบุตัววัดแล้วยังมีงานวิจัยของ Rehman และคณะ [3] ที่นำเสนอวิธีการในการจัดลำดับคุณภาพของบริการโดยมีการประยุกต์ใช้การวัดความคล้ายคลึงเชิงมุม (Cosine Similarity Measurement) และการหาระยะห่างระหว่างจุด (Euclidean Distance) เพื่อแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making)

ในงานวิจัยของ Garg และคณะ [4], [5] ได้นำเสนอกรอบงานในการจัดลำดับบริการคลาวด์ชื่อว่า SMICloud ซึ่งกำหนดคุณลักษณะบนพื้นฐานของ SMI กรอบงานนี้จะทำการประเมินคุณภาพโดยการอ้างอิงข้อมูลจากผู้ใช้บริการในอดีต ซึ่งเป็นข้อมูลคุณภาพของบริการจริงที่วัดได้ ร่วมกับการอ้างอิงข้อมูลข้อตกลงในการใช้บริการ (Service Level Agreement: SLA) ซึ่งเป็นข้อมูลคุณภาพที่ผู้ให้บริการสัญญา มาใช้ในการคำนวณค่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพ อย่างไรก็ตามเนื่องจากคุณลักษณะเชิงคุณภาพของบริการตาม SMI นั้นมีเป็นจำนวนมากจึงได้มีงานวิจัย เช่น งานของ Monteiro [6] ได้ทำการสำรวจถึงคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่ผู้ใช้บริการให้ความสำคัญ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Sumetanupap และ Senivongse [7] ที่ยกเอาความสำคัญในความน่าไว้วางใจในผู้ให้บริการมาพิจารณาด้วย

3. การออกแบบกรอบงานในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการออกแบบกรอบงานในการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ ดังภาพที่ 1



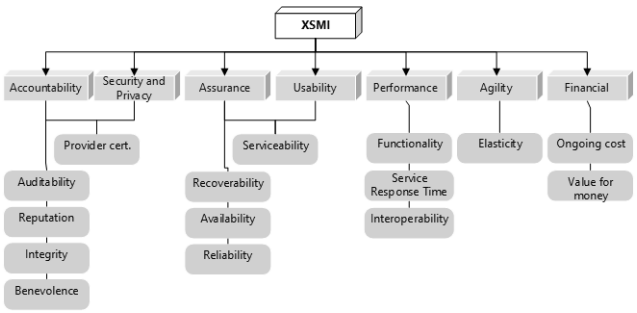
ภาพที่ 1: กรอบงานการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์

การออกแบบกรอบงานจะเริ่มจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่บ่งบอกถึงคุณภาพของบริการคลาวด์ทั้งเจ็ดด้านตาม SMI โดยเก็บเป็นข้อมูลแคตตาล็อกบริการคลาวด์ ซึ่งการให้คะแนนคุณภาพนั้นต้องมีการระบุตัววัดและหลักฐานที่ชี้วัดได้ จากนั้นจึง

รวบรวมความต้องการด้านคุณภาพของผู้ต้องการใช้บริการจากแบบสอบถาม และนำไปจับคู่กันเพื่อหาผู้ให้บริการที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับความต้องการมากที่สุด รายละเอียดมีดังนี้

3.1 การสร้างแบบจำลองดัชนีชี้วัดคุณภาพบริการคลาวด์

ผู้วิจัยใช้ดัชนีชี้วัดคุณภาพบริการหรือ SMI ซึ่งกล่าวถึงคุณภาพเจ็ดด้านเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองดัชนีชี้วัดคุณภาพบริการคลาวด์ ในคุณภาพแต่ละด้านจะแบ่งย่อยเป็นคุณลักษณะต่าง ๆ จำนวนมาก แต่ในงานวิจัยนี้จะครอบคลุมเพียงบางคุณลักษณะที่ผู้ใช้บริการให้ความสำคัญตามผลการสำรวจจากงานวิจัย [6] ในการวัดค่าคุณลักษณะนั้น ได้นำแนวทางการวัดคุณลักษณะที่ดีในงานวิจัย SMICloud [5] และเสริมด้วยการวัดคุณลักษณะจากงานวิจัยคุณภาพของการประมวลผลแบบคลาวด์ [2] ร่วมกับการนำดัชนีชี้วัดคุณภาพขององค์กรผู้ให้บริการ [7] มาผนวกเข้าไปกับแบบจำลองของ SMI ได้เป็นแบบจำลอง XSMI ที่ประกอบด้วย 15 คุณลักษณะ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แบบจำลองดัชนีชี้วัดคุณภาพบริการคลาวด์ของงานวิจัย

ดัชนีชี้วัดคุณภาพนั้นแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ เชิงคุณภาพ (Qualitative) และเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยเชิงคุณภาพนั้นจะวัดจากข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์ผู้ให้บริการและข้อตกลงในการให้บริการ (SLA) ส่วนในเชิงปริมาณนั้นจะนำค่าประสิทธิภาพมาจากเว็บไซต์ที่ทำการวัดประสิทธิภาพจริงของตัวบริการคลาวด์ โดยผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้คือแบบจำลองเชิงคุณภาพสำหรับผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (IaaS) ซึ่งมาจากข้อมูลของผู้ให้บริการที่สามารถวัดได้จริงหรือที่มีเผยแพร่ไว้

3.2 การเก็บข้อมูลผู้ให้บริการคลาวด์จากแหล่งข้อมูล

Cataloger หรือบุคลากรในองค์กรที่ต้องการใช้บริการคลาวด์ จะทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลผู้ให้บริการที่เป็นเป้าหมาย จากสามแหล่งด้วยกันได้แก่

1) เว็บไซต์ที่ให้บริการเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังของผู้ให้บริการคลาวด์ เช่น CloudHarmony.com [8]โดยในส่วนนี้จะได้ข้อมูลเชิงปริมาณเช่น ค่า Availability ย้อนหลังที่เกิดขึ้น และข้อมูลเชิงปริมาณบางส่วนที่มีแสดงเอาไว้เช่น จำนวนของ data center เป็นต้น
2) เว็บไซต์ผู้ให้บริการคลาวด์ (Provider website) โดยดูข้อมูลคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องและเผยแพร่เอาไว้
3) ข้อตกลงในการให้บริการ (SLA) ที่ได้มีการเผยแพร่เอาไว้บนหน้าเว็บไซต์ผู้ให้บริการคลาวด์เช่นกัน

3.3 การจัดทำแคตตาล็อกของผู้ให้บริการคลาวด์

หลังจากรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้ให้บริการคลาวด์เป้าหมายแล้ว Cataloger จะนำแผ่นแบบแคตตาล็อก (Catalog template) มา และนำค่าและข้อมูลของผู้ให้บริการไปใส่แยกเป็นแต่ละชุดของแต่ละผู้ให้บริการ จากนั้นใส่รายละเอียดของผู้ให้บริการและราคาลงในแคตตาล็อกผู้ให้บริการ

3.4 การจัดทำแบบสอบถามความต้องการด้านคุณภาพ

จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดคุณภาพบริการคลาวด์ข้างต้น ผู้วิจัยศึกษาความต้องการของผู้ต้องการใช้บริการโดยออกแบบแบบสอบถามจำนวน 21 ข้อ ที่มีเนื้อหาสะท้อนถึง 15 คุณลักษณะตามภาพที่ 2 เนื่องจากเนื้อที่จำกัด ผู้วิจัยจะกล่าวถึงตัวอย่างเพียงบางคำถามเท่านั้น ดูในหัวข้อที่ 3.6

3.5 การกำหนดเกณฑ์วัดคุณลักษณะเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยพิจารณาเกณฑ์การวัดคุณลักษณะเชิงคุณภาพจากนิยามของคุณลักษณะ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เน้นไปที่การวัดคุณภาพในเชิงเทคนิคของตัวบริการ [5] นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสนใจคุณลักษณะที่แสดงคุณภาพขององค์กรผู้ให้บริการ เช่น ความสามารถในการบริการ (Serviceability) ความซื่อสัตย์ (Integrity) ความการุญ (Benevolence) และ ปัจจัยด้านความคุ้มค่าของราคา (Value for Money) ร่วมด้วย เกณฑ์การวัดคุณลักษณะจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่รวบรวมไว้ในแคตตาล็อกของผู้ให้บริการและรายการคำถามในแบบสอบถามความ

ต้องการของผู้ต้องการใช้บริการดังที่กล่าวไปข้างต้นแล้ว เกณฑ์การวัด 15 คุณลักษณะมีดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ (Ongoing Cost) [5] ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกแพคเกจบริการ (Service Instance Package) ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันในแต่ละผู้ให้บริการ เพื่อดูความแตกต่างในเรื่องค่าใช้จ่ายต่อเดือนและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายข้อมูลขาออก (Bandwidth Pricing)
2) ความสามารถตรวจสอบได้ (Auditability) หมายถึงผู้ให้บริการมีช่องทางที่เปิดให้มีการตรวจสอบได้ว่า ผู้ให้บริการนั้นได้ทำตามมาตรฐานกระบวนการ และนโยบายที่ได้ประกาศไว้
3) ใบรับรอง (Provider Certification) ที่ผู้ให้บริการได้รับ เช่น ISO27001, PCI, CCSK ซึ่งเป็นใบรับรองด้านการจัดการเกี่ยวกับความมั่นคง เป็นต้น
4) ความสามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้น (Elasticity) [5] คือนโยบายที่ผู้ให้บริการมีสำหรับรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นโดยผู้ให้บริการคลาวด์มีความสามารถที่จะเพิ่มอัตราการรองรับปริมาณงานที่มากขึ้น หรือเพิ่มอัตราการตอบสนองให้ไวขึ้น ซึ่งสามารถวัดได้จากการรองรับการเพิ่มเติมทรัพยากร (Scale Out) โดยรองรับการเพิ่ม Instanceใหม่เข้าไปใช้งานร่วมกันกับทรัพยากรที่มีอยู่เดิมได้ หรือรองรับการเขียนโปรแกรมที่สั่งการให้จัดการเกี่ยวกับ Instance
5) การกู้ระบบ (Recoverability) คือนโยบายในการกู้ระบบเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นว่า มีความสามารถอยู่ในระดับใด
6) สภาพพร้อมใช้งาน (Availability) [5] วัดได้จากเวลาที่ระบบใช้งานได้เปรียบเทียบกับอัตราส่วนเวลาทั้งหมด ซึ่งผลลัพธ์ของค่าสภาพพร้อมใช้งานนี้หาได้จากเครื่องมือออนไลน์ที่ทำการเปรียบเทียบผู้ให้บริการที่หลากหลาย ซึ่งจัดทำขึ้นโดย CloudHarmony [8] ซึ่งทำการวัดโดยนำตัวอย่างแอปพลิเคชันไปใช้งานบนหลาย ๆ ผู้ให้บริการที่มีชื่อเสียง ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลย้อนหลังและค้นหาข้อมูลการให้บริการของ Data Center ในภูมิภาคต่าง ๆ ได้ผู้วิจัยได้นำค่าความพร้อมใช้งานที่เกิดขึ้นจริงซึ่งต่ำที่สุดจากทุกภูมิภาคที่ผู้ให้บริการมีรองรับไว้มาพิจารณา
7) ความเชื่อถือได้ (Reliability) [5] ผู้วิจัยนำข้อมูลย้อนหลังมาจากเครื่องมือ CloudHarmony [8] เช่นกัน โดยนำจำนวนครั้งที่ระบบใช้งานไม่ได้ภายในหนึ่งปี โดยใช้จำนวนครั้งที่มากที่สุดจากทุกภูมิภาคที่ผู้ให้บริการมีรองรับไว้มาพิจารณา
8) ความสามารถในการบริการ (Serviceability) พิจารณาถึงบริการช่วยเหลือที่ผู้ให้บริการมีไว้ให้ เช่น มีบริการรับแก้ไขปัญหาตลอด 24 ชั่วโมง 7 วันต่อสัปดาห์ผ่านทางโทรศัพท์, Online support center, Support forums, Documentation, White papers, Best practice guide และบริการแจ้งเตือนทันทีเมื่อเกิดปัญหาผิดปกติขึ้น
9) ฟังก์ชันการใช้งาน (Functionality) หมายถึงฟังก์ชันที่ผู้ให้บริการได้ทำออกมาตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ เช่น ผู้ให้บริการรองรับระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น openSUSE Linux, Windows, MAC OS X หรืออื่น ๆ ซึ่งในบางแอปพลิเคชันนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้บนระบบปฏิบัติการใดระบบหนึ่งเท่านั้น และสำหรับแพลตฟอร์มที่รองรับมีหลากหลายเช่นเดียวกัน
10) การตอบสนองของบริการ (Service Response Time) [5] ทำการวัดจากเวลาที่ระบบเริ่มต้นร้องขอบริการและเวลาที่บริการนั้นตอบสนอง โดยค่าการตอบสนองนี้สามารถวัดได้จากเครื่องมือออนไลน์ CloudHarmony [8] ที่ทำการเปรียบเทียบผู้ให้บริการ
11) การทำงานร่วมกัน (Interoperability) [5] วัดจากจำนวนของ API ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน
12) ความมีชื่อเสียง (Reputation) [5] ความมีชื่อเสียงของผู้ให้บริการเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจว่าจะได้ผู้ให้บริการที่ดีมาใช้งาน โดยมีประเด็นที่สะท้อนออกมาได้ดังนี้ (1) ระยะเวลาที่ผู้ให้บริการคลาวด์ได้เปิดให้บริการ ซึ่งแสดงถึงประสบการณ์ที่ทางผู้ให้บริการมีและความมั่นคงในการให้บริการ (2) ส่วนแบ่งทางการตลาดของผู้ให้บริการ (3) จำนวนลูกค้าที่ใช้บริการอยู่ (4) มีบริษัทขนาดใหญ่ที่มีชื่อเสียงใช้บริการอยู่ (5) จำนวนรวมของ Data Center ที่ผู้ให้บริการมี (6) จำนวนของภูมิภาคที่ผู้ให้บริการมีไว้รองรับ
13) ความซื่อสัตย์ (Integrity) วัดจากเปอร์เซ็นต์ความต่างของเวลาที่ใช้งานได้ (Uptime) และเวลาที่ไม่สามารถใช้งานได้

ภายในหนึ่งปีซึ่งได้สัญญาไว้ใน SLA เทียบกับค่าดังกล่าวที่เกิดขึ้นจริง

14) ความการุญ (Benevolence) วัดจากระยะเวลาที่ทางผู้ให้บริการคลาวด์เปิดให้ทดลองใช้งานบริการ (Free-Tier)

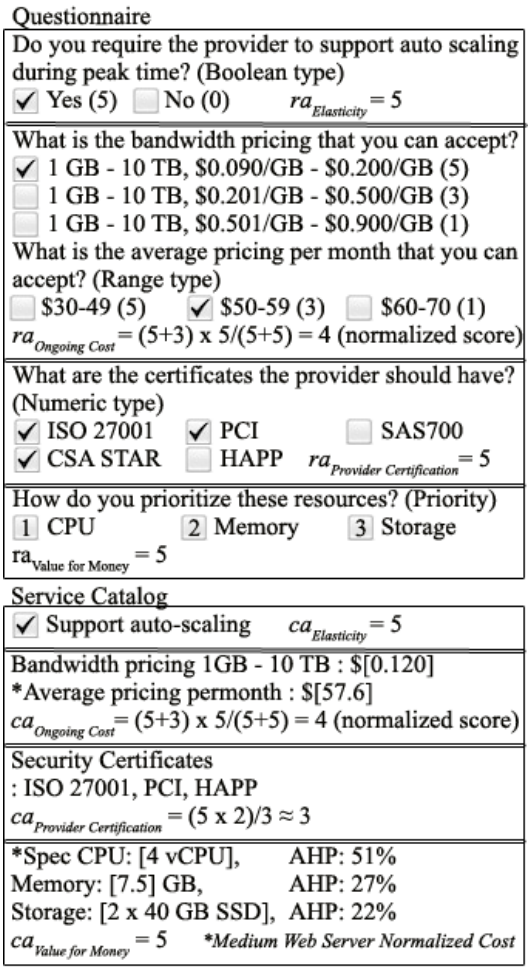
15) ความคุ้มค่าของราคา (Value for Money) [5] วัดโดยเลือกแพคเกจบริการ (Service Instance Package) จากแต่ละผู้ให้บริการ แล้วนำมาคิดราคาต่อหน่วยทรัพยากร คือราคาต่อหน่วย CPU, Memory และ Storage และใช้ค่าลำดับความสำคัญ (Priority) ของแต่ละทรัพยากรที่ผู้ต้องการใช้บริการระบุไว้ในแบบสอบถาม มาคำนวณโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) [9] เพื่อตัดสินใจเลือกแพคเกจบริการที่มีความคุ้มค่าในด้านราคากับปริมาณทรัพยากรที่ได้รับ

3.6 วิธีการในการจับคู่แบบจำลองความต้องการด้านคุณภาพกับแคตตาล็อกของผู้ให้บริการคลาวด์

ข้อมูลของแต่ละผู้ให้บริการเป้าหมายในแคตตาล็อกบริการในขั้นตอนที่ 3.3 จะถูกนำมาสร้างเป็นแบบจำลองผู้ให้บริการ (Service Provider Model) ซึ่งเป็นเวกเตอร์ ที่มีขนาดตามจำนวนคุณลักษณะ (15 คุณลักษณะ) โดยจะเก็บค่าคะแนนคุณลักษณะที่ผู้ให้บริการแสดงออกไว้ในทำนองเดียวกันความต้องการของผู้ใช้บริการซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถามของขั้นตอนที่ 3.4 จะถูกนำมาสร้างเป็นแบบจำลองความต้องการ (Quality Requirement Model) ซึ่งเป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันและเก็บค่าคะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้ใช้บริการต้องการไว้ ค่าคะแนนคุณลักษณะนี้ได้มาจากการแปลงค่าแต่ละคุณลักษณะออกเป็นระดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 0-5 ได้แก่ 5 มีคุณลักษณะนั้นมากที่สุด, 4 มีคุณลักษณะนั้นมาก, 3 มีคุณลักษณะนั้นปานกลาง, 2 มีคุณลักษณะนั้นเล็กน้อย, 1 อาจมีหรือไม่มีคุณลักษณะนั้น, 0 ไม่สนใจคุณลักษณะนั้น ตัวอย่างในภาพที่ 3 แสดงการแปลงคำตอบในแบบสอบถามซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ i ไปเป็นค่าคะแนน ra_i ในเวกเตอร์ความต้องการ และแปลงข้อมูลในแคตตาล็อกบริการของผู้ให้บริการเป้าหมายรายหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ i ไปเป็นค่าคะแนน ca_i ในเวกเตอร์ผู้ให้บริการ การคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงของเวกเตอร์ $R = [ra1, ra2, \ldots, ran]$ ของผู้ต้องการใช้บริการ กับเวกเตอร์ $C = [ca1, ca2, \ldots, can]$ ของผู้ให้บริการเป้าหมายแต่ละราย โดยที่ n คือจำนวนคุณลักษณะ (n = 15) เพื่อหาผู้ให้บริการที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการมากที่สุดทำโดยใช้การวัดความคล้ายคลึงเชิงมุม (Cosine Similarity) ซึ่งให้ความคล้ายคลึงอยู่ระหว่าง 0-1:

$$\text{Sim} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ra_i \times ca_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} ra_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{n} ca_i^2}} \quad (1)$$

ผู้ให้บริการเป้าหมายที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้ต้องการใช้บริการมากที่สุดจะมีคะแนน Sim สูงสุด



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการแปลงคุณลักษณะเพื่อสร้างเวกเตอร์

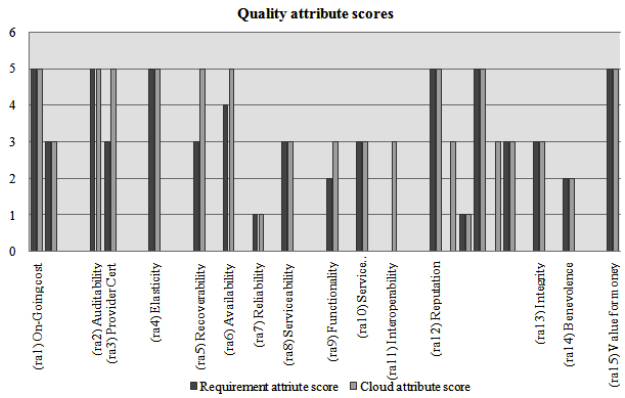
4. ผลการทดสอบ

ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เรื่องการเลือกบริการคลาวด์ โดย

ผู้เชี่ยวชาญขอให้ปรับปรุงในบางจุดและผู้วิจัยได้แก้ไขให้ครบถ้วนมากขึ้น ก่อนนำแบบสอบถามไปใช้ทดสอบกับบริษัทธุรกิจขนส่งทางเครื่องบินแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งต้องการใช้บริการคลาวด์และมีผู้ให้บริการเป้าหมายที่เป็นต่างชาติชั้นนำ 3 รายและผู้ให้บริการในไทย 2 ราย โดยเมื่อสร้างแคตตาล็อกผู้ให้บริการทั้ง 5 ราย ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์จากแบบสอบถามที่จัดทำโดยตัวแทนจากบริษัทมาจับคู่เพื่อหาผู้ให้บริการที่ตรงความต้องการด้านคุณภาพของบริการมากที่สุด ผลที่ได้คือ

$R = [ra_1 = 4, ra_2 = 5, ra_3 = 5 \ldots ra_{15} = 5]$
$C_1 = [ca_1 = 4, ca_2 = 5, ca_3 = 5 \ldots ca_{15} = 5]$, $Sim_1 = 0.9411$
$C_2 = [ca_1 = 5, ca_2 = 3, ca_3 = 5 \ldots ca_{15} = 3]$, $Sim_2 = 0.8969$
$C_3 = [ca_1 = 3, ca_2 = 1, ca_3 = 0 \ldots ca_{15} = 5]$, $Sim_3 = 0.7606$
$C_4 = [ca_1 = 3, ca_2 = 3, ca_3 = 0 \ldots ca_{15} = 3]$, $Sim_4 = 0.8660$
$C_5 = [ca_1 = 1, ca_2 = 5, ca_3 = 5 \ldots ca_{15} = 5]$, $Sim_5 = 0.9176$

ดังนั้นผู้ให้บริการรายที่ C1 จะมีคุณภาพที่ตรงตามความต้องการของตัวแทนจากบริษัทธุรกิจขนส่งทางเครื่องบินรายนี้มากที่สุด ภาพที่ 4 แสดงกราฟเปรียบเทียบความต้องการของบริษัทนี้กับคุณลักษณะเชิงคุณภาพของผู้ให้บริการ C1 จากผลนี้ทำให้บริษัทสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการต่อไปได้



ภาพที่ 4: กราฟเปรียบเทียบความต้องการของบริษัทขนส่งทางเครื่องบินกับคุณลักษณะเชิงคุณภาพของผู้ให้บริการ C1

5. สรุป

จากกรอบงานที่ได้นำเสนอวิธีการซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกผู้ให้บริการโดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการในเชิงคุณภาพ ซึ่งบางรายอาจยังไม่มีแนวทางในการเลือก หรือไม่ทราบถึงคุณภาพของผู้ให้บริการที่เหมาะสมกับการใช้งานของตน โดยผู้วิจัยเสนอแบบสอบถามที่สะท้อนถึงความต้องการเชิงคุณภาพโดยอิงตามดัชนีวัดคุณภาพบริการ SMI รวมไปถึงการรวบรวมข้อมูลแคตตาล็อกบริการและการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างแบบจำลองความต้องการกับแบบจำลองที่สร้างจากแคตตาล็อกบริการ ผลลัพธ์ที่ได้คือผู้ให้บริการที่มีคุณลักษณะเชิงคุณภาพโดยรวมที่ใกล้เคียงกับความต้องการมากที่สุด สำหรับในอนาคตจะทำการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยในการคำนวณหาคุณลักษณะและเพิ่มเติมคำถามในแบบสอบถามให้มีจำนวนมากขึ้นเพื่อสะท้อนคุณลักษณะในด้านอื่น ๆ ได้มากขึ้นต่อไป รวมทั้งสามารถให้ผู้ใช้กำหนดค่าน้ำหนักให้กับคุณลักษณะที่สนใจแตกต่างกันได้

เอกสารอ้างอิง

[1] CSMIC, S*ervice Measurement Index (SMI)*. Available: http://www.cloudcommons.com/about-smi

[2] G. Baranwal and D. P. Vidyarthi, "A framework for selection of best cloud service provider using ranked voting method," *2014 IEEE Int. Advance Computing Conference (IACC)*, pp. 837-841, 2014.

[3] Z. ur Rehman, F. K. Hussain, and O. K. Hussain, "Towards multi-criteria cloud service selection," *2011 Fifth Int. Conf. Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, pp. 44-48, 2011.

[4] S. K. Garg, S. Versteeg, and R. Buyya, "SMICloud: A framework for comparing and ranking cloud services," *2011 Fourth IEEE Int. Conf. Utility and Cloud Computing (UCC)*, pp. 210-218, 2011.

[5] S. K. Garg, S. Versteeg, and R. Buyya, "A framework for ranking of cloud computing services," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, pp. 1012-1023, 2013.

[6] A. V. Luís Monteiro, "Survey on important cloud service provider attributes using the SMI framework," *Procedia Technology*, vol. 9, Elsevier, pp. 253-259, 2013.

[7] A. Sumetanupap and T. Senivongse, "Enhancing Service Selection with a Provider Trustworthiness Model," *2011 Eighth Int. Joint Conf. Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, pp. 281-286, 2011.

[8] J. Read, CloudHarmony. Available: https://cloudharmony.com

[9] T. L. Saaty, “Decision making with the analytic hierarchy process,” *Int. J. Services Science*, vol. 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก สำหรับระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Application of Case-Based Reasoning an Online Helpdesk System for Website of Suan Sunandha Rajabhat University

สุธาสินี ยกระดับชั้น(Sutasinee Yokradubshan)[1] และมหศักดิ์ เกตุฉ่ำ(Mahasak Ketcham)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Sutasinee.yo@gmail.com, [2]Mahasak.k@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์ สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในการรวบรวมปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเว็บไซต์ (Moodle) โดยการประยุกต์ใช้ Case-Based Reasoning ในการสืบค้นแนวทางแก้ไขปัญหาในอดีตมาเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น โดยการค้นคืนเอกสารใช้วิธีการเปรียบเทียบความเหมือนของคำในเอกสาร ในรูปแบบของเวกเตอร์ [1] และการให้น้ำหนักคำ (Term Weighting) ด้วยวิธี TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลของระบบได้ค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.80 ค่าความครบถ้วน (Recall) เท่ากับ 0.63 และ ค่า F-Measure เท่ากับ 0.71 จึงสรุปได้ว่าระบบสามารถใช้งานได้ในระดับดี จากการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 จากผู้ดูแลระบบได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 จากผู้ใช้งานได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งสรุปได้ว่าระบบ ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: เว็บไซต์มูเดิล การให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก ระบบช่วยเหลือ เวคเตอร์สเปสโมเดล ความคล้ายคลึง

Abstract

The object of this research was to develop an online helpdesk system for website of Suan Sunandha Rajabhat University using case-based reasoning. This aims to provide users with a website (Moodle) problem solutions. The proposed system is based on case-based reasoning which searches through solutions of similar past problems and then uses them as suggestion solutions for new problems. It applied a vector space model for information retrieval and term weighting by term frequency inverse document frequency .The technique of longest matching was employed to segment keywords. When retrieving problem-solution cases, similarity between cases stored in the system and new problem case was calculated. The retrieval evaluation results reveal the values of precision, recall, and f-measure of 0.80, 0.63, and 0.71 respectively. The system was assessed by experts, application support staff, and general users. For experts, the mean quality score was 4.43 (S.D.=0.41). For application support staff, the mean quality score was 4.25 (S.D.0.31). For general users, the mean quality score was 4.30 with (S.= 0.45).In conclusion, the results showed that the system has good quality and efficiency.

Keywords: Moodle Website, Case-Based Reasoning, Helpdesk System, Vector Space Model, Similarity.

1. บทนำ

สืบเนื่องมาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มุ่งเน้นให้บุคลากรสายวิชาการ แต่ละท่านมีเว็บไซต์เพื่อช่วยในเรื่องของการจัดอันดับเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัย (Ranking Web of Universities) ทั้งในด้านจำนวนเว็บเพจ จากเว็บไซต์ทั้งหมดที่อยู่ภายใต้โดเมน (Domain) เดียวกันของมหาวิทยาลัยฯให้สามารถสืบค้นได้ด้วยระบบตรวจจับการนับจำนวนข้อมูลของการจัดอันดับเว็บไซต์ให้มีอันดับที่สูงขึ้น จึงได้นำโปรแกรม Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) มาช่วยในการจัดทำเว็บไซต์ให้กับบุคลากรสายวิชาการ แต่เนื่องจากบุคลากรสายวิชาการมีจำนวนมากขึ้น และมีเจ้าหน้าที่ที่ดูแลไม่เพียงพอกับจำนวนผู้ใช้งาน และผู้ใช้งานไม่สามารถแก้ไขปัญหา หรือหาสาเหตุในการแก้ไขปัญหา [2] จากการใช้งานเว็บไซต์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากไม่ทราบถึงหลักการทำงานของเว็บไซต์ (Moodle) จึงเป็นสาเหตุทำให้ใช้งานอย่างไม่ถูกต้อง ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน จะมีเจ้าหน้าที่ด้านสารสนเทศที่ให้คำปรึกษาดูแล ให้บริการในรูปแบบการสอบถามผ่านโทรศัพท์และอีเมล์ จึงทำให้มีจำนวนปัญหาเดิมๆถูกสอบถามเข้ามาแต่ละวันเป็นจำนวนมาก

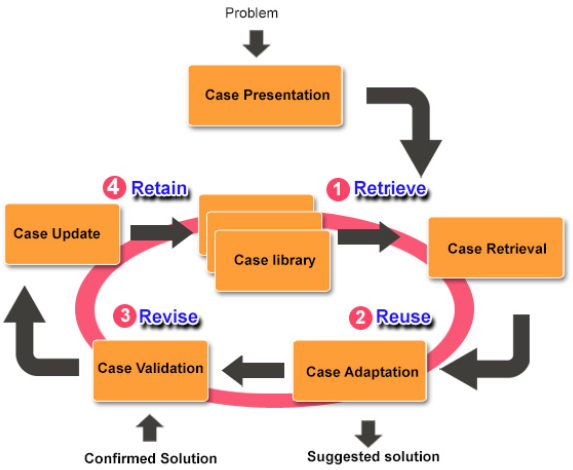
ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบให้การช่วยเหลือ (Helpdesk) มาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้งานสามารถสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบ และลดขั้นตอนในการติดต่อกับผู้ดูแล จึงได้มีการพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในการรวบรวมปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเว็บไซต์ (Moodle) โดยการประยุกต์ใช้ Case-Based Reasoning ในการสืบค้นวิธีแก้ไขปัญหาในอดีตมาเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น จากนั้นวิธีการแก้ไขปัญหาจะถูกนำไปเรียนรู้และปรับปรุงฐานกรณี เพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาใหม่สำหรับการสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขในครั้งต่อไป โดยการค้นคืนเอกสารใช้วิธีการเปรียบเทียบความเหมือนของคำในเอกสาร ด้วยรูปแบบของเวกเตอร์ [1] และการให้น้ำหนักคำ (Term Weighting) ด้วยวิธี TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency)

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก CBR (Case-Based Reasoning)

CBR เป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาโดยการใช้ประสบการณ์จากอดีต หรือกรณีศึกษาเดิมที่เคยพบ นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกันกับปัญหาใหม่ที่พบในปัจจุบัน แต่มีบางเหตุการณ์ที่ไม่สามารถหากรณีที่ตรงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ก็จะปรับปรุงดัดแปลงกรณีหลาย ๆ กรณีที่มีส่วนใกล้เคียงกับเหตุการณ์มากที่สุด เพื่อใช้ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาสำหรับเหตุการณ์นั้น ๆ โดยระบบจะนำวิธีการแก้ไขปัญหาของกรณีศึกษาเก่า มาใช้เป็นแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหาของกรณีศึกษาใหม่ จากนั้นนำไปตรวจสอบและปรับแก้ให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง แล้วจึงทำการยืนยันความถูกต้องของแนวทางการแก้ไขปัญหานั้น เมื่อกรณีศึกษาใหม่ผ่านการแก้ไขและยืนยันความถูกต้องของแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้ว จึงนำมาจัดเก็บไว้ในฐานองค์ความรู้ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาใหม่ต่อไป [3]

ในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการ CBR จะมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับฐานองค์ความรู้ ซึ่งหมายถึงฐานกรณีศึกษาที่จัดเก็บกรณีศึกษาในอดีตไว้ เพื่อนำมาใช้เป็นฐานองค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นโดยกระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการ CBR

จากภาพที่ 1 แสดงวงจรกระบวนแก้ไขปัญหา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Retrieve ค้นหากรณีศึกษาเก่า เพื่อนำมาเปรียบเทียบหากรณีศึกษาที่เหมาะสมกับปัญหาใหม่ โดยพิจารณาจากความคล้ายคลึงกันมากที่สุดของกรณี

ขั้นตอนที่ 2 Reuse นำแนวทางการแก้ไขปัญหาในกรณีศึกษาเก่า มาปรับใช้แก้ไขปัญหาใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 3 Revise การแก้ไขปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหาของกรณีเก่า ให้มีความถูกต้อง และเหมาะสมกับลักษณะของปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 Retain การทำให้ระบบเกิดการเรียนรู้ โดยการนำกรณีใหม่ที่ผ่านการประเมินแล้วประสบผลสำเร็จในการแก้ไขปัญหา จัดเก็บลงสู่ฐานความรู้ เพื่อใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาต่อไปในอนาคต

2.2 การแทนเอกสาร (Document Representation) และการให้น้ำหนักคำ (Term Weighting)

เป็นการค้นคืนเอกสารด้วยวิธีการเปรียบเทียบความเหมือนของคำในเอกสารให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาคำนวณค่าความเหมือนในรูปแบบของเวกเตอร์ [1] และการให้น้ำหนักคำ (Term Weighting) ด้วยวิธี TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) โดยใช้เทคนิคเวกเตอร์สเปซโมเดล (Vector Space Model) เป็นการแทนเอกสาร (Document) และ ข้อมูลสืบค้นหรือข้อมูลนำเข้า (Query) ด้วยเวคเตอร์ของคำ (Vector of Terms) โดยแกนแต่ละแกนของเวคเตอร์คือ คำ (Terms) ที่ปรากฏอยู่ใน เอกสารซึ่งเป็นการคัดเลือกจากคำทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในทุกเอกสาร แล้วบันทึกเก็บไว้ในพจนานุกรม เพื่อใช้อ้างอิงในการสร้างเวคเตอร์ของคำที่ตรงกันทั้งฐานข้อมูล และความยาวของเวคเตอร์ คือ ค่าความถี่ของคำที่ถูกเลือก ในการวิเคราะห์คำค้นและหาค่าความคล้ายของข้อมูลปัญหาเพื่อดึงแนวทางการแก้ไขปัญหาขึ้นมาแสดง ในการค้นคืนเอกสารให้แก่ผู้ใช้

การให้น้ำหนักคำ (Term Weighting) โดยใช้วิธีการ TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) คือการอาศัยค่าความถี่ของคำจากแต่ละเอกสาร (TF) และค่าความถี่ของการพบคำนั้นปรากฏในเอกสารจากฐานข้อมูลทั้งหมด (IDF) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของการค้นคืนข้อมูล ทั้งนี้ ค่า IDF เป็นผลรวมจากทุกเอกสารในฐานข้อมูลและถูกบันทึกอยู่ในพจนานุกรม [4] แสดงดังสมการที่ 1

$$IDF = \log (N/DF) \quad (1)$$

เมื่อ IDF คือ ค่าน้ำหนักของคำ

TF คือ ความถี่ของคำแต่ละคำในเอกสารแต่ละเอกสาร

N คือ จำนวนเอกสารในชุดเอกสารทั้งหมด

DF คือ จำนวนเอกสารที่มีคำนั้นๆปรากฏอยู่

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

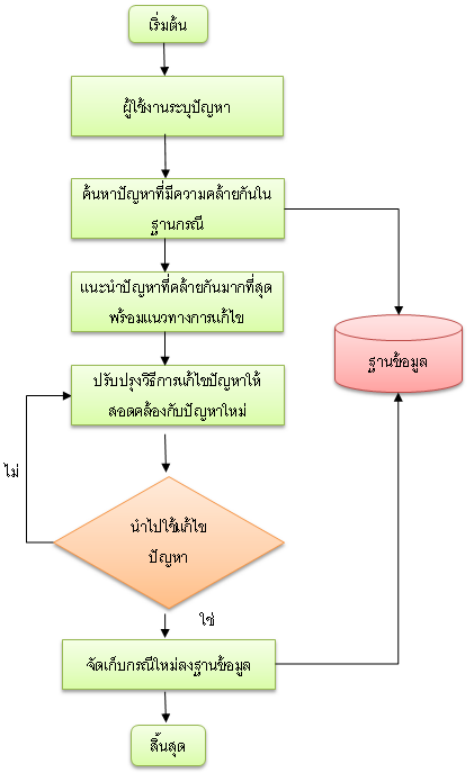
ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ Case-Based Reasoning เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในงานหลากหลายด้าน เช่นด้านการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์โดยพัฒนาตามกระบวนการ Case-Based Reasoning ที่นำวิธีการค้นคืนแบบเวคเตอร์สเปสโมเดล แบบ Normalized Frequencies Weight ของทั้งเอกสารและคำค้นหาเพื่อหาค่า Similarity ของเอกสารที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ และจัดอันดับค่า Similarity โดยพิจารณา Index Termในพจนานุกรมที่เก็บคำศัพท์เฉพาะเรื่องเกี่ยวกับรถยนต์ [4] ด้านการบริหารจัดการองค์กรในการควบคุมเหตุไฟไหม้ฉุกเฉินประยุกต์ใช้ฐานกรณีที่ประกอบด้วยกรณีไฟไหม้ในสถานการณ์ที่ต่างกัน เปรียบเทียบกับกรณีไฟไหม้ก่อนหน้านี้ในฐานกรณี และดึงกรณีที่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหาในปัจจุบันมากที่สุดพร้อมแนวทางการแก้ไขปัญหา [5] ด้านระบบช่วยเหลือในลักษณะของเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถหาคำตอบได้ด้วยตัวเองโดย คำตอบที่ได้จากเว็บไซต์จะเหมือนกับคำตอบที่ได้จากเจ้าหน้าที่เนื่องจากใช้ฐานความรู้เดียวกัน [6] ด้านการค้นคืนกรณีสำหรับระบบงานช่วยเหลือโดยใช้ความถี่ของคำที่เกิดร่วมกันโดยการนำกรณีทั้งหมดมาจำแนกตามลักษณะการใช้งาน จากนั้นนำไปประมวลผลเพื่อหากลุ่มคำที่เกิดร่วมกันสำหรับใช้เป็นดรรชนีในการค้นคืน [1] ด้านระบบที่ปรึกษาปัญหาการใช้งานโปรแกรมต่างๆที่ผู้ใช้งาน สามารถสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยนำวิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก(Case-Based Reasoning) มาช่วยในการสืบค้น[2],[3],[7],[8],[9]

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้จัดทำปัญหาพิเศษได้นำเทคนิค Case-Based Reasoning มาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นปัญหา และศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง

โดยการนำคำตอบของปัญหาที่เคยเกิดขึ้นแล้วในอดีต มาใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ในปัจจุบัน โดยการสืบค้นผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ



ภาพที่ 2: กระบวนการทำงานของระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์

จากภาพที่ 2 เริ่มต้นโดยผู้ใช้งานระบุปัญหา (Input) เข้าสู่กระบวนการสืบค้นข้อมูลปัญหาและวิธีแก้ปัญหา (Query Term) จากฐานข้อมูทั้งหมดที่นำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการด้วยโปรแกรมตัดคำภาษาไทยแบบอิงพจนานุกรม (Lexto) เช่นการตัดคำที่ไม่จำเป็น (Stop Word) การทำให้อยู่ในรูปของราก (Stem) และการหาคำเหมือน (Normalization) ที่ได้มาทำดัชนี (Index) ซึ่งระบบจะทำการวิเคราะห์ปัญหาแล้วสืบค้นปัญหาเก่าจากฐานข้อมูลปัญหา โดยการดึงข้อมูลมาเปรียบเทียบแล้วคำนวณค่าความคล้ายและทำการค้นคืนเอกสารด้วยวิธีการเปรียบเทียบความเหมือนของคำในเอกสาร ในรูปแบบของเวกเตอร์ [1] และการให้น้ำหนักคำ (Term Weighting) ด้วยวิธี TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) ด้วย เวคเตอร์ของคำ (Vector of Terms) ที่ปรากฏอยู่ใน เอกสารที่ได้จากการคัดเลือกจากคำทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในทุกเอกสาร แล้วบันทึกเก็บไว้ในพจนานุกรม เพื่อใช้อ้างอิงในการสร้างเวคเตอร์ของคำที่ตรงกันทั้งฐานข้อมูล และ ค่าความถี่ของคำที่ถูกเลือก ในการวิเคราะห์คำค้นและหาค่าความคล้ายของข้อมูลปัญหาเพื่อดึงแนวทางการแก้ไขปัญหาขึ้นมาแสดง ในการค้นคืนเอกสารให้แก่ผู้ใช้ และจัดเรียงตามค่า Similarity โดยเลือกเอกสารที่มีค่า Similarity สูงสุดขึ้นมาแสดงพร้อมแสดงแนวทางการแก้ไขปัญหา แล้วนำวิธีการแก้ไขปัญหาเก่าที่ได้รับการแก้ไขแล้ว มาประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ จากนั้นประเมินวิธีการแก้ปัญหาหากไม่ประสบความสำเร็จก็จะทำการแก้ไขให้เหมาะสมกับปัญหาและจัดทำดรรชนีเก็บลงฐานข้อมูล เพื่อการสืบค้นครั้งต่อไป

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้ดำเนินการตามขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบแล้วนั้น ได้ผลการพัฒนาดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ส่วนหน้าจอการใช้งาน ประกอบไปด้วยหน้าจอต่าง ๆ ดังนี้

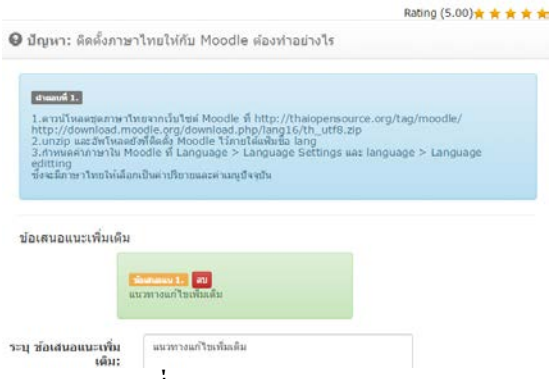
4.1.1 หน้าจอแสดงการค้นหาข้อมูลปัญหา เมื่อผู้ใช้งานทำการสืบค้นปัญหา ด้วยการระบุคำค้น ระบบจะทำการค้นหาปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดขึ้นโดยระบบจะแสดงผล ลัพธ์ของปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้น ซึ่งจะเรียงลำดับตามค่า Similarity ของคำค้น จากมากไปน้อย แสดงผลการคำนวณค่า โดยพิจารณาจากค่าความถี่ของคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสารนั้นและในเอกสารทั้งหมดได้ [1] โดยใช้วิธีการของ TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) ซึ่งอาศัยค่าความถี่ของคำจากแต่ละเอกสาร (TF) และค่าความถี่ของการพบคำนั้นปรากฏในเอกสารจากฐานข้อมูลทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แสดงรายการปัญหาและตารางการคำนวนค่าความถี่ (TF-IDF) แสดงผลในรูปแบบของกราฟ

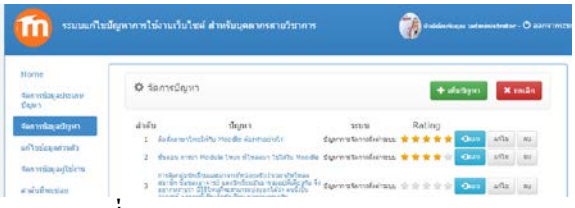
สำหรับค่าไอดีเอฟ (IDF) เป็นผลรวมจากทุกเอกสารทั้งฐานข้อมูลและถูกบันทึกอยู่ในพจนานุกรมโดยจะแสดงผลออกมาในรูปแบบของตารางการคำนวนค่าความถี่ในรูปแบบของกราฟรวมถึงสามารถให้ค่าคะแนน (Rating) ความพึงพอใจต่อการค้นหาในแต่ละครั้งเพื่อนำมาปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาได้โดยผู้เชี่ยวชาญ ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหามากยิ่งขึ้น

4.1.2 หน้าจอแสดงวิธีการแก้ไขปัญหา โดยผู้ใช้งานสามารถใส่ข้อเสนอแนะและให้ค่าคะแนน (Rating) ระดับความพึงพอใจต่อวิธีการแก้ไขปัญหาที่ค้นได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งจะเรียงระดับค่าคะแนน 1-5 โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก คือ ระดับ1 แทนความพึงพอใจที่น้อยที่สุด และระดับ 5 แทนความพึงพอใจที่มากที่สุด แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอการให้คะแนน(Rating)

4.1.3 หน้าจอจัดการข้อมูลปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ดูแลสามารถ ค้นหา เพิ่มลบ แก้ไข และทำการปรับปรุงข้อมูลปัญหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เพิ่มขึ้นจากเดิมได้ โดยพิจารณาจากค่าคะแนน (Rating)หรือจะค้นหาจากประเภทปัญหาแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอการปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหา

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน

ในการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน ของรายการปัญหาได้ค่า Precision เท่ากับ 0.80 ค่า Recall เท่ากับ 0.63 และค่า F-Measure เท่ากับ 0.71 จึงสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับดีแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืน

Keyword	Precision	Recall	F-Measure
Moodle จะแก้ไขได้อย่างไร	0.36	0.40	0.38
แบบทดสอบ	0.88	0.78	0.82
upload	0.83	0.83	0.83
เว็บไซต์	0.86	0.86	0.86
ตั้งค่า	0.50	0.67	0.73
รายวิชา	0.89	0.80	0.84
Moodle	0.88	0.96	0.92
นักเรียนไม่สามารถทำแบบทดสอบได้	0.45	0.17	0.24
เข้าระบบไม่ได้	0.88	0.65	0.75
เข้าระบบไม่ได้ต้องทำอย่างไร	0.95	0.70	0.81
ติดตั้งภาษาไทย	0.90	0.53	0.67
ต้องการ	0.94	0.43	0.59
เพิ่มไฟล์ไม่ได้	0.88	0.43	0.58
สมาชิก	0.50	0.86	0.63
เพิ่มแบบทดสอบไม่ได้	0.94	0.44	0.60
ค่าเฉลี่ยรวม	**0.80**	**0.63**	**0.71**

4.3 ผลการประเมินคุณภาพระบบ

การประเมินคุณภาพระบบแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผู้ดูแลระบบ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 15 คน โดยใช้แบบประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ Functional Requirement test, Functional Test, Usability test, Performance test, Security test ได้ผลการประเมินสรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตารางสรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบ

ด้านการประเมิน	$\overline{x}$ /S.D.			ระดับคุณภาพ
	ผู้เชี่ยวชาญ	ผู้ดูแล	ผู้ใช้งาน	
Functional Requirement test	4.25/0.39	4.10/0.36	4.13/0.57	ดี
Functional Test	4.60/0.04	4.40/0.04	4.23/0.08	ดี
Usability test	4.44/0.57	4.16/0.49	4.53/0.52	ดี
Performance test	4.45/0.52	4.25/0.36	4.38/0.56	ดี
Security test	4.40/0.51	4.33/0.30	4.20/0.50	ดี
สรุป	4.43/0.41	4.25/0.31	4.30/0.45	ดี

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

จากการพัฒนาระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยการประยุกต์ใช้ Case-Based Reasoning ผู้วิจัยได้นำระบบไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มผู้ดูแลระบบ และกลุ่มผู้ใช้งาน โดยมีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี ทั้ง3 กลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง ซึ่งถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการสืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์ (Moodle)ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจะช่วยลดเวลา ลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อทางโทรศัพท์ และช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาครั้งต่อไป

1. ควรมีการรวบรวมข้อมูลกรณีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในปริมาณที่มากขึ้น และครอบคลุมกับปัญหา เพื่อทำให้ระบบได้เรียนรู้แนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ควรมีการจัดทำพจนานุกรมคำเหมือนหรือนำทฤษฎีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) สำหรับช่วยวิเคราะห์เพื่อประสิทธิภาพความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วีณา จันทร์แดง. “การค้นคืนกรณีสำหรับระบบงานช่วยเหลือโดยใช้ความถี่ของคำที่เกิดร่วมกัน.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

[2] วราภรณ์ นราประเสริฐวงศ์. “ระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้งานเว็บไซต์สำหรับบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.” ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[3] อภิษฎา พึ่งเจริญ และพยุง มีสัจ. “ระบบที่ปรึกษาปัญหาด้านการใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พี โดยใช้วิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก.” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[4] ศิริพร หมั่นจิต. “ระบบ Case-Based Reasoning สำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหารถยนต์.” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[5] Baisakhi Chakraborty, D.Ghosh, Ranjan Kumar Maji,Saswati Garnaik, Narayan Debnath. “ Knowledge Management with Case-Based Reasoning Applied on Fire Emergency Handling.” 978-1-4244-7300-7/10/$26.00 ©2010 IEEE.

[6] Saunders, A. 2004. Online Solutions. “Looking to the Future of KnowledgeBase Management.” ACM SIGUCC, Baltimore, Maryland, USA.

[7] อารี อยู่ภู่. “ระบบช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาของการใช้งานโปรแกรมบริหารงานบุคคล.” ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[8] วลัยพร พุทธิปรางค์. “ระบบสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยสนันสนุนการแก้ไขระบบงานคอมพิวเตอร์สำหรับกรมที่ดิน.” ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[9] อโณทัย อรุณเรือง. “ระบบสืบค้นข้อมูลการแก้ปัญหาการใช้ระบบสารสนเทศในองค์กร โดยใช้เวกเตอร์สเปซโมเดล กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนัน.” ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

การผสมผสานการวิเคราะห์แบบหลายมิติ และวิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า กับระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์

The Hybrid Information Systems for monitoring the vehicle repair quality by Multi-Dimensional analysis and Toyota Way

พัชรพล นรสาร (Patcharapol Norasarn)[1] และณัฐวี อุตกฤษฎ์ (Nattavee Utakrit)[2]

[1,2]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

pnorasar@gmail.com, nattaveeu@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ของศูนย์บริการรถยนต์ในเครือผู้ผลิตรถยนต์โตโยต้าและรถยนต์เลกซัสภายใต้ชื่อ "กิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว" โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบหลายมิติ ด้วยเครื่องมือการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (OLAP) เพื่อรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อม และประยุกต์วิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้าในการออกแบบกรอบความคิดของระบบ เพื่อให้ระบบทำงานได้สอดคล้องกับอุดมคติและพฤติกรรมนิยม ของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในศูนย์บริการรถยนต์เครือข่ายโตโยต้าและเลกซัส ที่มีอยู่ 2 หลักใหญ่ คือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) และการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน (Respect for people) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองผู้ปฏิบัติงาน หัวหน้างาน และผู้บริหารของศูนย์บริการรถยนต์ ได้เป็นอย่างดี โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54

คำสำคัญ: โอแลป วิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า คุณภาพงานซ่อมรถยนต์

Abstract

This research aims to develop the Hybrid Information Systems for monitoring the vehicle repair quality of Toyota and Lexus service workshops under name "Fix It Right Activity". It was developed with Multi-Dimensional analysis via OLAP Tool to monitor vehicle repair quality and apply Toyota Way Philosophy to design a conceptual idea of system to consistent with the ideals and behaviorism of Toyota and Lexus employees as 2 pillar are Continuous Improvement and Respect for people. The system able to support Operator, supervisor and Top Management is well. The satisfaction result of panel experts are $\bar{x}$ = 4.08, $S.D.$ = 0.41, the satisfaction result of general users are $\bar{x}$ = 4.30, $S.D.$ = 0.54

Keyword: OLAP, Toyota Way, Vehicle Repair Quality

1. บทนำ

วิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า (Toyota Way) คือ อุดมคติ มาตรฐาน และสัญลักษณ์นำ ของบุคลากรในองค์กรเพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติงานในองค์กรโตโยต้าทั่วโลกประกอบด้วย 2 หลักใหญ่ คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) และการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน (Respect for people) วิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า ไม่เพียงปฏิบัติในองค์กรโตโยต้าเท่านั้นแต่ยังได้รับการยอมรับจากองค์กรต่างๆ ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อองค์กรอื่นๆด้วย โตโยต้าได้เริ่มเข้ามาทำธุรกิจในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2505 จนถึงปัจจุบันโดยมีการทำธุระกิจผ่านผู้แทนจำหน่ายที่แต่งตั้งขึ้น ซึ่งธุรกิจหลักที่ให้ผู้แทนจำหน่ายดำเนินการมีอยู่ 3 ด้านคือ การจำหน่ายรถยนต์ การบริการหลังการจำหน่าย และการจำหน่ายอะไหล่และเคมีภัณฑ์ โดยการประยุกต์ใช้วิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า ได้ถูกประยุกต์ใช้กับทั้ง 3 ธุรกิจหลักของโตโยต้าอย่างทั่วถึง ส่งผลให้การปฏิบัติงานของโตโยต้ามีความเจริญก้าวหน้าจนถึงปัจจุบัน

ธุรกิจการบริการหลังการจำหน่ายเป็นธุระกิจหลักที่โตโยต้าให้ความสำคัญเป็นอย่างสูง เนื่องจากเป็นธุรกิจที่เอื้ออำนวยให้การขายรถยนต์ รวมถึงการจำหน่ายอะไหล่และเคมีภัณฑ์มีการเติบโตควบคู่อย่างยั่งยืน การทำให้ผู้แทนจำหน่ายที่มีมากถึง 123 ผู้แทนจำหน่าย และศูนย์บริการมาตรฐาน 400 ศูนย์บริการ ให้บริการซ่อมแก้ไขปัญหารถยนต์ของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพทุกศูนย์บริการ โตโยต้าจึงได้กำหนดมาตรฐานการทำงานของผู้แทนจำหน่ายที่เรียกว่า “กิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว (Fix It Right Activity)” โดยเป็นการซ่อมแก้ไขปัญหารถยนต์ของลูกค้าที่เริ่มตั้งแต่การนัดหมายเข้าซ่อม การเปิดงานซ่อม การวิเคราะห์ปัญหา การซ่อมแก้ไข การอธิบายผลการซ่อมให้กับลูกค้า จนกระทั่งขั้นตอนสุดท้ายคือการโทรติดตามหลังการซ่อม กิจกรรมดังกล่าวจะมีการควบคุมคุณภาพตามหลักการของประตูแห่งคุณภาพ (Quality Gate) ที่มีอยู่ด้วยกัน 3 ประตู คือประตูแห่งคุณภาพใบสั่งซ่อม ประตูแห่งคุณภาพงานซ่อม และประตูแห่งคุณภาพผลการแก้ไขงานซ่อม การตรวจสอบคุณภาพของแต่ละประตูแห่งคุณภาพในปัจจุบัน มีการบันทึกผลการตรวจสอบลงในเอกสารบันทึกผลโดยพนักงานผู้ตรวจสอบแต่เพียงอย่างเดียว ส่งผลให้โตโยต้าไม่สามารถรู้ผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ได้อย่างทันทีทันใดเนื่องจากต้องรอให้ผู้แทนจำหน่ายแต่ละแห่งส่งผลรายงานมายังโตโยต้า เมื่อได้รายงานจากทั้ง 400 ศูนย์บริการแล้วจึงจะทำการสรุปรายงานเพื่อส่งให้กับผู้บริหารต่อไป ซึ่งรายงานที่ได้ส่งให้กับผู้บริหารมีความล่าช้าและไม่ทันต่อเหตุการณ์

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ โดยรายงานดังกล่าวต้องสามารถรายงานผลการตรวจสอบได้หลากหลายมิติของการตรวจสอบเพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ตามวิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกประยุกต์ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information Systems) ควบคู่กับการประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (On-Line-Analytic Processing : OLAP) และวิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้าในการจัดทำระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์

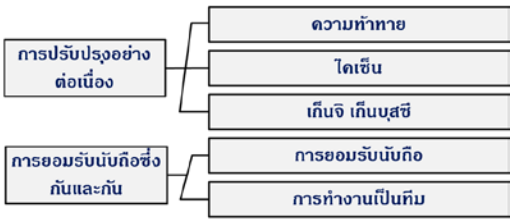
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีต่างๆ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (On-Line-Analytic Processing: OLAP)

การประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ [1] คือ การนำเอาระบบสารสนเทศมาดึงข้อมูลจากคลังข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และช่วยตัดสินใจ ในทางธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น โดยระบบ OLAP จะทำการจัดการกับข้อมูลที่มีการเรียกใช้เป็นประจำไว้ล่วงหน้า ดังนั้นเมื่อต้องวิเคราะห์จึงสามารถเรียกได้ง่ายและรวดเร็ว โดยทั่วไปเครื่องมือ OLAP จะเป็นเครื่องมือที่เป็นรูปภาพหรือกราฟิก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นภาพรวมของข้อมูลในคลังข้อมูลได้อย่างชัดเจน

2.2 วิถีแห่งความเป็นเลิศแบบโตโยต้า (Toyota Way)



ภาพที่ 1: โครงสร้างวิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้า

วิถีแห่งความเป็นเลิศแบบโตโยต้า (Toyota Way) [2] คือ ปรัชญาการทำงานร่วมกัน พฤติกรรมนิยมที่ปฏิบัติร่วมกัน รวมไปถึงวัฒนธรรมองค์กรที่ถูกกำหนดขึ้นสำหรับใช้ภายในองค์กร เป็นสิ่งที่ผู้บริหารคาดหวังจะให้เกิดกับพนักงานในองค์กร และยึดถือปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และ การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน

2.2.1 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen, Continuous Improvement) คือแนวทางปฏิบัติของบุคลากรในองค์กรโตโยต้า โดยมุ่งปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานให้ได้ประสิทธิผลและประสิทธิภาพตามเป้าหมายหรือสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความท้าทาย, การปรับปรุง

อย่างต่อเนื่องหรือไคเซ็น และ การไปยังจุดที่เกิดปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองหรือ เก็นจิ เก็นบุสซึ

2.2.2 การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน (Respect for people) คือแนวทางปฏิบัติของบุคลากรในองค์กรโตโยต้า โดยมุ่งเน้นการแสดงออกถึงความไว้วางใจร่วมกันและความรับผิดชอบร่วมกัน โดยสร้างความเชื่อมั่นในบุคลากรในองค์กรตระหนักถึงความสามารถของผู้ร่วมงานในองค์กรและให้ความร่วมมืออย่างสูงสุดในการดำเนินงานร่วมกันในองค์กร รวมทั้งไม่ปิดโอกาสการนำเสนอและการดำเนินงานของผู้ร่วมงานในองค์กรประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การยอมรับนับถือ และการทำงานเป็นทีม

2.3 กิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว (Fix It Right Activity)



ภาพที่ 2: ขั้นตอนกิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว

กิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว [3] คือ กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้แทนจำหน่ายฯ สามารถ “ซ่อมแก้ไขปัญหารถได้อย่าง ถูกต้อง, ครบถ้วน และรวดเร็ว ตรงตามที่ลูกค้าต้องการในการเข้ารับบริการครั้งแรก” โดยมีขั้นตอนการทำงาน 6 ขั้นตอน และ 3 ประตูแห่งคุณภาพ

2.4 ประตูแห่งคุณภาพ (Quality Gage: Q-Gate)



ภาพที่ 3: ผังการดำเนินงานของประตูแห่งคุณภาพ

ประตูแห่งคุณภาพ [3] คือกระบวนการตรวจจับข้อบกพร่องของงานที่ส่งจากขั้นตอนก่อนหน้าไปยังขั้นตอนถัดไป โดยมีนัยยะของการตรวจสอบคือค้นหาของเสียและดำเนินการแก้ไข เพื่อให้งานที่ส่งมอบให้กับลูกค้าเมื่อสิ้นสุดขั้นตอนการทำงานไม่มีข้อบกพร่องหรือข้อเสียต่างๆ ส่งไปหาลูกค้า

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 จิรนันท์ [4] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศช่วยวิเคราะห์ความเสี่ยงในการจ่ายสินไหมทดแทนรถยนต์ โดยพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้เทคนิคการประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (OLAP) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่บันทึกประจำวันมาจัดทำเป็นรายงานสรุป เพื่อให้ผู้บริหารเรียกดูตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ

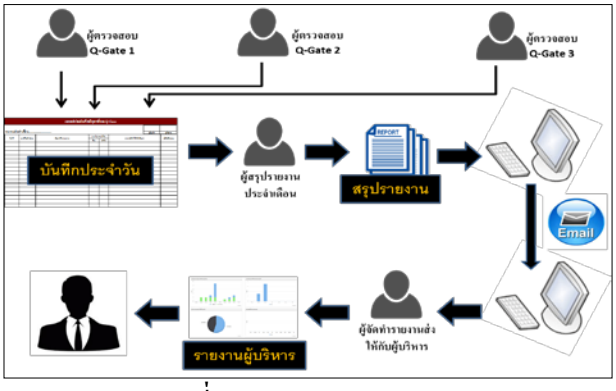
2.5.2 วรุตม์ [5] ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการการแก้ไขปัญหาสภาวะโภชนาการโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับ OLAP เพื่อการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบการประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (On-Line-Analytic Processing: OLAP) เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินการจัดกิจกรรมการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในจังหวัดที่มีปัญหา และอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ปัญหา

2.5.3 ยุวดี [6] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศการเข้ารับบริการงานระงับความรู้สึก (วิสัญญี) โดยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายในการใช้งาน และความถูกต้องของข้อมูลการวิเคราะห์สถานการณ์หรือผลกระทบ ภาวะความเสี่ยงของผู้เข้ารับบริการ โดยนำการประมวลผลแบบออนไลน์เชิงวิเคราะห์ On-Line-Analytic Processing: OLAP ช่วยดึงข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในหลายมิติ (Multidimensional)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลระบบงานเดิมขององค์กรเพื่อวิเคราะห์ปัญหาในการทำงานและวิเคราะห์ความต้องการรวมถึงขั้นตอนการทำงานของระบบงานใหม่เพื่อนำเป็นแนวทางให้สามารถตอบสนองงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยแบ่งวิธีดำเนินงานวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาระบบงานเดิมและการกำหนดปัญหา



ภาพที่ 4: ผังระบบงานเดิมขององค์กร

3.1.1 การศึกษาระบบงานเดิมพบว่าข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของแต่ละประตูแห่งคุณภาพจะถูกบันทึกลงในเอกสารบันทึกผลประจำวันโดยผู้ตรวจสอบในแต่ละประตูแห่งคุณภาพและเมื่อจะทำรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ ผู้สรุปรายงานประจำเดือนจะเป็นผู้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารบันทึกผลประจำวันแล้วสรุปผลส่งให้กับผู้จัดทำรายงานผู้บริหารโดยส่งผ่านระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นผู้จัดทำรายงานผู้บริหารจึงสรุปผลข้อมูลเป็นรูปแบบกราฟแสดงผลในรูปแบบมิติต่าง ๆ

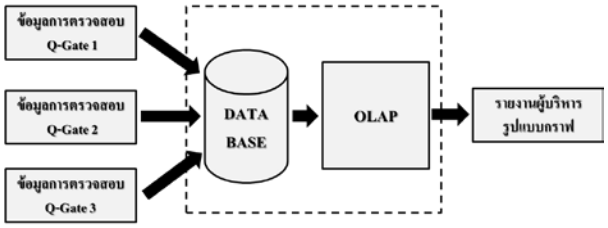
3.1.2 การกำหนดปัญหา จากการศึกษาระบบงานเดิม ผู้วิจัยสามารถกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

- ข้อมูลการตรจสอบคุณภาพรถยนต์ผ่านขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอนก่อนสรุปผลรายงานผู้บริหาร
- ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพรถยนต์มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือไม่ครบถ้วนจากการบันทึกเนื่องจากบันทึกลงเอกสารที่ไม่รัดกุม
- การสรุปผลรายงานส่งให้กับผู้บริหารมีจำนวนผู้เกี่ยวข้องทำหน้าที่ทับซ้อนกัน ส่งผลให้สูญเสียบุคลากรในการดำเนินงานด้านอื่น ๆ

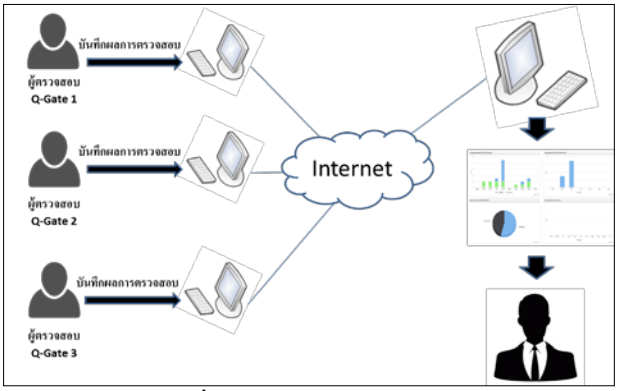
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบแนวทางการพัฒนา

3.2.1 การวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยพบว่า สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ระบบงานเดิมไม่มีระบบสารสนเทศรองรับการทำงาน

3.2.2 การออกแบบแนวทางการพัฒนา ผู้วิจัยได้เลือกวิถีความเป็นเลิศแบบโตโยต้าเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบงานใหม่ เนื่องจากวิถีดังกล่าวได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพและอีกประการหนึ่งคือวิถีดังกล่าวเป็นที่คุ้นเคยกับพนักงานในองค์กร โดยได้ใช้แนวคิดไคเซน (Kaizen) เพื่อลดขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อมูล ลดความเสี่ยงการสูญหายของข้อมูล รวมไปถึงเพิ่มความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อสรุปรายงานผู้บริหาร และใช้แนวคิดการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน ในการลดจำนวนผู้เกี่ยวข้องเพื่อสรุปรายงานผู้บริหาร อย่างไรก็ตามการทำตามแนวคิดดังกล่าวจำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือในการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับแนวคิดที่กำหนดไว้ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าเทคนิคการประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (OLAP) สามารถช่วยให้ระบบทำงานได้ตามแนวคิดที่กำหนดไว้ได้ จึงได้ทำการออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบตามภาพที่ 6



ภาพที่ 5: ผังการไหลของข้อมูลเพื่อจัดทำรายงาน



ภาพที่ 6: ผังระบบงานที่จะพัฒนาใหม่

3.3 การพัฒนาระบบ

ในขั้นตอนการพัฒนาระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ ได้พัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยภาษา PHP โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลใช้ MySQL และในส่วนของการนำเสนอข้อมูลแบบหลายมิติใช้เทคนิคการประมวลผลในเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (OLAP) ในการพัฒนาระบบโดยระบบจะทำการออกแบบโดยแบ่งเป็น 2

ฝั่งคือ ฝั่งของผู้บันทึกข้อมูลคือ ผู้ตรวจสอบ Q-Gate 1, Q-Gate 2 และ Q-Gate 3 และฝั่งของผู้เรียกดูรายงานคือ ผู้บริหาร

3.4 การประเมินผลของระบบ

เมื่อพัฒนาระบบและทดสอบระบบให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำการประเมินความพึงพอใจของระบบจากกลุ่มตัวอย่างภายในองค์กร โดยแบ่งผู้ประเมินออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งได้แก่ผู้ตรวจสอบคุณภาพรถยนต์และผู้เรียกดูรายงานจำนวน 5 ท่าน เพื่อวัดความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

4. ผลการวิจัย

ระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์ ที่ได้พัฒนาขึ้น ได้ถูกทดลองใช้กับผู้แทนจำหน่ายต้นแบบก่อนนำไปขยายผลการใช้กับศูนย์บริการรถยนต์โตโยต้าและรถยนต์เลกซัสทั่วประเทศ โดยผู้แทนจำหน่ายต้นแบบ คือศูนย์บริการรถยนต์เลกซัส บริษัทเล็กซ์ซัส กรุงเทพ จำกัด หน้าจอแรกของระบบคือหน้าจอพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งานระบบตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7: หน้าจอพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งานระบบ

เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการระบุตัวตนแล้ว จะเข้ามาสู่หน้าจอหลักของแต่ละสิทธ์ผู้ใช้งาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ฝั่งหลัก ๆ คือ ฝั่งของผู้บันทึกข้อมูลคือ และฝั่งของผู้เรียกดูรายงาน



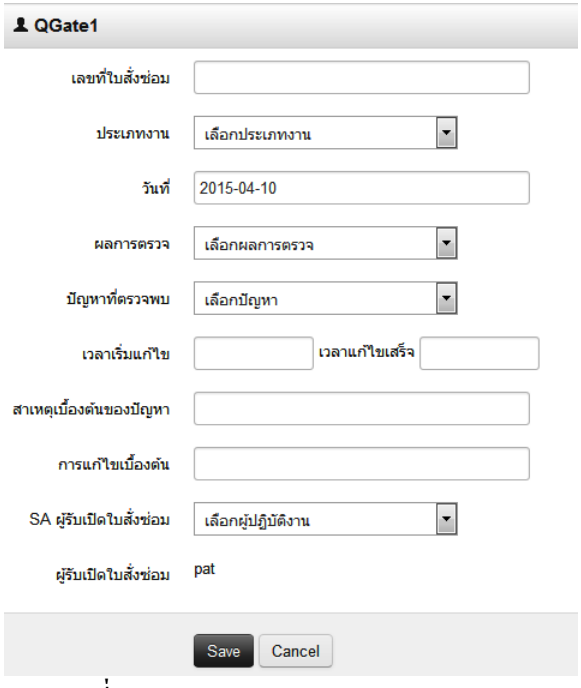
ภาพที่ 8: หน้าจอผู้บันทึกข้อมูล

รายละเอียดของหน้าจอภาพที่ 8 (1) ชื่อผู้ใช้งานระบบ (2) เมนูของผู้ใช้งานระบบ และ (3) ผลรวมการตรวจประจำวัน (4) รายละเอียดงานที่ได้ตรวจสอบไปแล้ว (5) ปุ่มเพิ่มจำนวนงาน

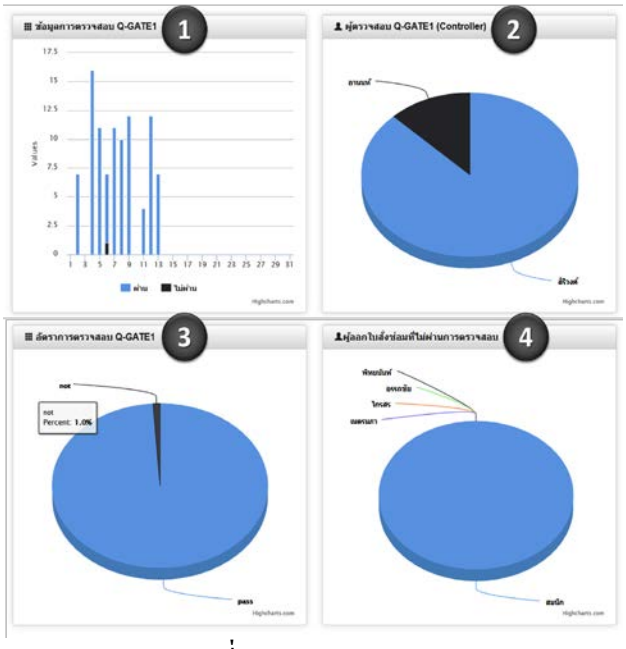


ภาพที่ 9: หน้าจอผู้เรียกดูรายงาน

รายละเอียดของหน้าจอภาพที่ 9 (1) ชื่อผู้ใช้งานระบบ (2) เมนูของผู้ใช้งานระบบ และ (3) ช่องกำหนดชื่อรายงานและช่วงเวลาที่ต้องการเรียกดูรายงาน



ภาพที่ 10: หน้าบันทึกผลการตรวจสอบสำหรับผู้บันทึกข้อมูล



ภาพที่ 11: การแสดงผลรายงาน

รายละเอียดของหน้าจอภาพที่ 9 (1) กราฟแสดงรายงานความถี่การตรวจสอบคุณภาพในแต่ละวัน (2) กราฟแสดงปริมาณการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบแต่ละคน (3) กราฟแสดงสัดส่วนการตรวจสอบจำนวนผลการตรวจสอบผ่านและตรวจสอบไม่ผ่าน (4) กราฟแสดงปริมาณผู้ที่ถูกตรวจสอบไม่ผ่าน

4.1 การประเมินผลประสิทธิภาพของระบบ

ประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านความต้องการของผู้ใช้งาน	4.24	0.44	ดี
2. ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งาน	4.08	0.58	ดี
3. ด้านความถูกต้องในการทำงาน	4.22	0.08	ดี
4. ด้านประสิทธิภาพของระบบ	4.45	0.52	ดี
5. ด้านการรักษาความปลอดภัย	4.00	0.36	ดี
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญ	4.08	0.41	ดี

ประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้งานระบบทั่วไป 5 ท่านได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สรุปผลการประเมินความเห็นของผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการผู้ใช้	4.32	0.61	ดี
2. ด้านหน้าที่ของระบบ	4.34	0.59	ดี
3. ด้านการใช้งานของระบบ	4.48	0.52	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.18	0.51	ดี
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านของผู้ใช้งาน	4.30	0.54	ดี

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย จากการทดลองระบบรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานซ่อมรถยนต์กับผู้แทนจำหน่ายต้นแบบด้วยการประเมินประสิทธิภาพของระบบพบว่า ผลประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 ซึ่งสามารถแปลความได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ผลประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้งานระบบทั่วไป 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านของผู้ใช้งาน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ซึ่งสามารถแปลความได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

5.2.1 ผู้บันทึกข้อมูล ต้องการให้ระบบสามารถบันทึกผลโดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์ข้อมูลเข้าระบบด้วยตนเอง แต่ต้องการใช้เครื่องมือ อื่นๆ ในการบันทึกผลได้โดยง่าย เช่น การใช้เครื่องแสกนบาร์โค้ด บันทึกข้อมูลทดแทนการพิมพ์เข้า

5.2.2 ผู้บันทึกข้อมูล ต้องการให้ระบบสามารถเก็บข้อมูลภาพถ่าย กรณีพบปัญหาจากการตรวจสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอธิบายลักษณะของปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5.2.3 ผู้บันทึกข้อมูล ต้องการให้ระบบแจ้งเตือนผ่านทางโทรศัพท์ กรณีมีงานซ่อมรอการตรวจประเมินคุณภาพงานซ่อมภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้เพื่อป้องกันการตรวจที่ล่าช้ากว่ากำหนดที่ได้นัดหมายส่งมอบรถยนต์กับลูกค้าไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] บวร น้อยแสดง, “คลังข้อมูลและเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์การขาย”, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.

[2] โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด, “วิถีแห่งโตโยต้า 2001”, สมุทรปราการ, เมษายน 2544.

[3] โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด, “กิจกรรมซ่อมถูกต้องในครั้งเดียว”, สมุทรปราการ, 2549.

[4] จรีนันท์ เสชู, “การพัฒนาระบบสารสนเทศช่วยวิเคราะห์ความเสี่ยงในการจ่ายสินไหมทดแทนรถยนต์”, ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[5] วรุตม์ พลอยสวยงาม, “การพัฒนาระบบบริหารจัดการปัญหาภาวะโภชนาการ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับ OLAP”, ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[6] ยุวดี ไท้ทอง, “การพัฒนาระบบสารสนเทศการเข้ารับบริการระงับความรู้สึก (วิสัญญี)”, ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

การนิยามกระบวนการและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการการวางแผนโครงการ โดยอ้างอิงมาตรฐานไอเอสโอ/ไออีซี 12207 และไอเอสโอ/ไออีซี 15504

Process Definition and Support Tool Development for Project Planning Process based on ISO/IEC12207 and ISO/IEC15504

เปรมยุภา อมรศักดิ์ (Premyupha Armonsak)[1] และนครทิพย์ พร้อมพูล (Nakornthip Prompoon)[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

premyupha.a@student.chula.ac.th, nakornthip.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

สกรัมเป็นหนึ่งในแบบจำลองการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ อาไจล์ ซึ่งได้รับการนิยมเนื่องจากวิธีการนี้ให้ความสำคัญอย่างมากแก่ผู้ใช้งานให้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาและให้ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ทีละส่วน การวางแผนเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการสำคัญของสกรัมซึ่งส่งผลอย่างมากต่อกระบวนการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการในการนิยามกระบวนการ และเครื่องมือเพื่อใช้เป็นระบบต้นแบบในการสนับสนุนการวางแผนของสกรัม โดยอ้างอิงจากไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 – ระบบและวิศวกรรมซอฟต์แวร์ - กระบวนการวัฏจักรชีวิตของซอฟต์แวร์ [4] และไอเอสโอ/ไออีซี 15504:2006 – เทคโนโลยีสารสนเทศการประเมินกระบวนการ[5] โดยได้นิยามกระบวนการการวางแผนออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับเริ่มต้นโครงการ ระดับในแต่ละสปริ้น และระดับในแต่ละวัน พร้อมทั้งได้กำหนดบทบาทและความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้ขั้นตอนการวางแผนของสกรัมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: กระบวนการการวางแผนโครงการ, การนิยามกระบวนการ, สกรัม, แบบจำลองวัฏจักรชีวิตแบบอาไจล์

Abstract

Scrum is a popular process used in agile software development model because it emphasizes on user involvement and helps generate gradually part of software product that meets user requirements. Planning phase is one of the Scrum important processes which greatly affect the process and product quality. This research aims to demonstrate a way to define the process and to develop a software tool to support Scrum planning according to the ISO / IEC 12207: 2008 Systems and Software Engineering - Software Life Cycle Processes[4] and ISO / IEC 15504: 2003, Information Technology Process Assessment[5]. The defined planning process is established into 3 levels; project initialization level, sprint level, and daily basis level. Relevant roles and responsibilities are also defined in order to enhance SCRUM planning process efficiency.

Keyword: Project Planning Process, Process Definition, Scrum, Agile Life Cycle Model.

1. บทนำ

การพัฒนาซอฟต์แวร์มีเป้าหมายหลักคือ การได้ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน แบบจำลองวัฏจักรชีวิตกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในหมู่วิศกรซอฟต์แวร์ ในหลายหน่วยงานคือ สกรัมซึ่งเป็นหนึ่งในแบบจำลองอาไจล์ ที่ให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานในการสื่อสารให้ผลป้อนกลับอย่างสม่ำเสมอเพื่อนำไปสู่การแก้ไขเป็นการสนับสนุนการทวนสอบผลของระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานในทุกๆ ขั้นตอน ส่งผลให้มีการสร้างเอกสารเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

ระเบียบวิธีสกรัมมีความคล้ายกับการพัฒนาซอฟต์แวร์อื่นๆ คือประกอบไปด้วยขั้นตอน การวางแผน การวิเคราะห์ การออกแบบ และการอิมพลีเมนต์ระบบ ขั้นตอนการวางแผนนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ เนื่องจากมีกิจกรรมที่สำคัญเช่น การกำหนดขอบเขตของระบบที่ต้องทำ การกำหนดรายการของกิจกรรมตลอดจนทรัพยากรที่ต้องใช้ เป็นต้น สำหรับระเบียบวิธีสกรัมนั้นการวางแผนเข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนที่สำคัญของการวางแผนในระยะ

ต่างๆ คือ ขั้นตอนการวางแผนโครงการในระยะเริ่มต้นโครงการ (Project initialization) ในแต่ละสปริ้น (Sprint phase) และ ในแต่ละวัน (Daily phase)

เพื่อให้แต่ละหน่วยงานมีแนวปฏิบัติที่ดีด้านกระบวนการซอฟต์แวร์ ไอเอสโอ (ISO : The International Organization for Standardization) ได้นำเสนอมาตรฐานที่สำคัญ 2 รายการคือ ไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 – ระบบและวิศวกรรมซอฟต์แวร์ – กระบวนการวัฏจักรชีวิตของซอฟต์แวร์[4] และไอเอสโอ/ไออีซี 15504:2006 (เทคโนโลยีสารสนเทศ - การประเมินกระบวนการ)[5] เพื่อใช้เป็นแบบจำลองเชิงอ้างอิงของกรอบงานแนวปฏิบัติที่ดีด้านกระบวนการซอฟต์แวร์ทั้งในบริบทของระบบและซอฟต์แวร์ และแบบจำลองเพื่อการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์เพื่อการระบุความสามารถของกระบวนการและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามลำดับ ประกอบกับไอทริพเพิลอี เอสทีดี 1058-1998 ซึ่งได้ระบุมาตรฐานสำหรับแผนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์[3] และ ได้กำหนดรายการหัวข้อของเอกสารที่พึงมีสำหรับเอกสารโครงการด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งทั้งสามรายการของมาตรฐานนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการนิยามกระบวนการได้

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการในการนิยามกระบวนการสำหรับกระบวนการวางแผนโครงการเพื่อให้ได้รายการของกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการ ตลอดจนเอกสารของการวางแผนโครงการและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แนวนโยบายแบบฟอร์มรายการตรวจสอบเป็นต้น ที่สนับสนุนการทำงานของระเบียบวิธีสกรัม พร้อมทั้งได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อสนับสนุนกระบวนการการวางแผนโครงการแบบสกรัมดังกล่าวโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้นั้นหน่วยงานด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนการดำเนินการสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมและกระบวนการซอฟต์แวร์อื่นๆ ได้

บทความนี้แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ บทนำ, ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง, ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย, แนวทางในการนำวิธีการการนิยามกระบวนการและเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ และสรุป

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 – ระบบและวิศวกรรมซอฟต์แวร์ – กระบวนการวัฏจักรชีวิตของซอฟต์แวร์

มาตรฐาน[4] นำเสนอแนวทางปฏิบัติที่ดี เพื่อให้หน่วยงานด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับแนวนโยบาย กลยุทธ์ และลักษณะเฉพาะของโครงการ สำหรับแต่ละกระบวนการซอฟต์แวร์นั้น ได้มีคำอธิบายโดยประกอบด้วยเนื้อหา ได้แก่ วัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ที่ได้ กิจกรรม และกิจกรรมที่ต้องทำหรือควรทำ ทั้งนี้ได้จำแนกเป็น 2 กลุ่มกระบวนการหลัก[4] ได้แก่ 1) กลุ่มกระบวนการตามบริบทของระบบ (System Context Processes) และ 2) กลุ่มกระบวนการเฉพาะซอฟต์แวร์ (Software Specific Processes) โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกกระบวนการวางแผนโครงการซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการประเภทบริบทของระบบมาเป็นกรณีศึกษาเพื่อการนิยามกระบวนการสำหรับระเบียบวิธีสกรัม

2.2 ไอเอสโอ/ไออีซี 15504:2006 (เทคโนโลยีสารสนเทศ - การประเมินกระบวนการ)

มาตรฐาน[5] ได้นำเสนอกรอบงานเพื่อใช้ในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์ สำหรับแบบจำลองเพื่อการอ้างอิง เช่น ไอเอสโอ 12207 เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ทราบระดับความสามารถของแต่ละกระบวนการซอฟต์แวร์ว่า มีส่วนที่แตกต่างจากกระบวนการที่อ้างอิงมากน้อยเพียงไร ในการที่จะได้ทราบถึงจุดอ่อน จุดแข็ง และแนวทางที่ควรจะทำการปรับปรุงของแต่ละกระบวนการให้เป็นไปตามระดับความสามารถเป้าหมาย เนื้อหาหลักของมาตรฐานนี้อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือ แบบจำลองการวัด (Measurement Model) ซึ่งได้ระบุแนวทางการให้คะแนนเพื่อการตัดสินใจว่ากระบวนการที่ต้องการประเมินนั้นควรอยู่ในระดับความสามารถใด ซึ่งเป็นผลจากการแมปรายการของกิจกรรม (Activity Mapping) และผลลัพธ์ที่ได้ ระหว่างกระบวนการจริงที่ดำเนินการอยู่กับแบบจำลองเพื่อการอ้างอิงนั้น โดยทางมาตรฐานได้กำหนดเป็น 5 ระดับความสามารถคือ มีการปฏิบัติการ (Performed), มีการจัดการ (Managed), มีการกำหนดแนวทางร่วมกัน (Established), มีการประมาณการ (Predictable) และ มีการทำให้เหมาะที่สุด (Optimizing) นอกจากนี้ในเอกสารส่วนที่ห้าของมาตรฐานได้มีตัวอย่างของรายการกิจกรรมที่ต้องทำ และตัวอย่างของรายการหัวข้อ

เอกสารต่างๆ พร้อมคำอธิบาย ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการเพื่อการนิยามกระบวนการ และกำหนดเนื้อหาของเอกสารที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการแต่ละกิจกรรม

2.3 ไอทริพเพิลอี เอสทีดี 1058-1998 มาตรฐานสำหรับแผนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์

มาตรฐานนี้[3] นำเสนอรูปแบบและหัวข้อที่ควรมีในแผนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์ (Software Project Management Plans) ซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้ในการดำเนินการควบคุมให้กิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ แผนการจัดการโครงการซอฟต์แวร์ประกอบด้วยหัวข้อหลักต่าง ๆ ได้แก่ ภาพรวม, เอกสารอ้างอิง, การนิยาม, การจัดระเบียบโครงการ, แผนสำหรับกระบวนการจัดการ, แผนสำหรับกระบวนการเทคนิค, แผนสำหรับกระบวนการสนับสนุน, แผนส่วนเพิ่มเติม, ภาคผนวก และดัชนี เพื่อกำหนดรายการหัวข้อของเอกสารที่พึงมีสำหรับเอกสารโครงการด้านซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนโครงการ

2.4 กระบวนการอาไจล์ (Agile methods)

กระบวนการอาไจล์[8] เป็นหลักการในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เน้นการพัฒนาที่ให้ผลผลิตเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อง่ายต่อการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง และเพื่อให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในการสื่อสารและการตรวจสอบผลที่ได้นั้นมากกว่าการจัดทำเอกสาร นำไปสู่การพัฒนาและการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ผลผลิตในขั้นตอนสุดท้ายนั้นเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน ระเบียบวิธีอาไจล์มีหลายแนวทาง เช่น เอกซ์พี (XP: eXtreme Programming), สกรัม (Scrum) เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบวิธีการอาไจล์มีการใช้เวลาในการพัฒนาเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-4 สัปดาห์ โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาหลักการของสกรัมในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบอาไจล์มาประยุกต์ใช้ เพื่อการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ

2.5 สกรัม (Scrum)

สกรัม[7] เป็นหนึ่งในวิธีการของอาไจล์ โดยสกรัมมีบทบาทผู้รับผิดชอบหลักทั้งหมด 3 บทบาท ได้แก่ 1) เจ้าของผลิตภัณฑ์ (Product Owner) เป็นคนต้องการนำผลผลิตที่ได้นำไปใช้และเป็นผู้มีหน้าที่รับผิดชอบรวบรวมความต้องการทั้งหมดจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสร้างความต้องการของผู้ใช้ที่อยู่ในรูปแบบเรื่องราวของผู้ใช้ (User Stories) และจัดลำดับความสำคัญของผลผลิตที่ได้นำไปใช้ 2) สกรัมมาสเตอร์ (Scrum Master) เป็นผู้ทำหน้าที่สร้างความเข้าใจ และรับรองว่าทุกคนที่เกี่ยวข้องเข้าใจและปฏิบัติตามแนวทางตามวิธีการปฏิบัติแบบสกรัม 3) ทีมงานโครงการ (Project Team) เป็นทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญที่ผลิตซอฟต์แวร์ เช่น ผู้จัดการโครงการ, นักพัฒนาระบบ, นักวิเคราะห์ระบบ, นักทดสอบระบบ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมของวิธีการแบบสกรัมเป็นการนำเรื่องราวผู้ใช้ที่มีอยู่ในโครงการนั้นมาแบ่งเป็นส่วนย่อยเพื่อใช้ในการพัฒนาที่ถูกแบ่งออกเป็นรอบ ๆ เรียกว่าสปรินแบ็คล็อก และในแต่ละรอบของสปรินผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยเร่งให้ได้ผลผลิตที่สามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้[7] ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นระเบียบวิธีของการวางแผนแบบสกรัมในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ

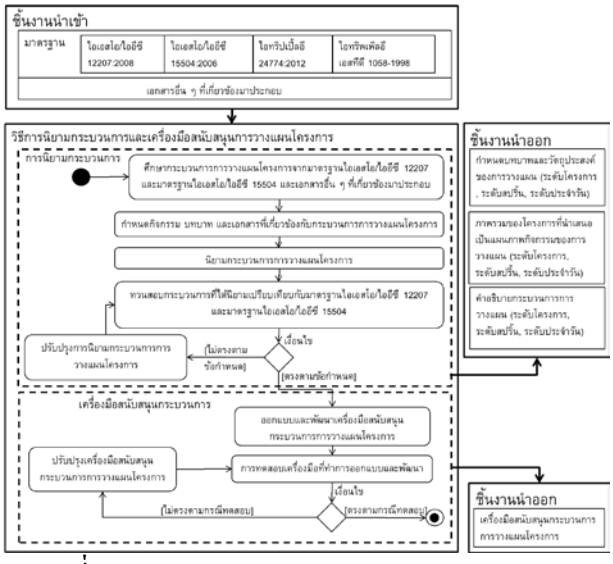
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการการนิยามกระบวนการซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบการนิยามกระบวนการของแต่ละกิจกรรม เพื่อสร้างและพัฒนากระบวนการให้เกิดมาตรฐานการทำงานในโครงการหรือองค์กร ซึ่งวิธีการการนิยามกระบวนการซอฟต์แวร์สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ดังตัวอย่างของงานวิจัย ดังนี้ งานวิจัย[10] ได้นำเสนอการนิยามกระบวนการของไลน์กระบวนการซอฟต์แวร์ (SPrL: Software Process Line) จากการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีสกรัม และแบบจำลองวุฒิภาวะความสามารถบูรณาการ (CMMI: Capability Maturity Model Integration) เพื่อใช้เป็นแนวความคิดของการวางแผนโครงการ การติดตามและควบคุมกระบวนการของโครงการ , งานวิจัย[11] ได้นำเสนอกรอบงานสนับสนุนการวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างรายการความต้องการของซอฟต์แวร์ดีพลอยเมนต์ ที่เกิดจากผู้ผลิตส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับกระบวนการซอฟต์แวร์ดีพลอยเมนต์น้อยกว่ากระบวนการอื่น และได้นำเสนอเครื่องมือสนับสนุนกรอบงานการวิเคราะห์ช่องว่างที่สนับสนุนทุกขั้นตอนของกรอบงาน จากการประยุกต์ใช้เทคนิคคิวเอฟดี (QFD: Quality Function Deployment) และการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้น (AHP: Analytical Hierarchy Process), งานวิจัย[12] ได้นำเสนอกรอบงานกิจกรรม

ในกระบวนการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการคำร้องขอการเปลี่ยนแปลง และสร้างเครื่องมือที่สนับสนุนกระบวนการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการคำร้องขอการเปลี่ยนแปลง เพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้ดูแลโครงการในการระบุและจำแนกประเภทคำร้อง ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ มอบหมายคำร้องแต่ละคำร้องให้แก่บุคลากรภายในทีม โดยใช้เทคนิคของแท็กโซโนมี (Taxonomy) และคลังความรู้สำหรับการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Knowledge Asset Structure)

3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการและเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: วิธีการการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการและเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ

3.1 การนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ

ในการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

3.1.1 ศึกษากระบวนการการวางแผนโครงการจากไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 และไอเอสโอ/ไออีซี 15504 และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบ

จากศึกษากระบวนการการวางแผนโครงการจากไอเอสโอ/ไออีซี 12207 และ ไอเอสโอ/ไออีซี 15504 และเอกสาร อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบทำให้ผู้วิจัยทราบถึงประเด็นต่าง ๆ ในการนำมาเพื่อใช้ดังนี้ 1) ไอเอสโอ/ไออีซี 12207[4] เพื่อใช้เป็นแบบจำลองเชิงอ้างอิงของกรอบงานแนวปฏิบัติที่ดีด้านกระบวนการซอฟต์แวร์ 2) ไอเอสโอ/ไออีซี 15504[5] เพื่อเป็นกรอบงานที่ใช้ในการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์สำหรับการระบุความสามารถของกระบวนการและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 3) ไอทริพเพิลอี เอสทีดี 1058-1998[3] เพื่อกำหนดรายการหัวข้อของเอกสารที่พึงมีสำหรับเอกสารโครงการที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนโครงการ 4) ไอทริพเพิลอี 24774:2012[2] เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลงรายละเอียดของการนิยามกระบวนการของการวางแผน 5) เอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบ ได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนิยามกระบวนการซอฟต์แวร์[10], [11], [12] เพื่อใช้เป็นแนวความคิดของการนิยามกระบวนการซอฟต์แวร์และแนวทางสำหรับการนิยามกระบวนการที่มีการอ้างอิงมาตรฐานได้ ศึกษาทฤษฎีด้านการจัดการโครงการ[2], [6], [9] เพื่อให้ทราบถึงแนวทาง และกิจกรรมของการวางแผนโครงการ และศึกษาสกรัม[7] เพื่อเป็นระเบียบวิธีของการวางแผนแบบสกรัมในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ จากการศึกษากระบวนการการวางแผนโครงการจากไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 และ ไอเอสโอ/ไออีซี 15504 และสกรัม พบว่าสกรัมขาดกิจกรรมบางส่วนที่เป็นการปฏิบัติที่ดีตามแนวทางของไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 และ ไอเอสโอ/ไออีซี 15504 ได้ระบุไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอในรูปแบบตารางเปรียบเทียบกิจกรรมของไอเอสโอ/ไออีซี 12207 ไอเอสโอ/ไออีซี 15504 และสกรัม ดังตารางที่ 1 โดยใช้สัญลักษณ์ √ หมายถึงมีการปฏิบัติและ X หมายถึงไม่มีการปฏิบัติ เพื่อใช้ทำการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการแบบสกรัมให้มีความสมบูรณ์

ตารางที่ 1: ตารางการเปรียบเทียบกิจกรรมของไอเอสโอ/ไออีซี 12207 ไอเอสโอ/ไออีซี 15504 และสกรัม

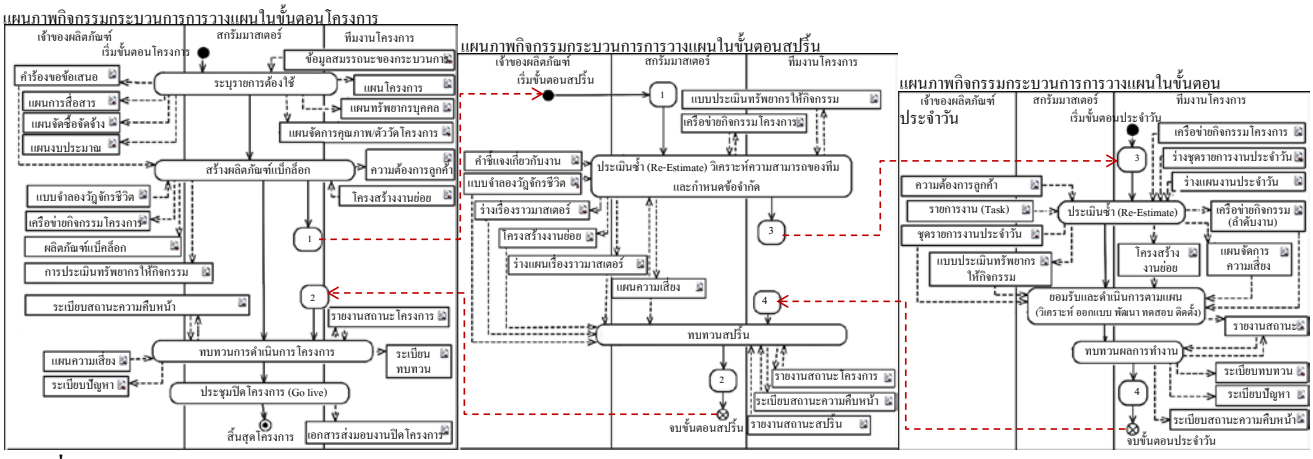
ไอเอสโอ/ไออีซี 12207	ไอเอสโอ/ไออีซี 15504	สกรัม
การเริ่มต้นโครงการ	กำหนดขอบเขตการทำงานสำหรับโครงการ	√
	กำหนดวงจรชีวิต และกลยุทธ์สำหรับโครงการ	√
	ประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ	√
การวางแผนโครงการ	กำหนดและบำรุงรักษาการประมาณการสำหรับลักษณะประจำของโครงการ	X
	ตรวจสอบผลการปิดโครงการ	X
	ระบุกิจกรรมย่อยและรายละเอียดงาน	√
	ระบุความต้องการในด้านของประสบการณ์ ความรู้ และระดับความสามารถของทรัพยากรบุคคล	√
	ระบุและควบคุมการเชื่อมต่อโครงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	X
	ระบุกำหนดการโครงการ	√
	ระบุบทบาทและความสัมพันธ์ของหน้าที่	√
	กำหนดแผนโครงการไว้เป็นแม่แบบการดำเนินงาน	X
การแอคทิเวชันโครงการ	ดำเนินการกิจกรรมตามแผนของโครงการ	X
	ควบคุมการดำเนินการ	X
	ตรวจสอบผลการดำเนินการในโครงการ	√
	ปรับปรุงแผนโครงการ	X

3.1.2 กำหนดบทบาท กิจกรรม และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการวางแผนโครงการ

จากการวิเคราะห์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับหลักการของสกรัม ประกอบด้วยบทบาทที่สำคัญคือ เจ้าของผลิตภัณฑ์ สกรัมมาสเตอร์ และทีมงานโครงการ ซึ่งทั้ง 3 บทบาทได้มีการระบุรายการกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย กิจกรรมในขั้นตอนของการวางแผนโครงการ 13 กิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนภาพรวมทั้งหมดของโครงการ เพื่อกำหนดรายการของกิจกรรมที่ต้องทำและทรัพยากรที่ต้องใช้, กิจกรรมในขั้นตอนของสปรินั้น 7 กิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเพื่อทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ในแต่ละรอบของสปรินั้น และกิจกรรมในขั้นตอนของประจำวัน 6 กิจกรรม เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนภารกิจที่ต้องดำเนินงานในแต่ละเรื่องราวผู้ใช้เพื่อให้บรรลุผลตามแผนการดำเนินงานในแต่ละวัน นอกจากนี้ได้กำหนดเอกสารนำเข้าและนำออกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการวางแผนโครงการในแต่ละกิจกรรมเพื่อกำหนดผลลัพธ์ของรายการเอกสารที่ได้นำเข้า และนำออกของแต่ละกิจกรรม

3.1.3 นิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ

การนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ โดยแบ่งผลลัพธ์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ **ส่วนที่ 1) ภาพรวมของโครงการที่นำเสนอเป็นแผนภาพกิจกรรมของการวางแผนโครงการ** ภาพรวมของโครงการที่นำเสนอเป็นแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ของยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language)[1] เพื่อแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมกับผู้รับผิดชอบและผู้ที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมของกระบวนการการวางแผนโครงการ ประกอบด้วย 3 แผนภาพที่แบ่งตามแต่ละขั้นตอนของสกรัมดังกล่าว โดยแผนภาพกิจกรรมของโครงการ เป็นกิจกรรมที่กำหนดรายการของกิจกรรมที่ต้องทำและทรัพยากรที่ต้องใช้ เพื่อส่งมอบตามขอบเขตของโครงการ แผนภาพกิจกรรมของสปรินั้น เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนในส่วนของแผนที่ต้องเร่งพัฒนาเพื่อทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ในแต่ละรอบของสปรินั้น และแผนภาพกิจกรรมประจำวัน เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนของภารกิจที่ต้องดำเนินการในแต่ละเรื่องราวของผู้ใช้ รวมถึงกำหนดบทบาทผู้รับผิดชอบของแต่ละภารกิจนั้น เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามแผนการดำเนินงานในแต่ละวัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการย่อแผนภาพกิจกรรมโดยเลือกแสดงบางกิจกรรมมาเป็นตัวอย่างเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: แผนภาพกิจกรรมกระบวนการการวางแผนแต่ละขั้นตอนของสกรัม

ส่วนที่ 2) การให้รายละเอียดของการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ

ทุก ๆ รายการกิจกรรมของการวางแผนที่ได้ทำการจำแนกไว้ในผลลัพธ์ส่วนที่ 1 จะต้องมีการให้รายละเอียดของการนิยามกระบวนการการวางแผนในแต่ละขั้นตอนของสกรัม เพื่อให้ได้คำอธิบายการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ และรายการกิจกรรมที่ต้องนำเข้าและนำออกของกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอในรูปแบบของตารางโดยใช้กิจกรรมทบทวนสปรินท์แบ็กล็อกเพื่อการอธิบายประกอบดังตัวอย่างตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ตัวอย่างการลงรายละเอียดของการนิยามกระบวนการ

รหัสกิจกรรม	วางแผนสปรินท์ 2 (Sprint Plan 2)
ชื่อกิจกรรม	ทบทวนสปรินท์แบ็กล็อก
ผู้มีหน้าที่และความรับผิดชอบ	1. ทีมงานโครงการเป็นผู้ทวนสอบแต่ละเรื่องราวผู้ใช้ และกำหนดให้เจ้าของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงเรื่องราวผู้ใช้ 2. เจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นผู้ปรับปรุงโครงร่างสปรินท์แบ็กล็อก
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	สกรัมมาสเตอร์เป็นผู้สังเกตการณ์ และทราบสถานการณ์ดำเนินการทบทวนเรื่องราวผู้ใช้
วัตถุประสงค์	เพื่อทีมงานโครงการทวนสอบแต่ละเรื่องราวผู้ใช้ และเข้าใจรายละเอียดความต้องการของเรื่องแต่ละเรื่องราวผู้ใช้
เกณฑ์การเริ่มงาน	1. ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และทีมงานโครงการทวนสอบเอกสารโครงร่างแบ็กล็อก 2. เจ้าของผลิตภัณฑ์ทวนสอบโครงร่างแผนงานสปรินท์
เกณฑ์การสิ้นสุดงาน	ทีมงานโครงการทวนสอบ และยืนยันความต้องการอีกครั้งกับเจ้าของผลิตภัณฑ์
ขั้นตอนทำงานปกติ	1. ทีมงานโครงการทบทวนเอกสารโครงร่างแบ็กล็อก (สปรินท์ปัจจุบัน และ สปรินท์ถัดไป) และสอบถามรายละเอียดของความต้องการในแต่ละเรื่องราวผู้ใช้ 2. เจ้าของผลิตภัณฑ์สามารถปรับปรุงเรื่องราวผู้ใช้ได้ รวมถึงจัดลำดับความสำคัญของเรื่องราวผู้ใช้ ในกรณีทีมงานโครงการทบทวนเอกสารโครงร่างแบ็กล็อกของสปรินท์ปัจจุบันแล้วต้องการให้เจ้าของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงเรื่องราวผู้ใช้ (เพิ่ม, แก้ไข ฯลฯ) โดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ปรับปรุงเรื่องราวผู้ใช้ในกิจกรรมชื่อปรับปรุงเรื่องราวผู้ใช้ (อ้างอิงรหัสกิจกรรมวางแผนโครงการ 8) 3. ทีมงานโครงการทวนสอบ และยืนยันความต้องการทั้งหมดของสปรินท์แบ็กล็อกของสปรินท์ปัจจุบัน และสปรินท์ถัดไปอีกครั้งกับเจ้าของผลิตภัณฑ์
ชิ้นงานนำเข้า	ชื่อเอกสาร	กิจกรรมแหล่งนำเข้า
	เอกสารโครงร่างสปรินท์แบ็กล็อก	กิจกรรมสร้างสปรินท์แบ็กล็อก
	เอกสารโครงร่างแผนงานสปรินท์	กิจกรรมสร้างสปรินท์แบ็กล็อก
ชิ้นงานผลลัพธ์	ชื่อเอกสาร	กิจกรรมแหล่งนำออก
	-	

3.1.4 ทวนสอบกระบวนการที่ได้นิยาม

การทวนสอบส่วนที่ 1 ภาพรวมของโครงการที่นำเสนอเป็นแผนภาพกิจกรรมของการวางแผนโครงการ และส่วนที่ 2 การให้รายละเอียดของการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการดำเนินการโดย ตรวจสอบความต้องกันระหว่างแผนภาพกิจกรรมและการลงรายละเอียดของการนิยามกระบวนการว่ากิจกรรม ชิ้นงานนำเข้า ชิ้นงานผลลัพธ์ และความสัมพันธ์ระหว่างการลงรายละเอียดของการนิยามกระบวนการมีความสอดคล้องต้องกันกับแผนภาพกิจกรรมกระบวนการการวางแผนแต่ละขั้นตอนของสกรัมที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และความครบถ้วนของการลงรายละเอียดของการนิยามกระบวนการ เพื่อให้การนิยามกระบวนการนั้นบรรลุได้ตามข้อกำหนดของกลุ่มกระบวนการการวางแผนโครงการ โดยใช้ตารางเปรียบเทียบแบบรายการตรวจสอบ (Checklist) ของกิจกรรมดำเนินงาน และผลลัพธ์กิจกรรมการวางแผนโครงการที่ได้มีระบุไว้ในไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 และไอเอสโอ/ไออีซี 15504 มาใช้เพื่อทวนสอบกิจกรรมและทวนสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความสอดคล้องกับกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้แล้วได้หรือไม่ ดังตัวอย่างตารางที่ 3 ทั้งนี้ได้มีการทวนสอบโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 3: แสดงตัวอย่างรายการตรวจสอบ

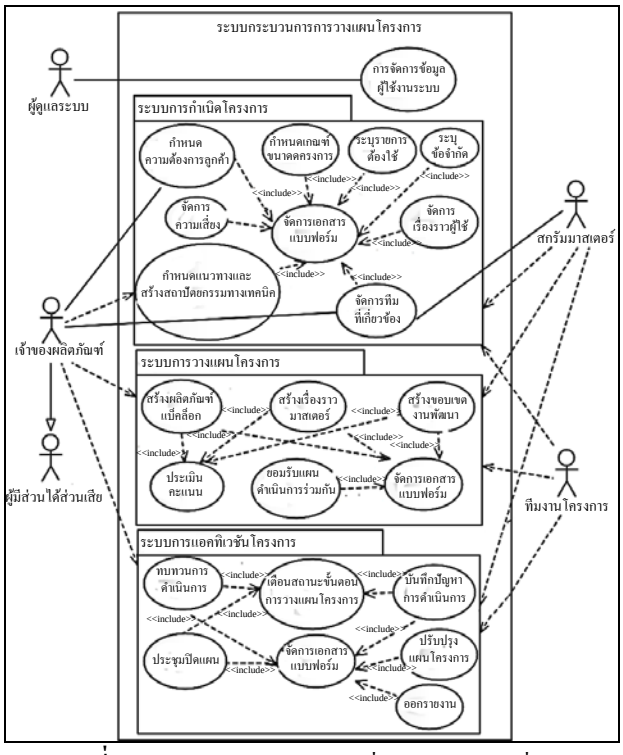
กิจกรรมที่นิยามไว้	กิจกรรมไอเอส/โออีซี12207	กิจกรรมและแนวปฏิบัติไอเอส/โออีซี15504	ผลทวนสอบ
ทบทวนสปริ้น แบ็กล็อก ซึ่งปรากฏในแผนภาพกิจกรรม	การแอคทิเวชันโครงการ	ดำเนินการกิจกรรมตามแผนของโครงการ	ผ่าน

ในการนิยามกระบวนการนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเอกสารเพื่อใช้ในกระบวนการทั้งหมด 24 เอกสาร ประกอบด้วยเอกสารชี้แจงหลักการและเนื้อหากระบวนการการวางแผนโครงการ 1 เอกสาร, เอกสารที่ปรับความเหมาะสมของบริษัท 6 เอกสาร, เอกสารแผ่นแบบโครงการ 10 เอกสาร, เอกสารแผ่นแบบสปริ้น 4 เอกสาร และเอกสารแผ่นแบบประจำวัน 3 เอกสาร

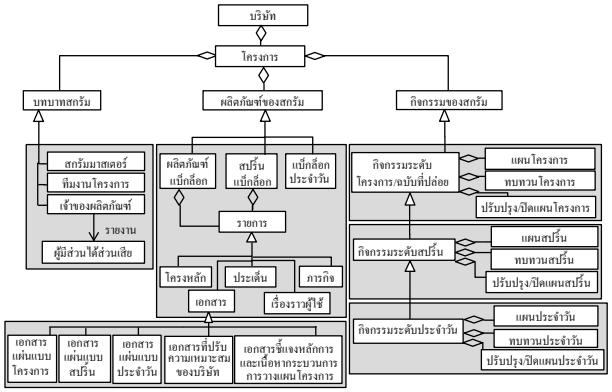
3.2 เครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ

3.2.1 ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ

หลังจากได้นำการลงรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ อย่างครบถ้วนแล้ว จึงได้ทำส่วนประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมมาทำการวิเคราะห์ เพื่อระบุรายการของความต้องการของเครื่องมือ ที่ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ เพื่อสนับสนุนการวางแผนโครงการแบบสกรัมให้มีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รายการความสามารถของเครื่องมือปรากฏอยู่ในแผนภาพยูสเคสสนับสนุนการวางแผนโครงการดังภาพที่ 3 หลังจากนั้นผู้วิจัยออกแบบในส่วนของการออกแบบระบบที่อธิบายเป็นแผนภาพคลาสดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3: แผนภาพยูสเคสแสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการ



ภาพที่ 4: แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องมือ

3.2.2 ทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา

การทดสอบเครื่องมือที่พัฒนามีเพื่อทดสอบความสามารถของเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้นิยามกระบวนการการวางแผนโครงการไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์การทดสอบ โดยผลการทดสอบจะต้องบรรลุตามกิจกรรมในขั้นตอนของการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ และเพื่อตรวจสอบการทำงานที่ผิดพลาด รวมถึงการทำงานที่ไม่ถูกต้องของระบบ,

2) ออกแบบและกำหนดกรณีทดสอบ เป็นการกำหนดข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างกรณีทดสอบและผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับหลังจากทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้พิจารณาข้อมูลนำเข้าที่ใช้ให้มีลักษณะที่สอดคล้องกับข้อมูลการทำงานของระบบพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถเห็นผลการทำงานจริงของระบบว่าสามารถทำงานได้จริงเมื่อนำไปใช้พัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมในโครงการหรือองค์กร

3) สร้างกรณีทดสอบและระบุผลลัพธ์ที่คาดหวังของการทดสอบ เป็นกรณีทดสอบที่กำหนดขึ้น โดยพิจารณาจากเป้าหมายและความต้องการด้านหน้าที่ของการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องเป็นไปตามขั้นตอนของการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนาวิธีการในการนิยามกระบวนการ และเครื่องมือเพื่อสนับสนุนเรื่องการวางแผนของสกรัม

4. แนวทางในการนำวิธีการในการนิยามกระบวนการและเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการการวางแผนโครงการ

สำหรับองค์กรที่จะนำคำอธิบายในการนิยามกระบวนการและเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการไปใช้นั้น จำเป็นต้องมีขั้นตอนการเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ ให้พร้อมก่อนใช้งานจริง เพื่อสนับสนุนในการนำมาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1) วางแผนโครงการ เป็นขั้นตอนของการวางแผน เพื่อการดำเนินงานอย่างรอบคอบ รวมถึงการกำหนดเป้าหมาย/วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน กำหนดวิธีการและขั้นตอนที่จำเป็น พร้อมทั้งต้องมีการสื่อสารไปยังผู้มีส่วนได้เสียทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการวางแผนโครงการ 2) กำหนดบทบาทความรับผิดชอบและติดตั้งเครื่องมือที่สนับสนุนการวางแผนโครงการ เป็นขั้นตอนการกำหนดบทบาทความรับผิดชอบภายใต้กรอบของการดำเนินงานของรายการกิจกรรมที่ต้องทำกับทรัพยากรที่ต้องใช้และติดตั้งเครื่องมือที่สนับสนุนการวางแผนโครงการที่มีการควบคุมเวอร์ชันเพื่อสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ 3) การนำการนิยามกระบวนการที่ทำไว้ไปใช้ เป็นขั้นตอน การปฏิบัติให้เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ โดยต้องมีการบันทึกผลลัพธ์จากการนำการนิยามกระบวนการ และเครื่องมือที่สนับสนุนการวางแผนโครงการไปใช้ไว้ด้วย เพื่อทำการรับผลป้อนกลับมาใช้ในขั้นตอนต่อไป 4) การรับผลป้อนกลับ เป็นขั้นตอนของการรับผลป้อนกลับที่ได้จากการนำการนิยามกระบวนการและเครื่องมือที่สนับสนุนการวางแผนโครงการไปใช้ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลป้อนกลับสำหรับนำไปปรับปรุงกระบวนการ 5) การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เป็นขั้นตอนของการรับผลป้อนกลับนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการที่ได้นิยามไว้ พร้อมทั้งสร้างบทเรียน (Lessons Learned) เพื่อชี้แจงความเข้าใจสำหรับการนำวิธีการการนิยามกระบวนการและเครื่องมือที่สนับสนุนการวางแผนโครงการไปใช้งานจริงให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการวางแผนโครงการ

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการการนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการ

การวางแผนโครงการที่อ้างอิงจากไอเอสโอ/ไออีซี 12207:2008 และไอเอสโอ/ไออีซี 15504:2006 เพื่อใช้เป็นแบบจำลองเชิงอ้างอิงของกรอบงานแนวปฏิบัติที่ดีด้านกระบวนการซอฟต์แวร์ทั้งในบริบทของระบบและซอฟต์แวร์ และแบบจำลองเพื่อการประเมินกระบวนการซอฟต์แวร์เพื่อการระบุความสามารถของกระบวนการและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามลำดับ นอกจากนี้ได้อ้างอิงไอทริพเพิลอี เอสทีดี 1058-1998 เป็นมาตรฐานเพื่อกำหนดรายการหัวข้อของเอกสารที่พึงมีสำหรับเอกสารโครงการที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนโครงการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1)ผลลัพธ์จากการนิยามกระบวนการ ประกอบด้วยการกำหนดบทบาทหน้าที่, การนิยามกระบวนการการวางแผนโครงการทั้งหมด 26 กิจกรรม, ชิ้นงานนำเข้าและนำออกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการวางแผนโครงการทั้งหมด 24 เอกสาร, แผนภาพกิจกรรมกระบวนการการวางแผนที่แบ่งตามแต่ละขั้นตอนของสกรัม 3 แผนภาพกิจกรรม และ 2) ผลลัพธ์ที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนโครงการของระบบต้นแบบ แนวทางในการนิยามกระบวนการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการหรือขั้นตอนอื่น ๆ สำหรับสกรัมได้ เพื่อให้เกิดมาตรฐานการทำงานในโครงการหรือองค์กร ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการที่นิยามขึ้น และเครื่องมือสนับที่สร้างขึ้นนั้นสามารถตอบสนองการใช้งานแบบสกรัมได้อย่างมีประสิทธิภาพจะได้มีการนำไปใช้งานจริง เพื่อรับผลป้อนกลับจากผู้ใช้และนำมาปรับปรุงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Dennis, Wixom, Tegarden. “System Analysis Design UML Version 2.0 An Object-Oriented Approach,” 3th ed., 2009.

[2] IEEE 24774:2012. Systems and Software Engineering - Guidelines for Process Description., 2012.

[3] IEEE STD 1058-1998, IEEE Standard for Software Project Management Plans, IEEE 1998.

[4] ISO/IEC 12207:2008 Systems and Software Engineering - Software Life Cycle Processes. Geneva, International Organization for Standarization. www.iso.org, 2008.

[5] ISO/IEC 15504:2003, Information Technology ProcessAssessment - Part 5: An exemplar software life cycle process assessment model, International Organization for Standarization. www.iso.org, 2004

[6] Kathy Schwalbe. “Information Technology Project Management,” Fifth Edition., 2007

[7] Ken Schwaber, Jeff Sutherland. “The Scrum Guide,” 2013.

[8] "Manifesto for Agile Software Development" at http://agilemanifesto.org/, 2001.

[9] Project Management Institute, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide), 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2008.

[10] Daniel Dias de Carvalho et al, “Definition of Software Process Lines for Integration of Scrum and CMMI”, Universidade Federal do Para (UFPA), Brasil., 2014.

[11] ธิดารัตน์ เพ็ชรประสม “กรอบงานสำหรับการวิเคราะห์ช่องว่างตามลำดับความสำคัญของความต้องการซอฟต์แวร์เพื่อดีพลอยเมนต์” โครงงานมหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2556.

[12] อัครพล สามารถ “กรอบงานสำหรับการจัดการคำร้องขอการเปลี่ยนแปลงโดยใช้อนุกรมวิธานและคลังความรู้สำหรับการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์” โครงงานมหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2557.

การพัฒนาแบบจำลองพื้นผิวทะเล เพื่อสนับสนุนการคัดเลือกเรือขนส่งถ่านหิน รฟ.กระบี่
Sea Floor Model Visualization for Barge Selection, Krabi Power plant

ณัฏฐนันท์ พิพิธพัฒนาปราปต์ (Nuttanan Pipitpattanaprap)[1] และศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์ (Sakchai Tangwannawit)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]nuttanan.p@gmail.com, [2]sakchai.t@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแบบจำลองพื้นผิวทะเล เพื่อสนับสนุนการคัดเลือกเรือขนส่งถ่านหิน ให้สามารถแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายโดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ การดำเนินการวิจัยใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองความสูงเชิงเลขแบบจำลองโครงข่ายสามเหลี่ยม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความลึกท้องน้ำที่ได้จากการสำรวจด้วยวิธี Sounding และนำไปสร้างเป็นแบบจำลองพื้นผิวทะเล มีรูปแบบในการแสดงผลเป็น 2 มิติ และแสดงผลข้อมูลความลึกท้องน้ำที่เป็นแบบจำลองภูมิประเทศในรูปแบบ 3 มิติ รวมถึงพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ให้สามารถแสดงผลแบบจำลองทั้ง 2 ประเภทผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญได้ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.61 และ S.D. = 0.49) และผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.34 และ S.D. = 0.54) สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการพัฒนาและโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบบจำลองพื้นผิวทะเล แบบจำลอง 2 มิติ แบบจำลอง 3 มิติ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านระบบเครือข่าย

Abstract

The purpose of this special problem is to develop the sea surface model (Sea floor model) for support Barge selection that can be displayed via the network using a web browser. The research used the techniques of Digital Elevation Model (DEM) and Triangulated Irregular Network (TIN) to analyze water depth data obtained from survey by sounding method to generate the sea surface model that can display in 2D model and terrain modeling in 3D. Including develop the GIS application for represent the results via web browsers. The results of performance evaluation is a very good level ($\overline{X}$ = 4.61 and SD = 0.49) and the results of evaluation on user satisfaction toward the system is a good level ($\overline{X}$ = 4.34 and SD = 0.54). It can be concluded that the development process and the application was able to use it for real and effective.

Keyword: Geographic information system, Sea floor Model, Sea Surface Model, 2D and 3D Model, web based GIS

1. บทนำ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีโครงการขยายกำลังผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้ากระบี่ เพื่อตอบสนองนโยบายขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าของภาคใต้ โดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหินสะอาดซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศด้วยการขนส่งทางเรือ โดยแนวเส้นทางการเดินเรือขนส่งถ่านหินเข้าสู่ท่าเทียบเรือ นับว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมาก ต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อ สังคม ชุมชนและสิ่งแวดล้อม ให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสำรวจความลึกท้องน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนที่แนวการเดินเรือขนส่งถ่านหินขนาดต่างๆ รวมถึงวันและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเดินเรือ โดยมีปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกเรือขนส่งถ่านหิน 3 ปัจจัยดังนี้

1.อัตราการกินน้ำลึกของเรือขนส่งถ่านหินแต่ละประเภท เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของเรือขนส่งถ่านหินในแต่ละช่วงเวลา

2.ความลึกของร่องน้ำบริเวณปากน้ำกระบี่เข้าสู่ท่าเทียบเรือคลองรั้ว เป็นการสำรวจความลึกร่องน้ำโดยใช้เทคโนโลยี Echo Sounding

3.ข้อมูลการทำนายระดับน้ำทะเลล่างหน้า ในแต่ละช่วงเวลาตลอดปี

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ จัดการ วิเคราะห์ สามารถบูรณาการข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน โดยทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล (Database) ทั้งข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) และข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยง แล้วแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแผนที่ (Maps) ข้อมูลกราฟฟิก (Graphic) ข้อมูลภาพ (Picture) หรือแบบจำลอง (Model) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองพื้นผิวทะเล ให้สามารถแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายโดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องและแม่นยำ

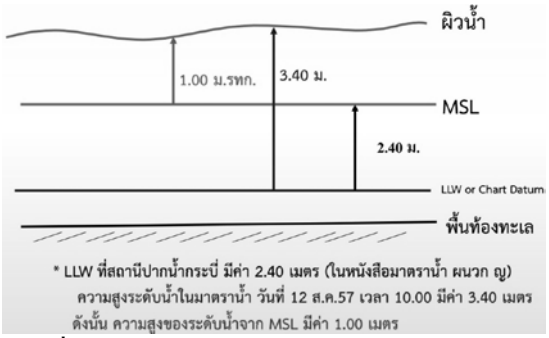
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระดับน้ำขึ้น-น้ำลง (Tide and Water Level) และการทำนายระดับน้ำขึ้น-น้ำลง

น้ำขึ้น-น้ำลง เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของแรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่กระทำต่อมวลน้ำบนผิวโลก ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดึงดูดของโลก แรงหนีศูนย์กลางขณะที่โลกหมุน และแรงดึงดูดที่เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการศึกษาทำนายระดับน้ำขึ้น-ลง ด้วยการจัดทำเป็นตารางน้ำที่แสดงระดับน้ำ คือ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ โดยการทำนายหรือคาดการณ์จะอาศัยการศึกษาการตรวจวัดระดับน้ำอย่างต่อเนื่องจากสถานีวัดน้ำของกรมอุทกศาสตร์ [1]

2.2 การสำรวจความลึกท้องน้ำและการออกแบบเรือขนส่งถ่านหิน

การสำรวจความลึกท้องน้ำ เป็นวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความลึกของท้องน้ำจากระดับน้ำทะเลปานกลาง วิธีการสำรวจความลึกท้องน้ำด้วยเครื่องหยั่งน้ำ (Echo Souder) ซึ่งเป็นวิธีการสำรวจที่มีความเหมาะสมสำหรับการสำรวจใกล้ชายฝั่งเพื่อการออกแบบเรือและท่าเทียบเรือ [1]



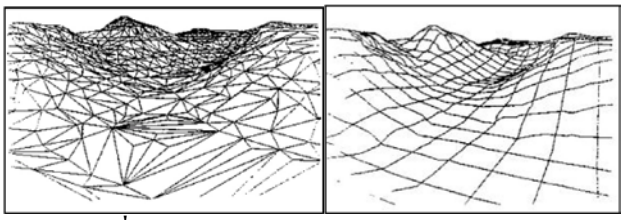
ภาพที่ 1: แบบจำลองสำหรับการพิจารณาปัจจัยทางภูมิประเทศในการออกแบบเรือขนส่งถ่านหิน

2.3 แบบจำลองพื้นผิว (Surface Model)

ข้อมูลพื้นผิว (Surface) คือ ข้อมูลต่อเนื่องของจุดที่มีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละจุดที่อยู่ในระบบพิกัดแบบสามมิติ X, Y, Z แบบจำลองพื้นผิวที่สร้างจากข้อมูลพื้นผิวจึงสามารถสร้างรายละเอียดของพื้นผิวที่ต้องการในเชิง GIS ได้ โดยใช้กระบวนการประมาณค่าจากพื้นผิวจริง จากการเก็บตัวอย่างค่าที่มีความแตกต่างกันบนพื้นผิวที่ต้องการ แล้วจึงทำการคำนวณเพื่อแทรกค่า (Interpolating) ลงไประหว่างจุดตัวอย่างเหล่านั้น [2] แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.3.1 แบบภาพแสดงพื้นผิวแบบแรสเตอร์ (Raster) หรือ DEM มีการจัดเก็บข้อมูลด้วยรูปแบบที่เรียกว่ากริด (Grid Format) โดยที่กริดประกอบขึ้นมาจากลำดับของรูปสี่เหลี่ยมที่มีรูปแบบเดียวกันเสมอ

2.3.2 แบบภาพแสดงพื้นผิวแบบ TIN ซึ่ง TIN จะประกอบไปด้วย Node ที่มีค่า Z อยู่ภายใน มีการเชื่อมต่อ Node เข้าด้วยกันด้วยเส้นเชื่อมที่เรียกว่า Edge สามารถแสดงลักษณะพื้นผิวด้วยรูปสามเหลี่ยมหลายรูปซึ่งมีด้านประชิดกัน (ไม่มีการซ้อนทับ) และใช้จุดยอดร่วมกันเรียงต่อเนื่องกันไป โดยที่แต่ละจุดยอดมีค่า (x,y,z) จัดเก็บไว้ [3]



ภาพที่ 2: แบบจำลองพื้นผิวแบบ TIN และ Raster(DEM)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพัตรา [4] ทำงานวิจัยเรื่อง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบกระจายสำหรับการประยุกต์ใช้การทำงานร่วมกันเชิงพื้นที่ โดยใช้แนวคิดของการทำงานร่วมกันเชิงพื้นที่และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบกระจาย มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ปวีณา [5] ทำงานวิจัย การพัฒนาแผนที่ความยากจนของประเทศไทยโดยวิธี Small Area Estimation โดยใช้ Minnesota Map Server เป็นเครื่องมือในการแสดงผลข้อมูลด้วยระบบ GIS ผ่านอินเตอร์เน็ต

ศรินยา [6] ทำงานวิจัย ระบบบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการพัฒนาระบบการให้บริการใช้ OGC Map Service ร่วมกัน Minnesota Map Server สำหรับการให้บริการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ภายในองค์กร ประกอบกับการพัฒนาโดยใช้ PHP Map Script สำหรับการทำงานควบคู่กับ Map File และระบบฐานข้อมูล MySQL

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัย ได้แก่ แนวเส้นทางเดินเรือ บริเวณปากน้ำกระบี่ เข้าสู่ท่าเทียบเรือคลองรั้ว โดยใช้ข้อมูลจุดระดับพื้นทะเล (Deep Spot) จากการสำรวจความลึกท้องทะเลด้วยวิธี Sounding ระยะห่างในการสำรวจจุดความลึก มีระยะ ในทางราบ 3 เมตรในแนวเขตเส้นทางเดินเรือ และ 30 เมตรนอกแนวเขตเส้นทางเดินเรือ ค่าความลึกที่ได้ จะเป็นค่าที่มีการวัดเปรียบเทียบ อ้างอิงกับ ระดับน้ำลงต่ำสุด (Lowest Low Water : L'LW)

3.1 การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเลเพื่อสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่

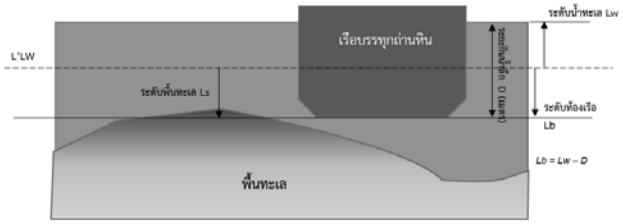
วิเคราะห์และคำนวณค่าวิกฤตเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเดินเรือและการสร้างแบบจำลองพื้นผิวทะเล โดยมีปัจจัย 3 ปัจจัย คือ ข้อมูลจุดระดับพื้นทะเล, ค่าระดับน้ำแบ่งตามวัน-เวลา และค่าระยะกินน้ำลึกของเรือ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Lb = Lw - D$$

โดย Lb ค่าระยะท้องเรือ

Lw ค่าระดับน้ำทะเล

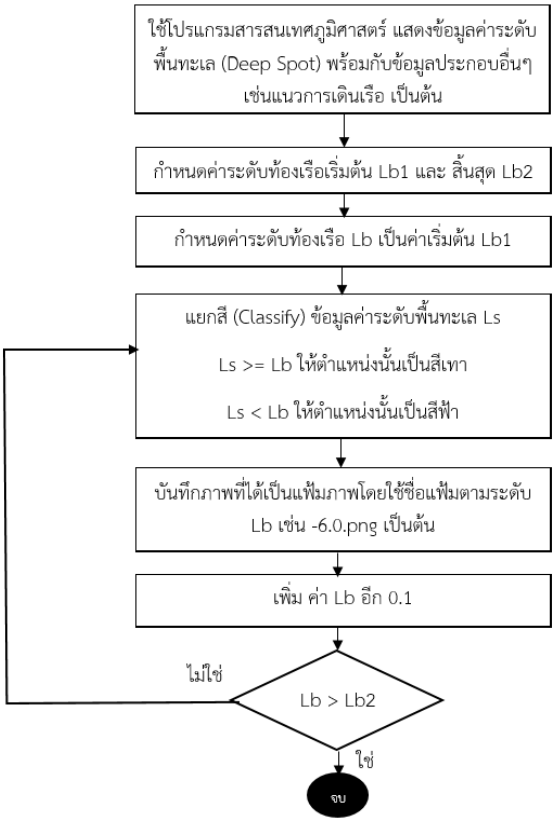
D ค่าระยะกินน้ำลึกของเรือ



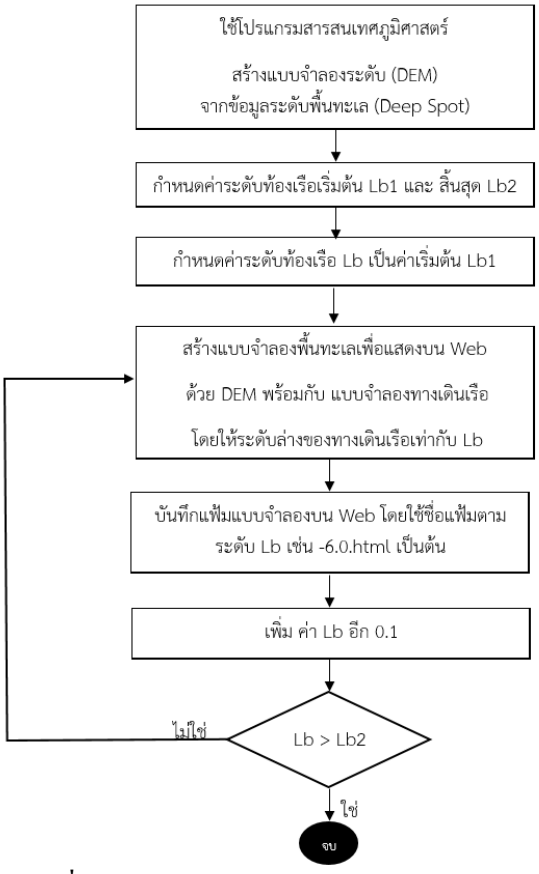
ภาพที่ 3: ค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณค่าตั้งต้นงานระดับน้ำทะเล

3.2 การสร้างแบบจำลองพื้นผิวทะเล (Sea Floor Model) ในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

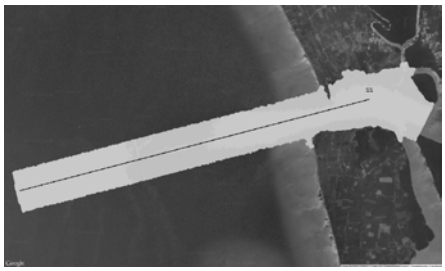
งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม ArcGIS เวอร์ชัน 10.2 และโปรแกรม QGIS เป็นโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลข้อมูลจุดระดับพื้นทะเล โดยติดตั้งในระบบปฏิบัติการ Windows ใช้โปรแกรม Oracle เป็นฐานข้อมูล ในการสร้างแบบจำลอง2 มิติและ 3 มิติ จะยึดค่าที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองตามระดับท้องเรือ คือ -6 ถึง 3 เมตร และใช้ช่วงข้อมูลตามนัยสำคัญของระดับน้ำทะเลคือ 0.1 เมตร กล่าวคือจะสร้างแบบจำลองโดยใช้ระดับท้องทะเลเทียบกับระดับท้องเรือที่ -6.0, -5.9, -5.8 … ถึง 3.0 เมตร โดยมีขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 4-5 และตัวอย่างผลที่ได้ดังภาพที่ 6-7



ภาพที่ 4: ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติ



ภาพที่ 5: ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 3 มิติ



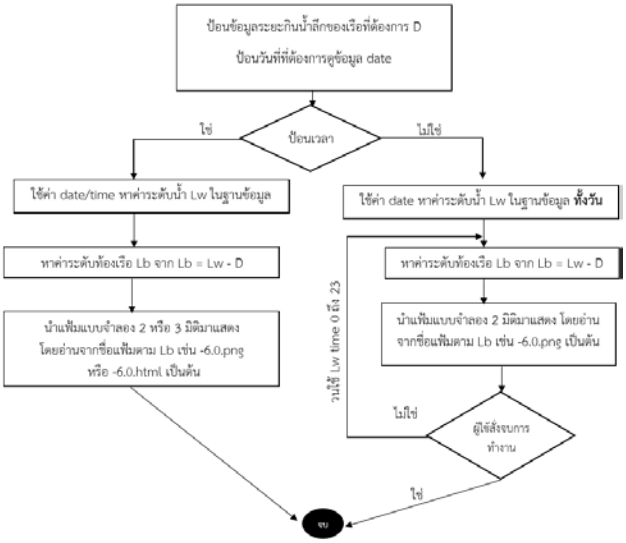
ภาพที่ 6: ตัวอย่างแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติ



ภาพที่ 7: ตัวอย่างแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 3 มิติ

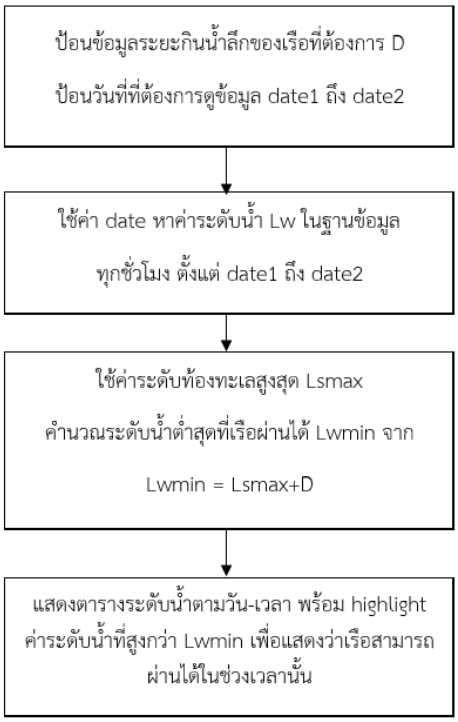
3.3 การออกแบบและสร้างโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวทะเล แบบ 2 มิติและ 3 มิติ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

การออกแบบการแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การแสดงแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติและ 3 มิติแสดงดังภาพที่ 8 และการแสดงตารางเวลาการเดินเรือดังภาพที่ 9 โดยพัฒนาให้สามารถป้อนค่าเวลาที่ต้องการให้แสดงผล แล้วโปรแกรมประยุกต์สามารถทำการแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลและตารางเวลาการเดินเรือได้ตามต้องการ



ภาพที่ 8: ขั้นตอนการออกแบบการแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ

การแสดงผลตารางเวลาในการเดินเรือนั้น สามารถป้อนระยะกินน้ำลึกของเรือ และช่วงวันที่ต้องการ



ภาพที่ 9: ขั้นตอนการออกแบบฟังก์ชั่นการแสดงผลตารางการเดินเรือ

3.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินประสิทธิภาพของระบบ งานวิจัยนี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ 3 คน มาทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงและครอบคลุมความสมบูรณ์ของงาน แบบสอบถามที่ใช้ แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

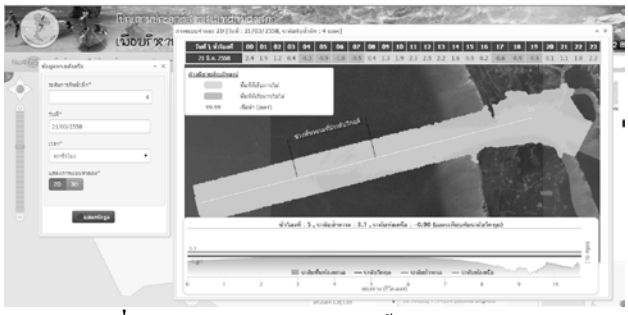
1. การประเมินด้านความสามารถในการทำงานของระบบ (Functional Test)
2. การประเมินด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ (Performance Test)
3. การประเมินด้านความถูกต้องและน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability Test)
4. การประเมินด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของระบบ (Usability Test)

และการประเมินความพึงพอใจระบบโดยผู้ใช้งาน จำนวน 10 คน โดยประเมิน 3 ด้านดังนี้

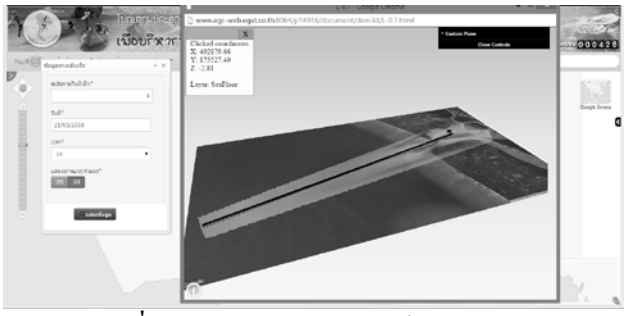
1. การประเมินด้านความสามารถในการทำงานตรงตามความต้องการผู้ใช้ (Function Requirement Test)
2. การประเมินด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ (Performance Test)
3. การประเมินด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของระบบ (Usability Test)

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติและ 3 มิติ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และการแสดงผลตารางการเดินเรือสำหรับผู้บริหารตัดสินใจนั้น โปรแกรมประยุกต์สามารถแสดงผลแบบจำลอง 2 มิติ โดยเลือกให้แสดงผลเป็นรายชั่วโมง หรือทุกชั่วโมงซึ่งระบบจะเลื่อนการแสดงผลเป็นรายชั่วโมงให้อัตโนมัติ โดยเริ่มจาก ชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 23 ของวันนั้นๆ (0.00 น- 23.00 น.) ส่วนการแสดงผลแบบจำลอง 3 มิติ สามารถเลือกให้แสดงผลได้ครั้งละ 1 ชั่วโมง และการแสดงผลตารางเดินเรือ ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้จะครอบคลุมในส่วนของฟังก์ชันการทำงานและการแสดงผลของงานเดินเรือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ แสดงผลดังภาพที่ 10 - 12



ภาพที่ 10: การแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติ



ภาพที่ 11: การแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 3 มิติ



ภาพที่ 12: การแสดงผลตารางการเดินเรือ

ตารางที่ 1: ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้านของเชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านความสามารถในการทำงาน	4.38	0.5	ดี
2. ด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ	4.67	0.5	ดีมาก
3. ด้านความถูกต้องและน่าเชื่อถือของระบบ	4.93	0.26	ดีมาก
4. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.47	0.52	ดี
สรุปผล	4.61	0.49	ดีมาก

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานระบบทั้ง 3 ด้าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านความสามารถในการทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.15	0.53	ดี
2. ด้านประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ	4.53	0.51	ดีมาก
3. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของระบบ	4.36	0.53	ดี
สรุปผล	4.34	0.54	ดี

5. สรุปผลการวิจัย

การสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในการแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลแบบ 2 มิติและ 3 มิติ มีวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลแบบจำลองทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาแสดงผลเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูงสำหรับการดำเนินโครงการขยายกำลังผลิตโรงไฟฟ้ากระบี่ โดยสามารถแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้บริหารสามารถเห็นแบบจำลองพื้นผิวทะเลที่เป็นการจำลองสภาพท้องทะเลจริง ณ ช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อทำการวางแผน และตัดสินใจในดำเนินการเกี่ยวกับการเดินเรือขนส่งถ่านหินสำหรับโรงไฟฟ้ากระบี่ พร้อมทั้งกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเดินเรือเพื่อประโยชน์สูงสุด และมีผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมประยุกต์สามารถแสดงผลแบบจำลองพื้นผิวทะเลและตารางเวลาการเดินเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.61 และ S.D.= 0.49) และผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน10 คน ได้ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.34 และ S.D. = 0.54) ซึ่งนับว่าเป็นแนวทางในการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สมัยใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีด้านการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เข้ามาช่วยสนับสนุนให้มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้สะดวก มีประสิทธิภาพและใช้งานได้จริง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ด้านเทคนิควิธีการสร้างแบบจำลองพื้นผิวทะเล งานวิจัยในอนาคตอาจทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้สามารถสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ได้ในแบบเวลาจริง (Real Time) โดยมีความยืดหยุ่นในการคัดเลือกข้อมูลเชิงพื้นที่มาทำการสร้างเป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ใช้งานมีทางเลือกในการเลือกชุดข้อมูลเชิงพื้นที่มาทำการสร้างเป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่และควรมีการแสดงผลแบบจำลองโครงข่ายสามเหลี่ยม เป็นข้อมูลประกอบในการทำแบบจำลอง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบงานที่พัฒนา

6.2 ด้านทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลแบบจำลอง การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแสดงผลแบบจำลองเชิงพื้นที่นั้น มีขั้นตอนการทำงานที่มีความซับซ้อน หลากหลาย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ระบบฮาร์ดแวร์หรือคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่แบบเวลาจริง ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

[1] เชิดวงศ์ แสงศุภวานิช. “Introduction to Oceanography สมุทรศาสตร์เบื้องต้น.” ม.ป.ท., 2555

[2] สุเพชร จิรขจรกุล. *เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS10.1 for Desktop.* ปทุมธานี : ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, 2556.

[3] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์.* กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), 2553.

[4] สุพัตรา พุฒิเนาวรัตน์. “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบกระจายสำหรับการประยุกต์ใช้การทำงานร่วมกันเชิงพื้นที่: กรณีศึกษาน้ำท่วมอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา” *วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย* ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 พ.ค.-ส.ค.2553

[5] ศรินยา สุขเกษม. *ระบบบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2554

[6] ปวีณา อินนุพัฒน์. *การพัฒนาแผนที่ความยากจนของประเทศไทยโดยวิธี Small Area Estimation* นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2552

แนวทางการออกแบบกรณีทดสอบและซีนนาริโอด้วยวิธีวิเคราะห์เมทริกซ์
The guidelines for Test Cases and Scenarios by Analysis Matrix

ทักษพร พันธุ์จันทร์[1] (Taksaporn Phanjhan)[1] และศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์[2] (Sakchai Tangwannawit)[2]
[1]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
tp.taksaporn@gmail.com, sakchai.t@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบกรณีทดสอบและซีนนาริโอด้วยวิเคราะห์เมทริกซ์ มีแนวคิดในการออกแบบกรณีทดสอบและซีนนาริโอให้มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง และครอบคลุมทุกฟังก์ชันการทำงานของระบบ ซึ่งทำการออกแบบโดยใช้รูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ จากนั้นนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบฟังก์ชันการทำงานของระบบกับเอกสาร functional requirements specifications (FRS) และเอกสาร Requirements traceability matrix (RTM) จากงานวิจัยพบว่าวิธีวิเคราะห์เมทริกซ์มีประสิทธิภาพสูง ผลการประเมินโดยนำซีนนาริโอที่ออกแบบขึ้นในรูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ ไปทดสอบกับระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.65 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญยอมรับในระดับมาก และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกรณีทดสอบและซีนนาริโอ เพื่อให้เป็นมาตรฐานขององค์กรต่อไปได้

คำสำคัญ: ซีนนาริโอทดสอบระบบ เทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ เทสเคส

Abstract

The objective of this research was to develop the guidelines for test cases and scenarios by analysis matrix. We proposed to find a suitable for test cases and scenarios by focusing on improving accuracy and coverage all function of program which design by test coverage matrix format. The result found that analysis matrix achieved the high performance. Then, the researcher has to mapping test with functional requirements specifications (FRS) and Requirements traceability matrix (RTM). The average test coverage matrix score of five experts toward the guidelines was 3.65 with a standard deviation of 0.54. In conclusion, the results showed that experts were accepted with the guidelines, which is very usable and useful.

Keyword: Test Scenario, Test Coverage Matrix , Test Case

1. บทนำ

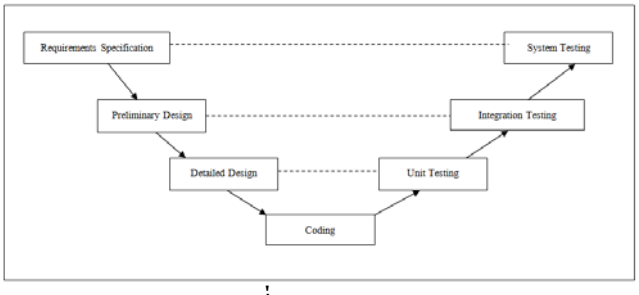
ซีนนาริโอการทดสอบ (Test Scenario)[1] คือลำดับของเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้น ภายใต้สถานการณ์หนึ่ง โดยการเขียนจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงที่ระบบจะนำไปใช้ในซึ่งจะเน้นในเชิงธุรกิจ เป็น Flow ตั้งแต่ต้นจนจบ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่ทดสอบสามารถนำเอามาใช้ควบคู่ในเชิงธุรกิจของแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง

ปัญหาในการออกแบบกรณีทดสอบให้อยู่ในรูปแบบของซีนนาริโอการทดสอบคือการออกแบบที่ไม่ครอบคลุมฟังก์ชันและความต้องการของระบบ อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องความซ้ำซ้อนของกรณีทดสอบทำให้เสียเวลาในการทดสอบค่อนข้างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาแนวทางการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบเป็นเมทริกซ์ ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ เพื่อให้ซีนนาริโอทดสอบระบบ มีความถูกต้องครอบคลุมทุกฟังก์ชันการทำงานของระบบและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมถึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระดับของการทดสอบ (Level Of Testing) [2]

เป็นการอธิบายถึง ระดับของการทดสอบ ลักษณะคล้ายกับแบบจำลองน้ำตก (Waterfall model) โดยการนำเอา วัฏจักรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle) และวัฏจักรการทดสอบซอฟต์แวร์ (Testing Life Cycle) มารวมเชื่อมความสัมพันธ์กัน เพื่อเป็นแนวทางว่าควรจะใช้การทดสอบแบบใดให้เหมาะสมกับระบบซอฟต์แวร์ และความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละขั้นตอนดังรูป



ภาพที่ 1: ระดับของการทดสอบ

งานวิจัยนี้อยู่ในขั้นตอนของการออกแบบซีนนาริโอการทดสอบ ให้ครอบคลุมฟังก์ชั่นและความต้องการของระบบ ซึ่งสามารถสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระบบ (System Testing) หรือการทดสอบการยอมรับระบบของผู้ใช้ (User Acceptance Test : UAT) เพื่อทดสอบหน้าที่การทำงานรวมทั้งหมดของระบบ

2.2 งานวิจัย Automatic Test Generation : A Use Case Driven Approach[3]

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิด ของความสำคัญของยูสเคส ที่มีต่อการทดสอบรวมระบบซอฟต์แวร์เข้าด้วยกันและการทำการทดสอบระบบซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ จึงได้มีแนวทางที่จะสร้างซีนนารีโอของกรณีทดสอบรวมระบบซอฟต์แวร์ (System Test Scenarios) เข้าด้วยกันโดนอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการทดสอบระบบฝังตัว โดยเริ่มจากข้อกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์ที่อยู่ในภาษารูปนัย บนพื้นฐานของยูสเคส และทำการสร้าง สังเคราะห์กรณีทดสอบโดยอัตโนมัติ โดยเป้าหมายของการสร้างกรณีทดสอบจะครอบคลุม Statement Coverage ที่มีอยู่ในข้อกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์ จากผลสรุปของกรณีศึกษาและข้อสังเกตดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงให้ความสนใจไปที่การแปลงลำดับของยูสเคสไปยังกลุ่มของลำดับการทดสอบโดยผ่านการสร้างลำดับกรณีทดสอบอัตโนมัติ

2.3 งานวิจัย Coverage Criteria for GUI Testing[4]

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการกำหนดเกณฑ์ความครอบคลุม สำหรับการทดสอบส่วนต่อประสานกราฟฟิกกับผู้ใช้ โดยพิจารณาจากความหมายของเหตุการณ์และความสัมพันธ์ระหว่างคอมโพเนนท์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังนำเสนอโครงสร้างข้อมูลและวิธีการสำหรับการหาความครอบคลุมภายในคอมโพเนนท์ (Intra-component criteria) และระดับความครอบคลุมระหว่างคอมโพเนนท์ (Inter-component criteria) นอกจากนี้ยังแสดงตัวอย่างการนำไปใช้คำนวณหาความครอบคลุมของส่วนต่อประสานกราฟฟิกกับผู้ใช้ด้วย

ความครอบคลุมที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ถือเป็นรากฐานแนวคิดเกี่ยวกับความครอบคลุมสำหรับส่วนต่อประสานกราฟฟิกกับผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้ต่อไป

2.4 ระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS)[5] และระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking)[6]

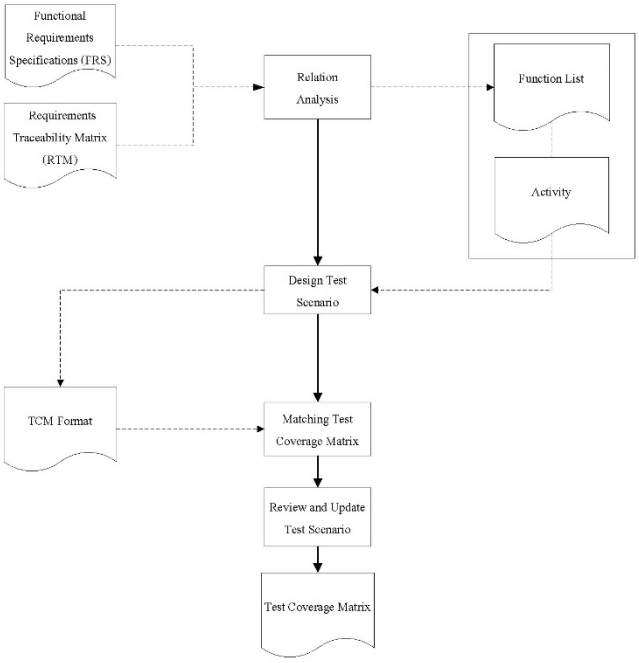
เป็นช่องทางในการทำธุรกรรมทางการเงินของลูกค้าธนาคารกสิกรไทย ผ่านทางโทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ลูกค้าสามารถบริหารจัดการด้านการเงินได้สะดวกมากขึ้น โดยมีฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า ซึ่งทั้งสองระบบถูกสร้างขึ้นบนระบบรักษาความปลอดภัยข้อมูลระดับสูงของธนาคารที่ได้มาตรฐานในด้านความปลอดภัยของการใช้บริการสำหรับลูกค้า

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิด

เพื่อช่วยลดปัญหาในการออกแบบซีนนาริโอการทดสอบที่ไม่ครอบคลุมฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบ อีกทั้งปัญหาเรื่องความซ้ำซ้อนของกรณีทดสอบทำให้เสียเวลาในการทดสอบค่อนข้างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาแนวทางการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ เป็นเมทริกซ์ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ เพื่อให้ซีนนาริโอทดสอบระบบ มีความถูกต้องครอบคลุมทุกฟังก์ชันการ

ทำงานและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยมีกรอบแนวความคิด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: กรอบแนวความคิดของการวิจัย

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์ฟังก์ชันและความต้องการของระบบที่ทำการทดสอบ

3.2.1 ศึกษาฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบที่ทำการทดสอบ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบที่จะทำการทดสอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะยกตัวอย่างเป็นกรณีศึกษาของธนาคารกสิกรไทย โดยมี 2 ระบบ คือ ระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS) และระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking) โดยศึกษาจากเอกสาร Functional Requirements Specifications (FRS) ซึ่งเป็นเอกสารที่อธิบายถึงฟังก์ชันการทำงานของระบบทั้งเชิงธุรกิจและเชิงเทคนิค และเอกสาร Requirements Traceability Matrix (RTM) ซึ่งเป็นเอกสารที่ได้จากการเก็บรวบรวมความต้องการของระบบจากผู้ใช้งาน รวมถึงกรณีทดสอบเชิงธุรกิจต่าง ๆ ที่ระบบจะต้องรองรับกรณีดังกล่าวด้วย

3.2.2 วิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบ

หลังจากที่ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบที่จะทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ฟังก์ชันความต้องการของระบบ โดยวิเคราะห์จากฟังก์ชันการทำงานหลักที่มีผลกระทบต่อระบบตามที่ระบุในเอกสาร Functional Requirements Specifications (FRS) ของทั้ง 2 ระบบดังนี้

ระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS) ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงานของระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS) ออกมาได้ทั้งหมด 7 ฟังก์ชัน

ระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking) ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking) ออกมาได้ทั้งหมด 28 ฟังก์ชัน

3.3 วิเคราะห์รูปแบบเมทริกซ์ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ

หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบออกมาแล้ว ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์รูปแบบเมทริกซ์ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบ กับฟังก์ชันการทำงานของระบบ จะได้เป็นรูปแบบเอกสารเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) ดังนี้

RTM ID	Priority	Test Scenario ID	Test Scenario Description	Link From		Main Function			Main Function				Link To	
				Application or Process	Function	Function	Function	Function	Function	Function	Function		Application or Process	Function
											Sub Function	Sub Function		

ภาพที่ 3: รูปแบบเมทริกซ์ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ

จากรูปแบบเอกสารเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) ซึ่งเป็นการระบุรายละเอียดของแต่ละซีนนาริโอทดสอบระบบ โดยมีคอลัมน์ข้อมูลที่ต้องระบุดังนี้

RTM ID คือ หมายเลข RTM เพื่อเป็นการอ้างอิงว่าซีนนาริโอทดสอบระบบตรงกับ Requirement หมายเลขใดตามเอกสาร Requirement Traceability Matrix (RTM)

Priority คือ การจัดลำดับของซีนนาริโอว่าอยู่ในระดับใด

Test Scenario ID คือ หมายเลขซีนนาริโอทดสอบระบบ

Test Scenario Description คือ รายละเอียดของซีนนาริโอที่จะทำการทดสอบ

Link Form คือ กรณีที่ซีนนาริโอต้องมีการเชื่อมต่อข้อมูลมาจากระบบอื่นก่อนหรือเริ่มต้นจากระบบภายในเอง

Main Function คือ เงื่อนไขหลักหรือฟังก์ชันหลักในการทำงานของระบบ

Function คือ เงื่อนไขหรือฟังก์ชันการทำงานของระบบ

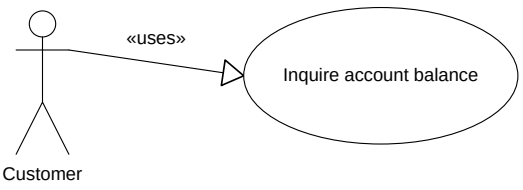
Sub Function คือ เงื่อนไขย่อยหรือฟังก์ชันย่อยในการทำงานของระบบ

Link To กรณีที่ซีนนาริโอนั้นต้องมีการส่งต่อข้อมูลไปยังระบบอื่น

3.4 ออกแบบซีนนารีโอทดสอบระบบ

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะนำฟังก์ชันความต้องการของระบบซึ่งอ้างอิงจากเอกสาร Requirements traceability matrix (RTM) มาทำการวิเคราะห์และออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ โดยในการออกแบบซีนนาริโอจะต้องคำนึงถึงฟังก์ชันการทำงานทั้งเชิงธุรกิจและเชิงเทคนิค ควบคู่ไปด้วยกัน หลังจากนั้นจึงทำการ Mapping ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ เพื่อเป็นการตรวจสอบความครบถ้วนถูกต้องของซีนนารีโอทดสอบระบบ ว่าครบตามฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบหรือไม่ อีกทั้งยังสะดวกต่อการนำไปใช้ในขั้นตอนการทดสอบ เพราะสามารถเลือกเฉพาะซีนนาริโอที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันการทำงานที่ต้องการไปทดสอบได้ ตัวอย่างการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ

3.4.1 ตัวอย่างการออกแบบซีนนารีโอทดสอบระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS) ฟังก์ชันเรียกดูยอดเงินคงเหลือในบัญชี (Inquire account balance) ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับลูกค้าเพื่อสอบถามข้อมูลบัญชีผ่านระบบโมบายแบงค์กิ้ง (K-Mobile Banking PLUS) มีการทำงานของฟังก์ชัน ดังภาพที่ 4



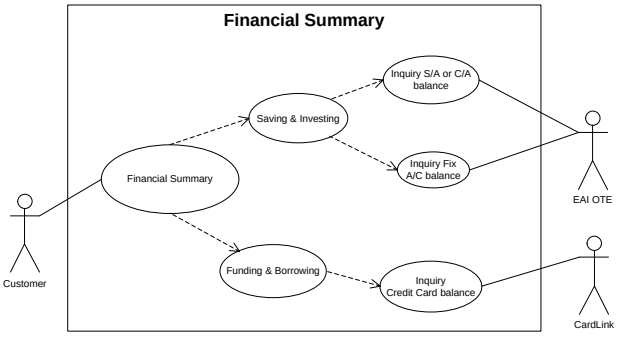
ภาพที่ 4: ยูสเคสของฟังก์ชันการเรียกดูยอดเงินคงเหลือในบัญชี

จากยูสเคสของฟังก์ชันการเรียกดูยอดเงินคงเหลือในบัญชี สามารถนำมาออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบได้ดังภาพที่ 5

RTM ID	Priority	Test Scenario ID	Test Scenario Description	Link From	Screen		Account									Link To
					Language		Type Account			Card				Status		
				ATM	English	Thailand	Saving	Current	Fixed Account	Credit Card	K-Express	Debit Card	ATM Card	Active	Inactive	ATM
Jmobile-AMS_R19.2_002	High	TS_509_KMPLUS_00019	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาอังกฤษ กรณีบัญชีประเภทออมทรัพย์	x	x		x							x		x
	High	TS_509_KMPLUS_00020	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาไทย กรณีบัญชีประเภทออมทรัพย์	x		x	x							x		x
	High	TS_509_KMPLUS_00021	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาอังกฤษ กรณีบัญชีประเภทกระแสรายวัน	x	x			x						x		x
	High	TS_509_KMPLUS_00022	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาไทย กรณีบัญชีประเภทกระแสรายวัน	x		x		x						x		x
	High	TS_509_KMPLUS_00023	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาอังกฤษ กรณีบัตรเครดิตธนาคารกสิกรไทย	x	x					x				x		x
	High	TS_509_KMPLUS_00024	ทดสอบการทำงานในส่วนของการเรียกดูยอดเงินคงเหลือ ผ่านระบบ K-Mobile Banking Plus หน้าจอภาษาไทย กรณีบัตรเครดิตธนาคารกสิกรไทย	x		x				x				x		x

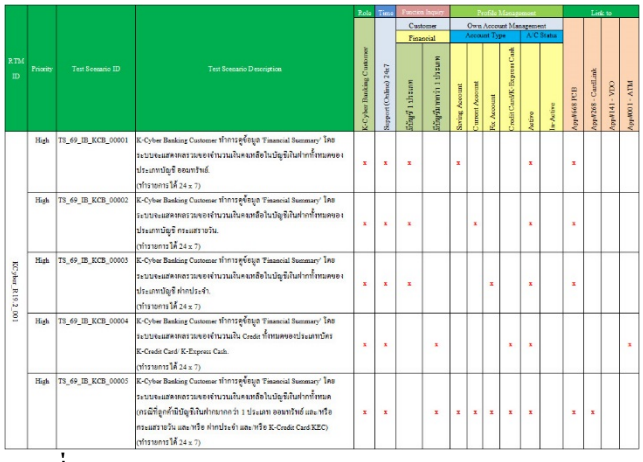
ภาพที่ 5: ตัวอย่างซีนนาริโอทดสอบระบบของระบบโมบายแบงค์กิ้ง (ฟังก์ชันเรียกดูยอดเงินคงเหลือในบัญชี)

3.4.2 ตัวอย่างการออกแบบซีนนารีโอทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking) ฟังก์ชันสรุปข้อมูลทางการเงิน (Financial Summary) ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับลูกค้าเพื่อดูยอดบัญชีที่ลูกค้าลงทะเบียนในระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (K-Cyber Banking) มีการทำงานของฟังก์ชัน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ยูสเคสของฟังก์ชันสรุปข้อมูลทางการเงิน

จากยูสเคสของฟังก์ชันสรุปข้อมูลทางการเงิน สามารถนำมาออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ ได้ดังภาพที่ 7



RTM ID	Priority	Test Scenario ID	Test Scenario Description	Role	Type	Function Inquiry		Profile Management						Link to		
						Customer		Own Account Management								
						Financial		Account Type				KYC Status				
				K-Cyber Banking Customer	Support (Online) 24x7	มีข้อมูล 1 ปีย้อนหลัง	มีข้อมูลในอดีต 1 ปีขึ้นไป	Saving Account	Current Account	Fix Account	Credit Card/K-Express Cash	Active	Inactive	App#468 FDD	App#5045 - CreditLink	App#5141 - YOO
KCS-Int - FUN - 001	High	TS_69_IB_KCB_00001	K-Cyber Banking Customer ทำการดูข้อมูล 'Financial Summary' โดยระบบจะแสดงตรวจนวนเงินคงเหลือในบัญชีเงินฝากทั้งหมดของประเภทบัญชี ออมทรัพย์. (ทำรายการได้ 24 x 7)	x	x	x		x				x		x		
	High	TS_69_IB_KCB_00002	K-Cyber Banking Customer ทำการดูข้อมูล 'Financial Summary' โดยระบบจะแสดงตรวจนวนเงินคงเหลือในบัญชีเงินฝากทั้งหมดของประเภทบัญชี กระแสรายวัน. (ทำรายการได้ 24 x 7)	x	x	x			x			x		x		
	High	TS_69_IB_KCB_00003	K-Cyber Banking Customer ทำการดูข้อมูล 'Financial Summary' โดยระบบจะแสดงตรวจนวนเงินคงเหลือในบัญชีเงินฝากทั้งหมดของประเภทบัญชี ฝากประจำ. (ทำรายการได้ 24 x 7)	x	x	x				x		x		x		
	High	TS_69_IB_KCB_00004	K-Cyber Banking Customer ทำการดูข้อมูล 'Financial Summary' โดยระบบจะแสดงตรวจนวนเงิน Credit ทั้งหมดของประเภทบัตร K-Credit Card/ K-Express Cash. (ทำรายการได้ 24 x 7)	x	x		x				x	x				x
	High	TS_69_IB_KCB_00005	K-Cyber Banking Customer ทำการดูข้อมูล 'Financial Summary' โดยระบบจะแสดงตรวจนวนเงินคงเหลือในบัญชีเงินฝากทั้งหมด (กรณีถูกดำเนินบัญชีเงินฝากมากกว่า 1 ประเภท ออมทรัพย์ และ/หรือ กระแสรายวัน และ/หรือ ฝากประจำ และ/หรือ K-Credit Card/KEC) (ทำรายการได้ 24 x 7)	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	

ภาพที่ 7: ตัวอย่างซีนนาริโอทดสอบระบบของระบบอินเทอร์เน็ตแบงค์กิ้ง (ฟังก์ชันสรุปข้อมูลทางการเงิน)

3.5 ตรวจสอบความถูกต้องของซีนนารีโอทดสอบระบบ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะนำซีนนารีโอของกรณีศึกษาทั้ง 2 ระบบที่ออกแบบได้ มาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน โดยเทียบกับเอกสาร Functional Requirements Specifications (FRS) และเอกสาร Requirements Traceability Matrix (RTM) ของระบบ และดูการ Mapping เมทริกซ์ระหว่างซีนนาริโอทดสอบระบบกับฟังก์ชันการทำงานของระบบให้ครบถ้วนตรงตามที่ออกแบบมา และซีนนาริโอทั้งหมดที่ออกแบบมาจะต้องครอบคลุมทุกฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบ

4. ประเมินผล

เมื่อทำการตรวจสอบซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบขึ้นเรียบร้อยแล้ว ได้นำซีนนาริโอดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบระบบ จำนวน 5 ท่าน ใช้ในการทดสอบกับระบบจริง พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพโดยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบจากรูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบในด้านต่าง ๆ และสามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

ตารางที่ 1: ผลการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพของซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบจากรูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) โดยผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบระบบ

รายการประเมิน	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	SD	ความหมาย
1. ด้านความสามารถของซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบได้ตรงตามความต้องการของผู้ทดสอบระบบ (Functional Requirement Test)	3.69	0.52	มาก
2. ด้านการทำงานได้ถูกต้อง และครอบคลุมครบถ้วนตามฟังก์ชันการทำงานและความต้องการของระบบ)Functional Test)	3.62	0.54	มาก
3. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการนำมาใช้ในการทดสอบระบบ)Usability Test Execution)	3.80	0.52	มาก
สรุปผลการประเมินโดยรวม	**3.65**	**0.54**	**มาก**

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพของซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบจากรูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ โดยผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบระบบ พบว่าประสิทธิภาพของซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบจากรูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.65 , SD = 0.54) ดังนั้นซีนนาริโอทดสอบระบบที่ออกแบบขึ้นนี้ ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ สามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ รวมถึงเป็นแนวทางในการเขียนเทสเคสต่อไปได้

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากการวิเคราะห์รูปแบบเทสโคฟเวอเรจเมทริกซ์ (Test Coverage Matrix) และออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบ ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวทางและข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบในอนาคตต่อไปคือ ควรพัฒนาแนวทางการออกแบบซีนนาริโอทดสอบให้เป็นรูปแบบที่ใช้ในองค์กรสำหรับการทดสอบระบบอื่น ๆ เพื่อสร้างเป็นมาตรฐานการออกแบบซีนนาริโอได้ และควรพัฒนาการออกแบบซีนนาริโอทดสอบระบบให้รายละเอียดของซีนนาริโอทดสอบระบบมีเนื้อหากระชับ และเข้าใจง่าย เพื่อสามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบกรณีทดสอบต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Kaner C., “An Introduction to Scenarios Testing,” Florida Tech, 2003.

[2] การุณี บวรประเสริฐกุล.(2547). การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] C. Nebut, F. Fleurey, Y. Le Traon, and J.-M. Jezequel, “Automatic Test Generation:A Use Case Driven Approach”IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, VOL. 32, NO. 3, MARCH 2006

[4] Atif M. Memon, Mary Lou Soffa, Martha E. Pollack, “Coverage Criteria for GUI Testing” ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Volume 26 Issue 5,Sept. 2001

[5] ข้อมูลบริการระบบ Mobile Banking Plus ศูนย์ลูกค้าสัมพันธ์ของธนาคารกสิกรไทย.แหล่งที่มา http://www.kasikornbank.com/TH/ServicesChannel/SearchServiceChannel/MobilePhone/Pages/NewKMobileBankingPlus.aspx สืบค้นเมื่อวันที่ 01/06/2557

[6] ข้อมูลบริการระบบ K-Cyber Banking ศูนย์ลูกค้าสัมพันธ์ของธนาคารกสิกรไทย. แหล่งที่มา http://www.kasikornbank.com/TH/ServicesChannel/SearchServiceChannel/Internet/Pages/KCyberBanking.aspx สืบค้นเมื่อวันที่ 01/09/2557

ขั้นตอนวิธีสำหรับพัฒนาแบบฝึกหัดการเขียนอักษรไทยที่ใช้งานบนแท็บเล็ตพีซี
An Algorithm for Handwriting Exercise in Thai Alphabet on the Use of Tablet PC

เดชาวุฒิ วานิชสรรพ์(Dechawut Wanichsan)[1] ทวีศักดิ์ รัตนคม(Taweesak Rattanakom)[2]
นิทัศน์ นิลฉวี(Nitat Ninchawee)[3] และพรรณนิการ์ กงจักร(Phannika Kongjuk)[4]
[1]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา [2]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ [3]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[4]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
[1]dechawut.w@rbru.ac.th, [2]hs2wjo@hotmail.com, [3]nitat_nin@hotmail.com, [4]phannikaecon@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อเสนอขั้นตอนวิธีที่ใช้พัฒนาแบบฝึกหัดการเขียนอักษรไทยที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เช่น แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน เป็นต้น โดยขั้นตอนวิธีที่เสนอนี้สามารถนำไปสร้างโปรแกรมประยุกต์ได้จริง และมีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางการเขียนอักษรไทยอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งให้การแจ้งเตือนผู้เรียนในกรณีที่รูปร่างของตัวอักษรที่วาดขึ้นไม่คล้ายกับตัวอักษรต้นแบบ นอกเหนือจากระบบตรวจสอบการเขียนแล้ว งานวิจัยนี้ยังเสนอวิธีการคิดค่าคะแนนของตัวอักษรที่เขียนว่ามีความคล้ายกับตัวอักษรต้นแบบกี่เปอร์เซ็นต์ นับเป็นการใช้ประโยชน์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนอย่างแท้จริง

คำสำคัญ: แท็บเล็ต พยัญชนะไทย การคัดลายมือ สื่อการสอนคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

The main objective of this research was to propose an algorithm to develop handwriting exercise in Thai alphabet on the use of mobile equipment such as tablet PC or mobile phone etc. This algorithm could be implemented as a practical application, and could be used for detecting shape of drawn alphabet in correct direction as well as giving feedback to user during drawing misshape alphabet comparing to model. In addition, this research proposed how to calculate score in percentage to determine similarity and quality of user's drawn alphabet. It was useful of using electronic equipment in education so as to actually enhance skill of learners.

Keywords: Tablet, Thai Alphabet, Handwriting, Computer Instruction Media, Android Operating System.

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งและมีความสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์อีกทั้งมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา มีการนำเทคโนโลยีหลายสาขาเข้ามาใช้ในการช่วยอำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น เทคโนโลยีด้านการคมนาคม เทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรม เทคโนโลยีด้านการแพทย์ เทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ที่อุปกรณ์สมัยนี้มีขนาดเล็กลงและสามารถพกพาเคลื่อนที่ได้สะดวกกว่าสมัยก่อนมาก อุปกรณ์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟน (Smartphone) และแท็บเล็ต (Tablet) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้งานได้เปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่พกพาได้สะดวกที่มีโปรแกรมประยุกต์ (Application) เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้เพื่อตอบสนองตามความต้องการของตนเอง เช่น ด้านการสื่อสาร ด้านธุรกรรมทางการเงิน ด้านความบันเทิง แม้กระทั่งด้านการศึกษา เป็นต้น

ภาษาไทยเป็นภาษาที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีรากฐานมาจากออสโตรไทย พ่อขุนรามคำแหงมหาราช

ทรงประดิษฐ์ลายสือไทย หรือตัวหนังสือไทยขึ้นเมื่อมหาศักราช 1205 (พุทธศักราช 1826) [1] นับว่าเป็นโชคดีของคนไทยที่มีภาษาของตนเอง และมีอักษรไทย เป็นตัวอักษรประจำชาติ อันเป็นมรดกล้ำค่าที่บรรพบุรุษได้สร้างไว้ซึ่งเป็นเครื่องแสดงว่าไทยเราเป็นชาติที่มีวัฒนธรรมสูงส่งมาแต่โบราณกาลและยั่งยืนมาจนปัจจุบัน คนไทยผู้เป็นเจ้าของภาษา ควรภาคภูมิใจที่ชาติไทยใช้ภาษาไทย เป็นภาษาประจำชาติมากว่า 700 ปี ถ้าทุกคนตระหนักในความสำคัญของภาษาไทย

ด้วยความสำคัญในการรักษามรดกอันล้ำค่าของชาติ เพื่อช่วยสนับสนุนการเรียนรู้อักษรไทย และจุดมุ่งหมายสูงสุดของการวัดผลการศึกษาคือเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนมากกว่าที่จะวัดผลเพื่อนำไปตัดสินว่าสอบได้หรือสอบตก ทำได้หรือทำไม่ได้ งานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนอขั้นตอนวิธีที่ใช้พัฒนาแบบฝึกหัดการเขียนอักษรไทยที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้เรียนสามารถลากเส้นพยัญชนะไทยได้เสมือนกับการเขียนในสมุดแบบฝึกคัดไทย โดยมีโครงร่างจุดไข่ปลาของพยัญชนะไทยแสดงทิศทางในการเขียน หากตัวอักษรที่เขียนขึ้นไม่ใกล้เคียงกับตัวอักษรต้นแบบ หรือมีตัวอักษรที่เขียนในทิศทางที่ไม่ถูกต้อง ระบบจะสามารถแจ้งเตือนให้ผู้เรียนสามารถทราบได้ในทันทีอันเป็นการวัดผลย่อย (Formative Assessment) [2] ที่ช่วยบอกให้ผู้เรียนทราบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างการเขียน เมื่อเขียนตัวอักษรเสร็จแล้ว โปรแกรมประยุกต์จะบอกคะแนนและระยะเวลาที่ลงมือทำอันเป็นการวัดผลสรุป (Summative Assessment) [2] โปรแกรมประยุกต์นี้สามารถใช้งานได้สะดวกเพราะมีการติดตั้งลงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟนหรือ แท็บเล็ต อันเป็นการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะเพราะการฝึกฝนสามารถเกิดขึ้นซ้ำได้ตลอดเวลา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีวัดระยะทางแบบยุคลิด (Euclidean Distance Measure)

วิธีวัดระยะทางแบบยุคลิด [3] ใช้เพื่อวัดระยะทางเป็นแนวเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดบนปริภูมิสองมิติ (2-dimensional space) โดยจุดทั้งสองจุดนั้น สามารถแทนได้ด้วยคู่อันดับ $a = (x_a, y_a)$ และ $b = (x_b, y_b)$ และค่าระยะทางแบบยุคลิดระหว่างจุด a และจุด b คำนวณได้ด้วยการใช้สมการที่ 1

$$\mathrm{dist}(a,b) = \sqrt[2]{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (1)$$

นอกจากนี้ วิธีวัดระยะทางแบบยุคลิดยังสามารถใช้หาค่าระยะทางระหว่างข้อมูลสองชุดบนปริภูมิที่มากกว่าสองมิติได้ด้วยการใช้สมการที่ 2 โดยจุดทั้งสองจุดแทนด้วยคู่อันดับ $a = (a_1, a_2, a_3, \ldots, a_m)$ และ $b = (b_1, b_2, b_3, \ldots, b_n)$ โดยที่ขนาดมิติของ a และ b นั่นคือ m และ n จะต้องมีขนาดเท่ากัน

$$\mathrm{dist}(a,b) = \sqrt[2]{(a_1 - b_1)^2 + \cdots + (a_m - b_n)^2} \quad (2)$$

2.2 เอฟเมเชอร์ (F-measure)

เอฟเมเชอร์ [4] คือ ค่าการวัดประสิทธิภาพพื้นฐานในการค้นคืนเอกสาร นิยมใช้ในศาสตร์ด้วยการค้นคืนสารสนเทศ (IR: Information Retrieval) ค่าเอฟเมเชอร์นี้จะคำนวณโดยใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นค่าสองค่า ซึ่งประกอบด้วย ค่าความเที่ยง (Pecision) และค่าเรียกคืน (Recall) โดยค่าความเที่ยงเป็นค่าที่บอกถึงอัตราผลลัพธ์ของความถูกต้องในการค้นคืนเอกสาร และ และค่าเรียกคืนเป็นค่าที่บอกถึงอัตราผลลัพธ์ของเอกสารที่ระบบต้องการค้นคืนแต่ยังไม่ได้รับการค้นคืน โดยเอฟเมเชอร์แสดงในสมการที่ 3

$$F\text{-}measure = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision + recall} \quad (3)$$

โดยที่ *precision* และ *recall* สามารถคำนวณได้ด้วยการใช้สมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

$$precision = \frac{\text{จำนวนเอกสารที่ผู้ใช้ค้นคืนได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนเอกสารที่ผู้ใช้ค้นคืนทั้งหมด}} \quad (4)$$

$$recall = \frac{\text{จำนวนเอกสารที่ผู้ใช้ค้นคืนได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนเอกสารที่ผู้ใช้ต้องการแต่ยังค้นคืนไม่เจอ}} \quad (5)$$

2.3 เหตุการณ์ เมธอดและแอททริบิวต์ที่จำเป็นสำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming Language) ที่สามารถใช้เพื่อเขียนโปรแกรมบนมือถือบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายหลายภาษา เช่น จาวา (Java) [5] แอ็กชันสคริปต์ 3.0 (Action Script 3.0) [6] และเอชทีเอ็มแอล 5 (HTML5) ร่วมกับจาวาสคริปต์ (Java Script) [7] เป็นต้น ภาษาเหล่านี้มีเหตุการณ์ (Event) เมธอด (Method) และแอททริบิวต์ (Attribute) พื้นฐานเป็นจำนวนมาก แต่เมธอดและแอททริบิวต์ที่จำเป็นสำหรับขั้นตอนวิธีที่งานวิจัยนี้เสนอแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: คำสั่งของแต่ละภาษาที่จำเป็นต้องใช้ในขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น

การทำงาน	คำสั่ง		
	AS 3.0	**HTML5+Java Script**	**Java (Native Android)**
แอททริบิวต์			
พิกัดเมาส์ในแกน **x**	mouseX	pageX	getX() (เมธอดของ MotionEvent)
พิกัดเมาส์ในแกน **y**	mouseY	pageY	getY()(เมธอดของ MotionEvent)
ตัวฟ้าสังเกตเหตุการณ์ (Event Listener)			
เมื่อคลิกเมาส์	MOUSE_DOWN	click	ACTION_DOWN
เมื่อเลื่อนเมาส์	MOUSE_MOVE	mousemove	ACTION_MOVE
เมื่อปล่อยคลิกเมาส์	MOUSE_UP	mouseup	ACTION_UP
เมธอด			
ตั้งพิกัดเริ่มต้น	moveTo()	moveTo()	เป็นพารามิเตอร์ใน drawLine()
วาดเส้นตรงไปยังพิกัดที่ระบุ	lineTo()	lineTo()	drawLine()
ตรวจสอบการชน (Collision Detection)	hitTestPoint()	ไม่มี (ต้องพัฒนาเอง)	ไม่มี (ต้องพัฒนาเอง)

2.4 การวัดผลทางการศึกษา (Educational Assessment)

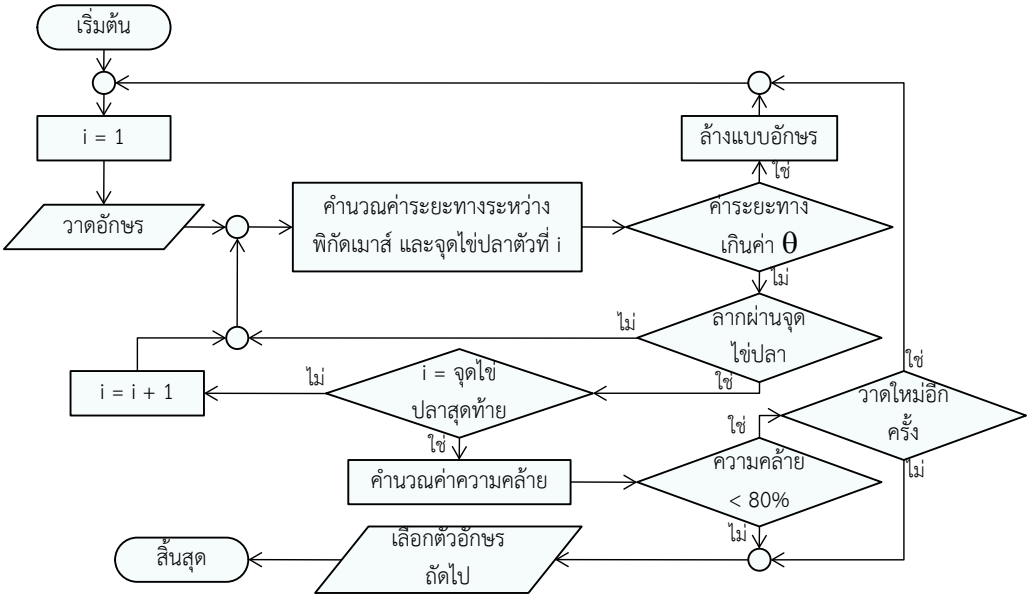
การวัดผลทางการศึกษา [2] เป็นกระบวนการกระทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศบุคคลแต่ละบุคคลหรือกลุ่มบุคคลให้ได้มาถึงการวัดผลความรู้ ทักษะ การประเมินผลแบ่งออกได้เป็นสองรูปแบบคือ การวัดผลย่อย (Formative Assessment) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่ครูและนักเรียนเก็บข้อมูลระหว่างกระบวนการเรียนเพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น และการวัดผลสรุป (Summative Assessment) ซึ่งหมายถึงกระบวนการประเมินผลอย่างเป็นทางการเมื่อบทเรียนหรือกิจกรรมสิ้นสุด บลูมได้แบ่งมิติการวัดผลการเรียนรู้เป็นสามด้าน [8] คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งหมายถึงพฤติกรรมที่เกี่ยวกับสติปัญญา ความรู้ ความคิด หรือพฤติกรรมทางด้านสมองของบุคคลจิตพิสัย (Affective Domain) ซึ่งหมายถึงพฤติกรรมทางด้านจิตใจ ซึ่งจะเกี่ยวกับค่านิยม ความรู้สึก คุณธรรม และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งหมายถึงพฤติกรรมที่เห็นได้จากการลงมือปฏิบัติงาน โดยมีคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะที่เกิดขึ้น

งานวิจัยชิ้นนี้มีประโยชน์มากในแง่ของการศึกษาเพราะได้วัดผลการเรียนรู้ทั้งในแง่พุทธิพิสัย (การเขียนอักษรไทยที่ถูกต้องเป็นอย่างไร) และทักษะพิสัย (การลงมือปฏิบัติเพื่อเขียนอักษรไทย) นอกจากนี้ยังมีการวัดผลย่อย (การแจ้งเตือนขณะผู้เรียนกำลังลงมือปฏิบัติการเขียน) และมีการวัดผลสรุป (มีการให้คะแนนเมื่อผู้เรียนเขียนตัวอักษรเสร็จแล้ว)

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

บริบททั้งหมดของขั้นตอนวิธีที่ใช้เพื่อพัฒนาแบบฝึกหัดฝึกเขียนตัวอักษรไทยที่งานวิจัยชิ้นนี้เสนอขึ้นแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งแสดงไว้ในรูปแบบของผังงานและมีการอธิบายรายละเอียดเพื่อเติมแยกเป็นหัวข้อย่อยสามหัวข้อดังนี้ 1) การตรวจสอบรูปร่างการเขียนตัวอักษรระหว่างฝึกเขียนของผู้เรียน เนื่องจากการเขียนพยัญชนะไทย จำเป็นต้องสนใจทิศทางการเขียน เนื่องจากผู้เรียนบางคนที่ไม่เคยเขียนพยัญชนะไทย อาจศึกษาการเขียนด้วยการสังเกตรูปร่างของพยัญชนะแต่ละตัว และฝึกเขียนอย่างผิดทิศทาง โดยรายละเอียดได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1 2) การคำนวณค่าขีดแบ่ง ในหัวข้อนี้เป็นการอธิบายว่าควรใช้ระยะทางเท่าไรจึงจะเหมาะสมเพื่อให้ระบบแจ้งเตือนกับผู้เรียนว่าตัวอักษรที่วาดขึ้นนั้นไม่ใกล้เคียงกับโมเดลต้นแบบ โดยรายละเอียดการคำนวณค่าขีดแบ่งโดยอัตโนมัติได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.2 และ 3) การคิดคะแนนว่าตัวอักษรที่ผู้ใช้งานวาดขึ้น

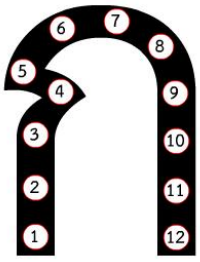
นั้นมีความคล้ายกับโมเดลต้นแบบมากเพียงใด โดยการประยุกต์ใช้งานค่าเอฟเมเซอร์ที่เคยกล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้า



ภาพที่ 1: ผังงานแสดงการทำงานทั้งหมดของขั้นตอนวิธีที่เสนอ

3.1 ขั้นตอนวิธีตรวจสอบทิศทางการเขียน

ขั้นตอนแรกในการพัฒนาบทเรียนคือการออกแบบหน้าจอ โดยหน้าจอจะประกอบด้วยวัตถุที่แทนด้วยตัวอักษรต้นแบบ และวัตถุที่แทนด้วยจุดไข่ปลา ซึ่งตำแหน่งที่วางคือบนวัตถุตัวอักษรต้นแบบที่สร้างขึ้นก่อนหน้า และตำแหน่งที่ตั้งจะวางเรียงตามทิศทางการเขียนอักษรไทยที่ถูกต้อง ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแสดงในภาพที่ 2 ที่แสดงจุดไข่ปลา 12 จุดที่วางบนตัวอักษร “ก” ตามลำดับการเขียนที่ถูกต้องโดยเริ่มจากหัวอักษรไปยังหางอักษร การมีเลขระบุในจุดไข่ปลามีเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าควรเริ่มต้นการเขียนจากจุดใดไปยังจุดต่อ ๆ ไปตามลำดับ ขั้นตอนต่อมาคือลงมือพัฒนาโปรแกรมโดยตัวแปรรหัสเทียมที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมแสดงในตารางที่ 2 โดยตัวแปรและฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องแสดงในตารางที่ 3 ตามลำดับ ขั้นตอนวิธีตรวจสอบทิศทางการเขียนจะยุติเมื่อ จุดไข่ปลาจุดสุดท้ายถูกลากผ่าน และคะแนนความคล้ายของตัวอักษรจะได้รับการคำนวณค่า



ภาพที่ 2: ตัวอย่างการวางวัตถุจุดไข่ปลาบนตัวอักษรต้นแบบ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ประยุกต์ใช้ระยะทางแบบยุคลิดในการหาว่าระยะทางระหว่างพิกัดของนิ้วขณะผู้ใช้วาดตัวอักษรกับจุดไข่ปลาห่างกันเท่าไร โดยใช้สมการที่ 6

$$\text{dist}(mousePos, p_i) = \sqrt[2]{(mouseX - p_i.x)^2 + (mouseY - p_i.y)^2} \quad (6)$$

การวาดภาพให้วัตถุสามารถทำได้ด้วยการใช้เมธอดที่เกี่ยวข้องการกับการวาดเช่น moveTo() lineTo() หรือ drawTo() เป็นต้น ตามแต่คำสั่งของแต่ละภาษาที่โปรแกรมเมอร์ใช้พัฒนา โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2: ขั้นตอนวิธีการตรวจสอบทิศทางการเขียนอักษรไทย

```
Algorithm:Handwriting Direction Detection
IF TouchEvent.MOUSEDOWN = true THEN
  startDraw(myShape)
END IF

IF TouchEvent.MOUSEMOVE = true THEN
  mousePos = (mouseX, mouseY)
  distance = dist(mousePos, p_i)   // equation 6
```

```
  IF distance > θ THEN              //section 3.2
    clear(myShape)
    i = 1;
  ELSE
    IF p_i is reached THEN
      IF p_n is reached THEN
        calcScore(myShape, model);//section 3.3
      END IF
      i++;
    END IF
  END IF
END IF

IF TouchEvent.MOUSEUP = true THEN
  stopDraw(myShape)
END IF
```

ตารางที่ 3: ตัวแปร และฟังก์ชั่นที่เกี่ยวข้องในรหัสเทียม

วัตถุ	คำอธิบาย
$p_1, p_2, \ldots, p_i, \ldots, p_n$	วัตถุแทนจุดไข่ปลาบนตัวอักษรไทย ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n มีค่าเป็นคู่อันดับพิกัด x และ y บนหน้าจอ
model	วัตถุแทนตัวอักษรต้นแบบ
myShape	วัตถุแทนตัวอักษรที่ผู้ใช้วาดขึ้น
TouchEvent.MOUSEDOWN	เหตุการณ์เมื่อนิ้วสัมผัสจอ
TouchEvent.MOUSEUP	เหตุการณ์เมื่อยกนิ้วออกจากจอ
TouchEvent.MOUSEMOVE	เหตุการณ์เมื่อสัมผัสจอและลาก
startDraw()	ฟังก์ชันเริ่มวาดตัวอักษร
stopDraw()	ฟังก์ชันหยุดวาดตัวอักษร
clear()	ฟังก์ชันใช้เคลียร์วัตถุที่ผู้ใช้วาดให้ว่าง
dist()	ระยะทางแบบยุคลิด เพื่อหาว่าพิกัดเมาส์อยู่ห่างจากจุดไข่ปลาเท่าไร แสดงดังสมการ (6)
calculateScore()	ฟังก์ชันหาความคล้ายระหว่างตัวอักษรที่วาดกับตัวอักษรโมเดล แสดงในหัวข้อที่ 3.3
mouseX	พิกัดแกน x บนจอที่นิ้วสัมผัสอยู่
mouseY	พิกัดแกน y บนจอที่นิ้วสัมผัสอยู่
mousePos	คู่อันดับพิกัดของเมาส์
θ	ค่าขีดแบ่ง วิธีการคำนวณแสดงในหัวข้อที่ 3.2

3.2 การคำนวณหาค่าขีดแบ่งโดยอัตโนมัติ

การกำหนดค่าให้พารามิเตอร์ด้วยตัวผู้ใช้งานเองนับเป็นเรื่องยุ่งยากในการพัฒนาโปรแกรม แนวคิดเบื้องต้นที่งานวิจัยชิ้นนี้ใช้เพื่อหาค่าขีดแบ่ง (Threshold) θ โดยอัตโนมัติคือ ค่าระยะทางที่ผู้ใช้งานระบบสร้างขึ้นไม่ควรมากกว่าค่าเฉลี่ยของระยะทางของจุดไข่ปลาทั้งหมดบนฉากในตำแหน่งที่อยู่ติดกัน นั่นคือจุดที่หนึ่งกับจุดที่สอง จุดที่สองกับจุดที่สาม เรื่อยไปจนถึงจุดสุดท้าย ข้อดีของการใช้ขั้นตอนวิธีนี้คือ ช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถเขียนโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีขนาดหน้าจอที่แตกต่างกันได้โดยไม่เป็นปัญหา รายละเอียดของขั้นตอนวิธีแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ขั้นตอนวิธีคำนวณค่าขีดแบ่งโดยอัตโนมัติ

```
FUNCTION findThreshold(p_1..p_n)
θ = 0
FOR i=1 TO n-1
  θ = θ + dist(pi,p_i+1)   // equation 6
END FOR
θ = θ / n
```

3.3 การคิดคะแนนความคล้ายของตัวอักษรที่เขียน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ประยุกต์วิธีการคำนวณค่าความคล้ายของตัวอักษรที่ผู้ใช้วาดขึ้นกับตัวอักษรต้นแบบด้วยการใช้เอฟเชอร์ที่แสดงในสมการที่ 3 อย่างไรก็ตาม เพื่อใช้งานสมการดังกล่าวให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับระบบงาน งานวิจัยชิ้นนี้จึงกำหนดข้อมูลนำเข้าของค่าความเที่ยง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ดังสมการที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

$$precision = \frac{\#(\text{พิกเซลของอักษรที่ผู้ใช้วาด} \cap \text{พิกเซลตัวอักษรต้นแบบ})}{\#\text{พิกเซลของอักษรที่ผู้ใช้วาด}} \quad (7)$$

$$recall = \frac{\#(\text{พิกเซลของอักษรที่ผู้ใช้วาด} \cap \text{พิกเซลตัวอักษรต้นแบบ})}{\#\text{พิกเซลตัวอักษรต้นแบบ}} \quad (8)$$

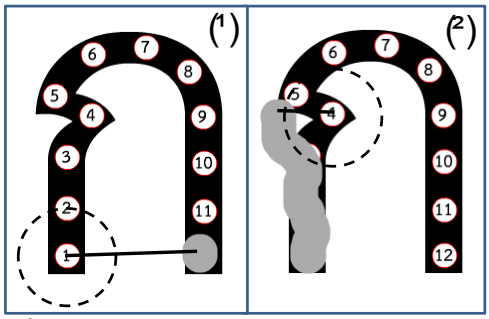
โดยค่าเมื่อคำนวณค่าเอฟเมเชอร์ด้วยสมการที่ 3 เสร็จแล้วจะนำไปคูณด้วย 100 ทำให้ได้ค่าแนนความคล้ายที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดสอบการเขียน

เพื่อเป็นการยืนยันว่าขั้นตอนวิธีที่เสนอในหัวข้อก่อนหน้าสามารถตรวจสอบการลากเส้นผิดทิศทางได้หรือไม่ ในหัวข้อนี้จึงได้ยกตัวอย่างเป็นรูปภาพให้เข้าใจง่ายดังภาพที่ 3 (ก) ที่ผู้เรียนได้เริ่มวาดอักษร “ก” ที่ปลายหาง วงกลมเส้นประที่อยู่รอบจุดไข่ปลาจุดที่หนึ่งหมายถึงค่าขีดแบ่งที่คำนวณจากขั้นตอนวิธีในตารางที่ 4 เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดไข่ปลาจุดที่หนึ่งและบริเวณที่ผู้ใช้งานวาดล่าสุดแทนด้วยค่าระยะทางที่คำนวณได้จากสมการที่ 6 ขั้นตอนวิธีที่เสนอขึ้นไม่อนุญาตให้ผู้เรียนวาดเส้นเกินขอบเขตของจุดไข่ปลานั้น และผู้เรียนต้องเริ่มวาดอักษรใหม่อีกครั้ง ภาพที่ 3 (ข) แสดงกรณีที่ผู้เรียนได้

วาดอักษร “ก” ผ่านไปสามจุด และเริ่มวาดออกนอกจุดที่สี่ไปไกลกว่าค่าขีดแบ่ง กรณีนี้ผู้เรียนต้องเริ่มวาดอักษรใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 3: การลากเส้นที่ทำให้ระยะทางเกินค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้

4.2 การนำขั้นตอนวิธีไปพัฒนาโปรแกรมจริง

โปรแกรมประยุกต์นี้ (Application) พัฒนาเพื่อใช้งานบนแท็บเล็ตแกแล็กซี่โน้ต 8.0 (Galaxy Note 8.0) ความละเอียดหน้าจอที่ 1280×800 บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าขั้นตอนวิธีที่ออกแบบสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ ผู้เรียนสามารถเลือกพยัญชนะไทยตามความสมัครใจของผู้เรียนว่าต้องการฝึกเขียนพยัญชนะตัวใด แบบฝึกนี้ประกอบด้วยโครงร่างจุดไข่ปลาเป็นรูปดาวของพยัญชนะไทยเสมือนกับแบบฝึกคัดไทยให้ลากเส้นและมีหมายเลขกำกับจุดไข่ปลาแต่ละจุด แสดงดังภาพที่ 4 เมื่อลากผ่านจุดไข่ปลา ใด ๆ จุดนั้นพร้อมหมายเลขที่กำกับจะหายไปเหลือไว้แค่เส้นที่ลากเสร็จ โดยโปรแกรมจะเริ่มคำนวณคะแนนค่าความคล้ายของตัวอักษรที่ผู้เรียนวาดเมื่อจุดไข่ปลาจุดสุดท้ายถูกลากผ่าน และโปรแกรมจะมีปฏิสัมพันธ์ตอบกลับเป็นกล่องข้อความ แสดงเปอร์เซ็นต์คะแนนและระดับการเขียนว่าผ่านหรือไม่ แสดงดังภาพที่ 5 เพื่อสรุปความรู้ ความเข้าใจในการเรียนรู้พยัญชนะไทยของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 4: หน้าจอแบบฝึกหัดฝึกเขียนอักษรไทย



ภาพที่ 5: หน้าจอรายงานคะแนนหลังการเขียน

5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนอขั้นตอนวิธีที่ใช้พัฒนาแบบฝึกหัดการเขียนอักษรไทยที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เช่น แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน เป็นต้น ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมีข้อดีคือช่วยให้อุปกรณ์สามารถตรวจสอบการเขียนอักษรไทยได้ในทิศทางที่ถูกต้อง และสามารถแจ้งคำเตือนในทันทีให้ผู้เรียนในกรณีที่รูปร่างของตัวอักษรที่ผู้เรียนวาดขึ้นนั้นไม่ใกล้เคียงกับตัวอักษรต้นแบบ นอกจากนี้ยังมีระบบคิดคะแนนว่าตัวอักษรไทยที่เขียนขึ้นนั้นมีความถูกต้องกี่เปอร์เซ็นต์ อันเป็นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนอย่างเหมาะสมด้วยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาอย่างเป็นประโยชน์ นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ยังสามารถปรับปรุงเพื่อใช้ประโยชน์ในการสร้างระบบตรวจสอบการเขียนในภาษาอื่นที่ไม่ใช่ภาษาไทยได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ประเสริฐ ณ นคร, ลายสือไท, สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ, 2546.

[2] M. C. Rodriguez, “The role of classroom assessment in student performance on TIMSS”, *Applied Measurement in Education*. vol.17, no. 1, pp.1-24, 2004.

[3] P.A. Jaskowiak, R.J.G.B. Campello, and I.G. Costa, “On the selection of appropriate distances for gene expression data clustering”, *the 12th Asia Pacific Bioinformatics Conference (APBC 2014): Bioinformatics*, Shanghai, China, January 2014.

[4] G. Hripcsak, and A. S. Rothschild, “Agreement, the F-Measure, and Reliability in Information Retrieval”, *Journal of the American Medical Informatics Association*. vol.12, no.3. pp.296-398, 2004.

[5] จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศธร จันทร์ยอย, และณัฐณิชา วีระมงคลเลิศ, *Android App Development*, ไอดีซีฯ:นนทบุรี, 2555.

[6] C.Moock, Essential Action Script 3.0, O'Reilly media: Adobe Dev Library, 2007

[7] เทพฤทธิ์ สินธำรงรักษ์, *สร้างเกมด้วย HTML5*, ซีเอ็ดยูเคชั่น: กรุงเทพฯ, 2556.

[8] U.Fuller, C.G. Johnson, T.Ahoniemi, et.al. "Developing a computer science-specific learning taxonomy", *the 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, Dundee, Scotland, June 2007.

การวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้าน โดยอิงมาตรฐานไอทียู่ร่วมกับการวางข่ายสายตอนนอก
Analysis of Fiber to the Home Network based on ITU Standards with Outside Plant

ธนพร เจษฎาเมธาขจร(Tanaporn Jesadamethakajorn)[1] และผุสดี บุญรอด(Pudsadee Boonrawd)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1] toei.cs.hp@gmail.com, [2]pudsadee@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้านเป็นรูปแบบการให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่รองรับการสื่อสารข้อมูลได้หลายรูปแบบพร้อมกัน ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสร้างโปรแกรมจำลองเพื่อใช้ในการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงโดยอิงมาตรฐานไอทียู (International Telecommunication Union: ITU) ร่วมกับการวางข่ายสายตอนนอก (Outside Plant) เพื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการโดยใช้วิธีเคมีน (K-means Clustering) ในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการซึ่งคำนึงถึงประสิทธิภาพการให้บริการของโครงข่าย และประหยัดงบประมาณในการลงทุน จากผลการวิจัยพบว่าการแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการด้วยวิธีอีเอ็ม(Expectation Maximization: EM) ทำให้มีงบประมาณการลงทุนรวมต่ำกว่าวิธีเคมีนเมื่อมีจำนวนกลุ่มผู้ใช้บริการเท่ากัน ซึ่งมีการแสดงผลผ่านทางโปรแกรมจำลองการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้านบนแผนที่กูเกิลแม็พ (Google Map) พร้อมกับรายละเอียดรายการของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวางโครงข่าย ซึ่งสามารถคำนวณงบประมาณการลงทุนรวม ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เคเบิลใยแก้วนำแสง มาตรฐานไอทียู การวางสายตอนนอก การแบ่งกลุ่มเคมีน วิธีอีเอ็ม

Abstract

A design of Fiber to the Home is a pattern of high speed internet services, which supports the communication of several data types simultaneously. The objective of this research is to develop the mathematical model and the simulation program for representing the fiber optic network to the habitation. The proper network for customers is designed by considering the International Telecommunication Union (ITU) standard and Outside Plant. A K-means clustering is proposed to cluster customers in this research and it needs to obtain the High service efficiency and low investment cost. The experimental results show that the Expectation Maximization (EM) method obtains less investment cost than using the K-means Clustering, when the customers' size is equal. Moreover, the results of this research are illustrated as the display of the optimal fiber optic network design to each customer house on Google Map and the network device's details are explained. The investment cost can be computed therefore the system is easier and more comfortable for users.

Keywords: Fiber to the Home, ITU Standard, Outside Plant, K-means Clustering, Expectation Maximization Method.

1. บทนำ

เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติในช่วงปี พ.ศ.2552 ถึง 2556 มีแนวโน้มการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นจากจำนวน 12.3 ล้านคน เป็น 18.3 ล้านคน [1] แต่การให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ในปัจจุบันมักใช้สายทองแดง (Asymmetric Digital Subscribers Line: ADSL) ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านความเร็วการ

สื่อสารข้อมูล โดยจะมีค่าลดลงเมื่อมีระยะทางเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อัตราการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากชุมสาย ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยเทคโนโลยีการให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสง โดยการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้าน สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ทำให้รองรับการใช้อินเทอร์เน็ตที่เพิ่มมากขึ้น มีอัตราการรับส่งข้อมูลมีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ผ่านโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงก่อนวางโครงข่ายต้องมีการสำรวจพื้นที่และทำประมาณการเพื่อวางแผนการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง โดยการวาดใส่กระดาษหรือโดยใช้โปรแกรม AutoCAD
ซึ่งไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในที่เดียวกัน ทำให้ค้นหาข้อมูลค่อนข้างลำบาก บางครั้งข้อมูลสูญหาย ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการไปสำรวจพื้นที่จริงใหม่อีกครั้ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสร้างโปรแกรมจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้านภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ โดยเน้นให้มีงบประมาณการลงทุนต่ำ และสามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของบทความวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 6 ส่วนหลัก คือ บทนำ ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินงานวิจัย สรุปผลการวิจัย และเอกสารอ้างอิง

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสง (Fiber to the x: FTTx)

การให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงมีคุณภาพและความเร็วในการรับส่งสัญญาณสูงกว่าการให้บริการผ่านสายทองแดง อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสงนี้มีความเร็วตั้งแต่ 10 Mbps ถึง 10 Gbps ทำให้มีการรับส่งข้อมูลมีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยการสื่อสารข้อมูลจากชุมสายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการเป็นระบบสื่อสัญญาณเชิงแสง ซึ่งใช้เส้นใยแก้วนำแสงร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ (PON) ต่อเชื่อมจากโครงข่ายไปยังผู้ใช้ปลายทาง โดย x คือ สถานที่ที่สายใยแก้วนั้นเชื่อมโยงไปถึง หากต่อเชื่อมโครงข่ายไปถึงบ้านจะเรียกว่า เทคโนโลยีเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้าน (Fiber to the Home: FTTH) [2] โดยเทคโนโลยีนี้จะมีชุมสายที่เป็นสำนักงานกลาง (Central Office: CO) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับสัญญาณการให้บริการไปยังผู้ใช้ที่อยู่ในเขตควบคุมของชุมสาย รวมทั้งเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับระบบโครงข่ายสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลไปยังส่วนต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ

2.2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงต้องใช้งบประมาณการลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming: ILP) [3],[4] มาช่วยในการวางโครงข่ายให้มีงบประมาณการลงทุนต่ำลง ซึ่งพบว่าถ้ามีการวางตัวแยกแสงอย่างเป็นอิสระ(Unconstrained Splitting Stage) จะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง ในบางงานวิจัยมีการนำการโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming: NP) มาแก้ปัญหาการวางโครงข่ายให้ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลงร่วมกับวิธีพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) [5] โดยการสร้างแบบจำลองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อแก้ปัญหาการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งผลการทดสอบ ทั้งแบบจำลอง GA และ ILP สามารถแก้ไขปัญหาโดยสามารถหาวิธีการที่เหมาะสมได้ แต่แบบจำลอง GA ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าแบบจำลอง ILP

นอกจากนี้ยังมีนำเอาทฤษฎีของ Lee’s Algorithm มาใช้ในการคำนวณ เพื่อหาเส้นทางในการหลีกเลี่ยงอุปสรรคที่เหมาะสม และนำเอาทฤษฎีการแบ่งกลุ่มโดยวิธีเคมีน[6] มาช่วยในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการให้เหมาะสม และเพียงพอกับอุปกรณ์ต้นทางที่ใช้กระจายสัญญาณ และใช้ทฤษฎี Genetic Algorithm [7]
มาช่วยในการหาเส้นทางที่เหมาะสม จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้การคำนวณดังกล่าวเพื่อวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และใช้เวลาน้อยกว่าการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงที่ทำการออกแบบโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงโดยการการวาดใส่กระดาษด้วยมือ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

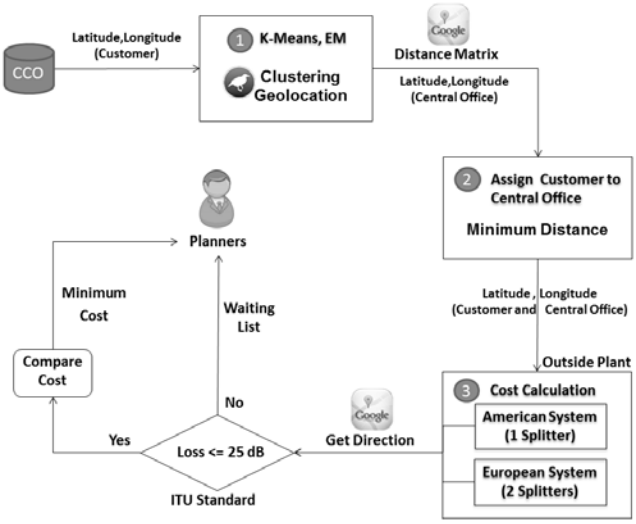
การวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้านโดยอิงมาตรฐานไอทียู ร่วมกับการวางข่ายสายตอนนอก มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยใช้กรณีศึกษาเป็นพิกัดที่ตั้งของศูนย์บริการทีโอทีภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 11 แห่ง ซึ่งใช้แทนตำแหน่งชุมสาย และมีข้อมูลพิกัดที่ตั้งของผู้ใช้บริการภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 8,617 ราย

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมจำลอง

การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมจำลอง มีกรอบแนวคิดของการวิจัยดังภาพที่ 1



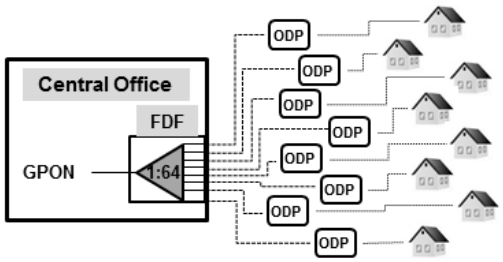
ภาพที่ 1 : กรอบแนวคิดของการวิจัย

3.2.1 การแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการ โดยทำการดึงข้อมูลพิกัดผู้ใช้บริการจากฐานข้อมูลของระบบ (CCO) และใช้วิธีแบ่งกลุ่มเคมีน (K-means Clustering) ซึ่งทำการเตรียมข้อมูลโดยการกรองพิกัดของผู้ใช้บริการที่ซ้ำกันออกไป และนำเข้าไปจัดกลุ่มด้วยโปรแกรมเวก้า (Weka) เวอร์ชัน 3.6 ซึ่งผู้วิจัยได้เริ่มกำหนดจำนวนกลุ่มให้เท่ากับจำนวนชุมสาย คือ 11 และเพิ่มจำนวนกลุ่มขึ้นเป็น 30 และ 50 กลุ่ม เพื่อทำการแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการ

3.2.2 การจัดกลุ่มผู้ใช้บริการเข้าสู่ชุมสายที่ใกล้ที่สุดโดยการใช้ฟังก์ชันค้นหาระยะทาง โหมดการหาระยะทางบนถนน (Driving Mode) แบบหลีกเลี่ยงทางด่วน ซึ่งทำการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสของกูเกิลแม็พในการหาระยะทางจากจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม (Cluster) ถึงชุมสายทั้งหมด แล้วนำระยะทางที่ได้มาเปรียบเทียบกัน เมื่อจัดกลุ่มผู้ใช้บริการเข้าสู่ชุมสายแล้ว ข้อมูลพิกัดเหล่านี้จะถูกส่งยังขั้นตอนต่อไป

3.2.3 การคำนวณงบประมาณการลงทุน โดยการหาระยะทางและเส้นทางการวางโครงข่ายจากพิกัดชุมสายถึงอุปกรณ์ตู้พักปลายทาง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบตามการวางข่ายสายตอนนอก [8] คือ ระบบข่ายสายแบบอเมริกัน (American System) และระบบข่ายสายแบบยุโรป (European System) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ระบบข่ายสายแบบอเมริกัน เป็นการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงจากเครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ (GPON) และมีตัวแยกแสง 1 ชั้น (Centralized Splitting) ชนิด 1:64 ซึ่งอยู่ภายในชุมสายไปจนถึงอุปกรณ์ตู้พักปลายทางชนิด ODP ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : ระบบข่ายสายแบบอเมริกันโดยใช้ตัวแยกแสง 1 ชั้น

การหาพิกัดที่ตั้งของอุปกรณ์ในการวางข่ายสายประเภทนี้ คือ พิกัดตู้พักปลายทางชนิด ODP โดยการใช้ฟังก์ชันค้นหาเส้นทางบนถนนแบบหลีกเลี่ยงเส้นทางด่วนของกูเกิลแม็พ เพื่อหาจุดรองสุดท้ายก่อนถึงพิกัดผู้ใช้บริการ ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นพิกัดที่ตั้งของตู้พักปลายทาง จากนั้นจึงหาระยะทางจากชุมสายถึง ตู้พักปลายทางอีกครั้งหนึ่ง เพื่อนำระยะทางสายไปคำนวณงบประมาณการลงทุนของการวางข่ายสาย ซึ่งการวางข่ายสายแบบอเมริกันมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวนงบประมาณการลงทุนสำหรับผู้ใช้บริการ 1 ราย ดังสมการที่ 1

$$\text{Cost}_1 = \frac{C_{pon}}{512} + \frac{C_{fdfSP}}{64} + C_{odp} + (C_f \times \frac{\text{Fiber}_{odp}}{100}) \qquad (1)$$

เมื่อ C_{pon} ราคาอุปกรณ์ภายในชุมสายสำหรับเสียบการ์ด และการ์ดที่ใช้เป็นอุปกรณ์เครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ

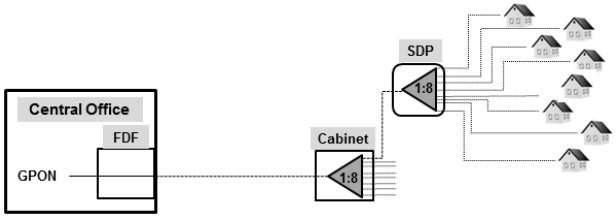
C_{fdfSP} ราคาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายสู่สายเคเบิลภายนอก และตัวแยกแสงชนิด 1:64

C_{odp} ราคาตู้พักปลายทางชนิด ODP จำนวน 1 ตู้

C_f ราคาสายเคเบิลใยแก้วนำแสงต่อระยะทาง 100 เมตร

$Fiber_{odp}$ ระยะทางสายเคเบิลใยแก้วนำแสงจากชุมสายถึง ODP มีหน่วยเป็นเมตร

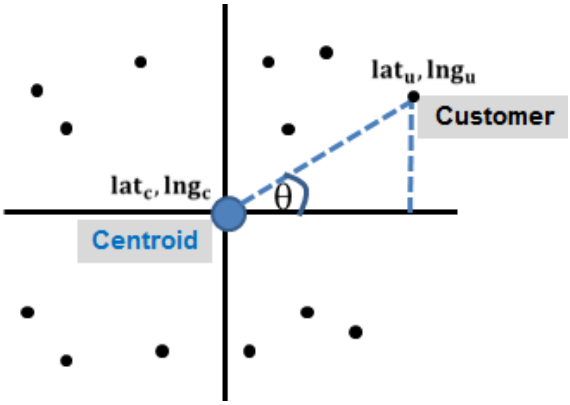
3.2.3.2 ระบบข่ายสายแบบยุโรป เป็นการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงจากเครือข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟซึ่งอยู่ภายในชุมสายลากไปยังตู้ผ่าน (Cabinet) ใช้ตัวแยกแสงชั้นที่ 1 ชนิด 1:8 ไปจนถึงอุปกรณ์ตู้พักปลายทางชนิด SDP โดยใช้ตัวแยกแสงชั้นที่ 2 ชนิด 1:8 (Distribution Splitting) ใช้สายโยงเข้าด้วยกันซึ่งจะใช้โยงสายเคเบิลได้หลายหลายเส้น มีการยืดหยุ่นสูง สามารถเปลี่ยนคู่สายเคเบิลได้ง่ายดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : ระบบข่ายสายแบบยุโรปโดยใช้ตัวแยกแสง 2 ชั้น

การหาพิกัดที่ตั้งของอุปกรณ์ในการวางข่ายสายประเภทนี้ คือ พิกัดตู้ผ่าน ตู้พักปลายทางชนิด SDP และกำหนดให้ผู้ใช้บริการเชื่อมกับตู้พักปลายทาง จากนั้นตู้พักปลายทางจะถูกเชื่อมเข้าไปกับตู้ผ่าน และตู้ผ่านจะถูกเชื่อมเข้ากับชุมสาย

จากภาพที่ 3 ตู้ผ่าน 1 ตู้สามารถรองรับผู้ใช้บริการได้ 64 ราย และตู้พักปลายทาง 1 ตู้สามารถรองรับผู้ใช้บริการได้ 8 ราย ดังนั้นจึงต้องทำการจัดกลุ่มของผู้ใช้บริการให้เหมาะสม โดยการนำพิกัดของผู้ใช้บริการ และศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม (Centroid) ซึ่งอยู่ในระบบพิกัดภูมิศาสตร์แบบตัวเลขทศนิยม (Decimal Degree: DD) แปลงไปเป็นระบบพิกัดกริด (Universal Transverse Mercator: UTM) [9] เพื่อนำค่าที่ได้มาหามุมระหว่างจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม ไปยังจุดของผู้ใช้บริการแต่ละคนในกลุ่มนั้นดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : การหามุมระหว่างจุดสองจุด

การหาค่ามุมโดยใช้ทฤษฎีของระบบพิกัดเชิงขั้ว (Polar Coordinate Systems) [10] เป็นระบบพิกัดที่อ้างอิงตำแหน่งโดยความยาวรัศมีจากจุดกำเนิดถึงตำแหน่งพิกัดที่ระบุ คือ ระยะรัศมี ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่ามุมที่มีแนวรัศมีทำกับแนวระนาบ (θ) โดยใช้ทฤษฎีตรีโกณมิติในการคำนวณจากสมการที่ 2

$$\tan^{-1} = \frac{lng_u - lng_c}{lat_u - lat_c} \qquad (2)$$

เมื่อได้ค่ามุมของผู้ใช้บริการทุกรายแล้วให้ทำการเรียงลำดับจากมุมที่หาได้ในแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มเรียงจาก 0 องศา ถึง 360 องศา จากนั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มผู้ใช้บริการ64 รายแรก จากการเรียงลำดับให้กับอุปกรณ์ตู้ผ่านที่ 1 แบ่ง 64 รายถัดไปให้กับตู้ผ่านถัดไป ซึ่งจะได้ลักษณะการแบ่งกลุ่มลูกค้าให้กับตู้ผ่านลักษณะคล้ายกับการแบ่งเค้ก ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าให้กับตู้พักปลายทางก็ทำแบบเดียวกัน จากนั้นก็ทำการหาตำแหน่งของอุปกรณ์ทั้งสองชนิด โดยการหาค่าเฉลี่ยของค่าละติจูดและลองติจูดของผู้ใช้บริการตามกลุ่มที่แบ่งได้ การวางข่ายสายแบบยุโรปมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวนงบประมาณการลงทุนสำหรับผู้ใช้บริการ 1 ราย ดังสมการที่ 3

$$Cost_2 = \frac{C_{pon}}{512} + \frac{C_{fdf}}{72} + \left(\frac{C_{cabSP}}{64} + \left(C_f \times \frac{Fiber_{cab}}{100}\right)/64\right) + \left(\frac{C_{sdpSP}}{8} + \left(C_f \times \frac{Fiber_{sdp}}{100}\right)/8\right) \qquad (3)$$

เมื่อ C_{fdf} ราคาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายสู่สายเคเบิลภายนอก

C_{cabSP} ราคาตู้ผ่านพร้อมตัวแยกแสงชนิด 1:8 จำนวน 1 ตู้

C_{sdpSP} ราคาตู้พักปลายทางชนิด SDP พร้อมตัวแยกแสงชนิด 1:8 จำนวน 1 ตู้

$Fiber_{cab}$ ระยะทางสายเคเบิลใยแก้วนำแสงจาก ชุมสายถึง Cabinet มีหน่วยเป็นเมตร

$Fiber_{sdp}$ ระยะทางสายเคเบิลใยแก้วนำแสงจาก Cabinet ถึง SDP มีหน่วยเป็นเมตร

เมื่อได้ระยะทางของการวางโครงข่ายทั้งสองแบบแล้ว จึงนำมาคำนวณค่าสูญเสียกำลัง เพื่อวัดประสิทธิภาพทางสายตามมาตรฐานไอทียู Class B+ [11] สำหรับอุปกรณ์กระจายแสงชนิด GPON ต้องมีค่าสูญเสียกำลังไม่เกิน 28 dB ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติจริงจะกำหนดไม่เกิน 25 dB เท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าสูญเสียกำลังที่ 25 dB ในการตรวจคุณภาพของสายที่มีการวางโครงข่ายทั้งสองแบบ หากเกินค่าที่กำหนดจะไม่สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้บริการรายนั้นได้

การคำนวณงบประมาณการลงทุนสำหรับผู้ใช้บริการแต่ละรายว่าเหมาะกับการวางข่ายสายแบบไหนที่สุด โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการวางข่ายสายแต่ละแบบว่าแบบไหนถูกที่สุด ซึ่งในแต่ละแบบมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณงบประมาณการลงทุนตามสมการที่ 1 และ 3

3.3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจำลอง

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมจำลองในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชัน โดยเลือกใช้โปรแกรมเน็ตบีนส์ NetBeans IDE 6.9.1 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมจำลองโดยใช้ภาษาพีเอชพีที่มีการนำเสนอรูปแบบการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้านผ่านแผนที่ออนไลน์กูเกิลแม็พผ่านเว็บเซอร์วิส (Google Map API) ซึ่งเรียกใช้ฟังก์ชันค้นหาสถานที่ (Geocoding API) ค้นหาระยะทาง (Distance Matrix) และค้นหาเส้นทาง (Directions Service) ส่วนการจัดการฐานข้อมูลใช้ MySQL และมีการจำลองระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ AppServ ซึ่งยึดหลักการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจำลองให้สามารถใช้งานง่ายและสะดวก

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าสามารถวิเคราะห์การวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงให้เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ และสามารถคำนวณงบประมาณการลงทุนได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งการวางข่ายตอนนอกแบบอเมริกัน และแบบยุโรปดังสมการที่ 1 และ3 ตามลำดับ ในส่วนของผลการประเมินแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีการคำนวณงบประมาณการลงทุนของผู้ใช้บริการรวมทุกราย ในการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : เปรียบเทียบงบประมาณการลงทุนโดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มเคมีนและอีเอ็ม

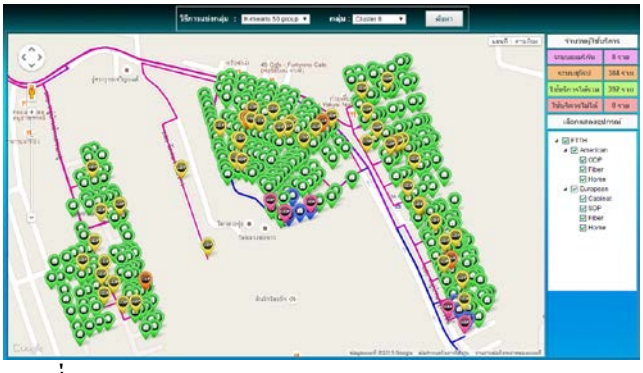
Algorithms	**K-means**			**EM**		
Number of groups	**50**	**30**	**11**	**50**	**30**	**11**
American System	477	722	1,279	397	522	594
European System	7,347	7,182	5,446	7,309	7,303	6,880
Service Available	7,824	7,904	6,725	7,706	7,855	7,474
Service Unavailable	798	713	1,892	911	762	1,143
Total Cost	**336,964,769**	**425,824,296**	**822,842,736**	**267,981,665**	**421,340,903**	**364,540,834**

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้ใช้บริการที่เหมาะสมต่อการวางข่ายสายแบบอเมริกัน และแบบยุโรป จำนวนผู้ใช้บริการที่สามารถให้บริการได้ ซึ่งเป็นผลรวมของการวางข่ายสายทั้งสองแบบจำนวนผู้ใช้บริการที่ไม่สามารถให้บริการได้ และงบประมาณการลงทุนรวมของผู้ใช้บริการทั้งหมด พบว่าการใช้ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีเคมีน เมื่อมีการแบ่งกลุ่ม 50 กลุ่ม จะมีงบประมาณการลงทุน 336 ล้านบาท ซึ่งถูกกว่า 30 และ 11 กลุ่ม มีงบประมาณการลงทุน 425 ล้านบาท และ 822 ล้านบาท ตามลำดับ แสดงว่าการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีเคมีนเมื่อมีจำนวนกลุ่มเพิ่มมากขึ้น ทำให้งบประมาณการลงทุนถูกลง ส่วนการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีอีเอ็มมีงบประมาณการลงทุนเมื่อมีการแบ่งกลุ่ม 50 กลุ่มจะมีงบประมาณการลงทุน 267 ล้านบาท การแบ่งกลุ่ม 30 และ 11 กลุ่ม มีงบประมาณการลงทุน 421 ล้านบาท และ 364 ล้านบาท ตามลำดับ เมื่อนำงบประมาณการลงทุนของการแบ่งกลุ่มทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกัน เมื่อจำนวนกลุ่มที่เท่ากัน

พบว่าการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีอีเอ็มทำให้งบประมาณการลงทุนถูกว่าวิธีเคมีน

4.2 โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง

โปรแกรมจำลองมีการแสดงเส้นทางการลากสายเคเบิลใยแก้วนำแสงตามเส้นถนน แสดงพิกัดที่ตั้งของชุมสาย พร้อมทั้งจำนวนผู้ใช้บริการในการวางโครงข่ายแต่ละแบบ จากภาพที่ 5 แสดงโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงซึ่งสามารถค้นหาการวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงบนแผนที่ โดยเลือกวิธีแบ่งกลุ่ม และชื่อกลุ่มที่ต้องการ ทางด้านขวามือของหน้าจอ มีการแสดงจำนวนผู้ใช้บริการได้ทั้งสองแบบ คือผู้ใช้บริการที่เหมาะกับการวางโครงข่ายทั้งแบบอเมริกันและยุโรป จำนวนรวมของผู้ใช้บริการได้ และจำนวนผู้ที่ไม่สามารถใช้บริการได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถเลือกแสดงสัญลักษณ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการวางโครงข่าย และตำแหน่งผู้ใช้บริการบนแผนที่ได้อีกด้วย



ภาพที่ 5 : โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์โครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง

ส่วนผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.68 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 ซึ่งทำให้ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองโดยรวมทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก

5. สรุปผลการวิจัย

การวางโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสงเข้าสู่บ้าน โดยใช้การวางข่ายสายตอนนอกสามารถกำหนดวิธีการวางข่ายสายให้เหมาะสมต่อผู้ใช้บริการ ซึ่งการแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีอีเอ็มจะทำให้มีงบประมาณการลงทุนต่ำกว่าวิธีเคมีน เมื่อมีจำนวนกลุ่มผู้ใช้บริการเท่ากัน ในส่วนของผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองของผู้เชี่ยวชาญสรุปผลได้ว่าผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมจำลองโดยรวมทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก จากผลการวิจัยนี้พบปัญหาของตำแหน่งการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ บนโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีข้อมูลพิกัดอุปกรณ์ ดังนั้งจึงต้องทำการวิเคราะห์ตำแหน่งอุปกรณ์จากตำแหน่งของผู้ใช้บริการ ซึ่งอาจจะมีความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งอุปกรณ์ และส่งผลต่อการคำนวณงบประมาณการลงทุนให้คลาดเคลื่อนตามไปด้วย หากมีตำแหน่งอุปกรณ์ที่แน่นอนจะให้การคำนวณงบประมาณการลงทุนแม่นยำมากยิ่งขึ้น

การวิจัยในอนาคตหากมีการออกแบบการวางโครงข่ายใยแก้วนำแสงให้มีหลากหลายรูปแบบมากขึ้น จะช่วยทำให้โปรแกรมจำลองแสดงผลที่หลากหลาย มีการคำนวณงบประมาณการลงทุนถูกลง และให้บริการโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. *สำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ.2556*. กรุงเทพฯ, *2556*.

[2] อธิคม ฤกษบุตร. *FTTH - Fiber To The Home*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, สาระสังเขป สืบค้นวันที่ 3 สิงหาคม 2557 จาก www.photonicsthai.org

[3] L. Gouveia, M. Lope and A. Sousa. “Single PON network design with unconstrained splitting stages.” *European Journal of Operational Research*. 240 (January 2015) : 361-371.

[4] M. Chardy, M.-C.Costa, et al. “Optimizing splitter and fiber location in a multilevel optical FTTH network.” *European Journal of Operational Research*. 222 (November 2012) : 330-340.

[5] A. Kokangul and A. Ari. “Optimization of passive optical network planning.” *Applied Mathematical Modeling*. 35 (2011) : 3345-3354.

[6] B. Lakic and M. Hajduczenia. “On optimized passive optical network (PON) deployment.” *Access Networks Workshops*. 7 (August 2007) : 1–8.

[7] K. Poon, D. Mortimore and J. Mellis. “Designing optimal FTTH and PON networks using new automatic methods.” *IET Conference Publications*. (June 2006) : 45–52.

[8] สุรศักดิ์ ศรีมากรณ์. *ทฤษฎีและขั้นตอนวิธีระบบโทรศัพท์.* กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

[9] สามารถ วงษ์ฤทธิ์. *การวิเคราะห์ความหมายของพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยโดยใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2555.

[10] จุฬาลักษณ์ วัฒนานนท์ และอนิราช มิ่งขวัญ. “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มของข้อมูลด้วยวิธี Correlation Plot A Comparative Efficiency of Correlation Plot Data Classification.” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. ปีที่ 22 (ม.ค.-เม.ย. 2555) : 77-89.

[11] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์กรมหาชน). *ITU: International Telecommunication Union.* กรุงเทพฯ , 2554. สาระสังเขป สืบค้นวันที่ 3 สิงหาคม 2557 จาก http://www.etda.or.th

ขั้นตอนวิธีการแปลงแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพลำดับ ด้วยเมต้าดาต้าโมเดลและกฎการแปลงแผนภาพ

Transformation Algorithm from BPMN Diagram to Sequence Diagram by Metadata Model and Rule-Based

ชวาล ตาลทรัพย์(Shavan Tansap)[1] และผุสดี บุญรอด(Pudsadee Boonrawd)[2]
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]childzu@gmail.com, [2]pudsadee@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนวิธีการแปลงแบบจำลองกระบวนทางธุรกิจเป็นแผนภาพลำดับ โดยแปลงข้อมูลนำเข้าให้อยู่ในรูปแบบเมต้าดาต้าโมเดลตามมาตรฐานรูปแบบแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่ใช้ DOM XML Parser สำหรับแยกส่วนประกอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น และประยุกต์ใช้การสร้างกฎการแปลงแผนภาพด้วยการพิจารณาที่ความหมายร่วมกับบริบทของแผนภาพทั้งสองเพื่อกำหนดการจับคู่กันของแผนภาพและทำการสร้างแฟ้มข้อมูลรูปภาพของแผนภาพลำดับโดยใช้ไลบรารี Quick Sequence Diagram Editor จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถแปลงแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพลำดับได้ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ และต่อยอดในการพัฒนาระบบการแปลงแผนภาพอัตโนมัติเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการจัดทำและปรับปรุงเอกสาร และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

คำสำคัญ: แบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจ แผนภาพลำดับ เมต้าดาต้าโมเดล เอ็กซ์เอ็มไอ

Abstract

The purpose of this research presents the algorithm of model transformation from BPMN diagram into the Sequence diagram. The BPMN diagram is converted into a metadata model conform to the format of XMI file for is an input of transformation process and then using XML DOM Parser for extract the element of the diagram. This algorithm use the rule-based by consider the definition and context of both diagrams to create the rule of mapping is the tool of transformation. The algorithm uses a library of Quick Sequence Diagram Editor to generate the picture of sequence diagram that is the output of transformation process. The result of research shows the successful of model transformation that follow by a presented algorithm. From this successful we can adapt to use in another model transformation and we can continues the development for create a model transformation automatically to reduce the time of create and modifies document and improve the efficiency in software development life cycle.

Keywords: Business Process Model and Notation, Sequence Diagram, Metadata Model, XML Metadata Interchange

1. บทนำ

เอกสารการวิเคราะห์ระบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้นประกอบด้วยเนื้อหาและแผนภาพประเภทต่าง ๆ สำหรับใช้อธิบายความต้องการของระบบให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพประเภทหนึ่งที่มีการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง [1] เนื่องจากเป็นแผนภาพที่แสดงถึงกระบวนการทางธุรกิจที่มีในขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบงาน แผนภาพลำดับเป็นอีกหนึ่งประเภทของแผนภาพที่นำมาใช้ประกอบการออกแบบระบบ [2] ที่สามารถแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนดได้ชัดเจน เมื่อความต้องการของระบบมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จำเป็นต้องทำการปรับปรุงแผนภาพต่าง ๆ นั้นตามไปด้วย ซึ่งหากความต้องการที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมาก

จะยิ่งเพิ่มภาระงานให้แก่นักวิเคราะห์ระบบที่จะต้องทำการปรับปรุงแผนภาพเพื่อให้ตรงตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากปัญหาดังกล่าววัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการแปลงแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพลำดับแบบอัตโนมัติด้วยเมต้าดาต้าโมเดลและกฎการแปลงแผนภาพ เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการแก้ไขเอกสาร และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

บทความวิจัยนี้แบ่งเนื้อหาหลักออกเป็น 6 ส่วน คือ บทนำ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินงานวิจัย สรุปผลการวิจัย และเอกสารอ้างอิง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การขับเคลื่อนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลอง

การขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยแบบจำลอง [3] คือ การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดเมต้าโมเดลและการแปลงโมเดล เพื่อที่จะสร้างโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันไปตามแต่ละบริบทของโมเดล เมต้าโมเดล [4] เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้แสดงถึงการเป็นตัวแทนของนามธรรมที่ได้กำหนดไว้ในรูปแบบของโมเดล โดยโมเดลนั้นประกอบด้วย ไวยากรณ์ การสร้างไวยากรณ์ และความหมายของไวยากรณ์ โดยไวยากรณ์ คือ สิ่งที่ใช้อธิบายโมเดล ทั้งนี้ไวยากรณ์ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ และกฎของความสัมพันธ์ การสร้างไวยากรณ์ คือ ข้อกำหนดในการแสดงรูปร่างของโมเดลที่อยู่ในแผนภาพ และความหมายของไวยากรณ์ คือ ข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาเพื่ออธิบายความหมายของไวยากรณ์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การแปลงแผนภาพจากประเภทหนึ่งเป็นอีกประเภทหนึ่งนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้แบบจำลอง ซึ่งมีงานวิจัยที่น่าสนใจอยู่หลายเรื่องดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

การแปลงแผนภาพแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพกิจกรรม **[5]** งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการแปลงแผนภาพด้วยการใช้ภาษาเอ็กซ์เอสแอลทีเป็นเครื่องมือสำหรับการแปลงแผนภาพ โดยส่วนการรับข้อมูลนั้นจะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเมต้าดาต้า และส่วนผลลัพธ์ที่ได้ คือ แฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพกิจกรรม จากการวิจัยพบว่ามีบางส่วนประกอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นสามารถแปลงเป็นแผนภาพกิจกรรมได้โดยตรง และบางส่วนประกอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นไม่สามารถแปลงเป็นแผนภาพกิจกรรมได้โดยตรงจำเป็นต้องนำมาประกอบกัน

การแปลงแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแบบจำลองของระบบ DEVS [1] งานวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และความเข้ากันได้ของผลลัพธ์จากการแปลงเป็นแผนภาพ DEVS อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังขาดความสมบูรณ์ในเรื่องตำแหน่งของส่วนประกอบแผนภาพที่ถูกสร้างขึ้นจากเครื่องมือที่นำเสนอ

การแปลงแผนภาพ KAOS Goal เป็นแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น [6] ซึ่งแผนภาพ KAOS Goal เป็นแผนภาพที่ใช้ในงานทีมีลักษณะของการวิเคราะห์ด้วยการตั้งเป้าหมายไว้ และใช้การกำหนดรูปแบบ (Pattern) สำหรับใช้ในการแปลงแผนภาพ จากวิธีการที่ได้นำเสนอนี้ทำให้สามารถคงความถูกต้องระหว่างความต้องการของผู้ใช้งาน และกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงในตัวซอฟต์แวร์ได้

วิธีการวิเคราะห์กระบวนการทางธุรกิจด้วยวิธีนำเทคนิคการแปลงแผนภาพแบบสองขั้นตอนอัตโนมัติ **[7]** โดยทำการรับแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเข้ามา และทำการแปลงเป็นแผนภาพ PyBPMN ด้วยภาษา QVT-O และแปลงแผนภาพ PyBPMN เป็นแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นด้วยการใช้ภาษา M2T ด้วยเทคนิควิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนี้จะช่วยให้นักวิเคราะห์ทางด้านกระบวนการทางธุรกิจสามารถวิเคราะห์ระบบด้วยการใช้แบบจำลองได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

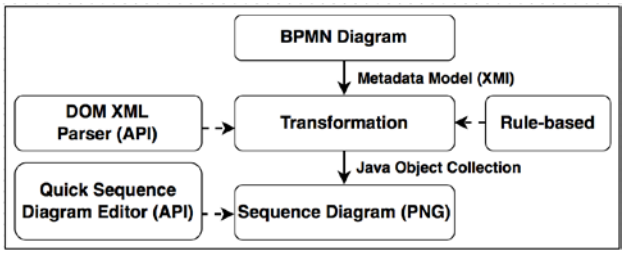
งานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 7 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยแบบจำลอง วิธีการในการแปลงแผนภาพ และการวัดประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยต่าง ๆ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบการแปลงแผนภาพ

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาวิธีการแปลงแผนภาพต่าง ๆ และทำการออกแบบระบบการแปลงแผนภาพมีรายละเอียดดังภาพที่ 1 นี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดการแปลงแผนภาพ

3.3 การนำเข้าข้อมูลแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

การนำเข้าข้อมูลแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นกำหนดให้อยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเมต้าดาต้าโมเดลตามมาตรฐานแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ [11] ซึ่งกำหนดมาตรฐานโดย OMG Group [9] รายละเอียดบางส่วนของแฟ้มข้อมูลแสดงได้ดังภาพที่ 2 ดังนี้

```
<uml:DiagramElement geometry="492,267,70,40"
      preferredShapeType="BPTask"
      subject="66rKFjKGAqACIQgW"
      xmi:id="66rKFjKGAqACIQgV">
      <xmi:Extension extender="Visual Paradigm">
            <captionBounds value="0,0,70,40"/>
            <captionInternalWidth value="-2147483648"/>
            <captionInternalHeight value="-2147483648"/>
            <captionVisible value="true"/>
            <captionSide value="12"/>
```

ภาพที่ 2: ตัวอย่างแฟ้มข้อมูลเมต้าดาต้าโมเดล

จากภาพที่ 2 แสดงถึงส่วนประกอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น ที่ชื่อว่า Task โดยข้อกำหนดตามรูปแบบแฟ้มข้อมูล XMI ที่ระบุถึงชนิดของส่วนประกอบคือข้อมูล xmi:type= “BPTask” และมีหมายเลขกำกับ คือ xmi:id = " 66rKFjKGAqACIQgV"

3.4 สร้างกฎการแปลงแผนภาพ

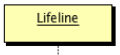
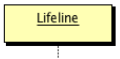
การสร้างกฎการแปลงแผนภาพในงานวิจัยนี้เลือกการสร้างกฎจากส่วนประกอบของแผนภาพลำดับที่มีการใช้งานมากที่สุด 3 กลุ่ม คือ Actor, Lifeline และ Message ในการสร้างกฎการแปลงแผนภาพนี้ใช้การศึกษาความหมายและบริบทของแผนภาพทั้งสองเพื่อกำหนดกฎการแปลงแผนภาพ โดยแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน BPMN 2.0 [8] และแผนภาพลำดับกำหนดตามมาตรฐาน UML 2.4.1 [9] ที่กำหนดโดยองค์กร OMG Group [9] รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1: กฎการแปลงแผนภาพตามส่วนประกอบ Actor

แผนภาพบีพีเอ็มเอ็น		แผนภาพลำดับ	
Pool		Actor	
Lane			

จากตารางที่ 1 Pool เป็นกราฟิกที่ใช้แสดงถึงการทำงานร่วมกันของกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้ Pool และสามารถใช้แสดงถึงการเป็นตัวแทนของ บริษัท ผู้ซื้อ ผู้ขาย หรือบุคคลได้ Lane เป็นกราฟิกย่อยภายใน Pool เมื่อพิจารณาแล้วมีความหมายเดียวกับ Actor [9] ในแผนภาพลำดับซึ่งแสดงถึงบทบาทของผู้ใช้งานระบบ หรือแสดงถึงระบบงานอื่น ๆ ที่ติดต่อเข้ามายังระบบงาน

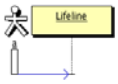
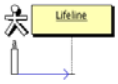
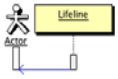
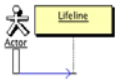
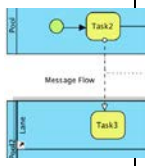
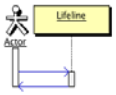
ตารางที่ 2: กฎการแปลงแผนภาพตามส่วนประกอบ Lifeline

แผนภาพบีพีเอ็มเอ็น		แผนภาพลำดับ	
Task		Life Line	
Sub-Process			
Choreography Task			
Choreography Sub-Process			
Data Object			

จากตารางที่ 2 Task และ Sub-Process เป็นกราฟิกที่ใช้แสดงถึงกิจกรรมของกระบวนการระบบงานต่าง ๆ Choreography Task และ Choreography Sub-Processแสดงถึงหน่วยของกิจกรรมที่เล็กที่สุดของระบบงานต่าง ๆ Data Object แสดงถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล เมื่อพิจารณาแล้วมี

ความหมายเดียวกับ Lifeline [9] ในแผนภาพลำดับที่แสดงถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบงาน

ตารางที่ 3: กฎการแปลงแผนภาพตามส่วนประกอบ Message

แผนภาพบีพีเอ็มเอ็น		แผนภาพลำดับ	
Start Event		Actor Send Asynchronous Message	
Intermediate Event		Actor Send Asynchronous Message	
End Event		Actor Receive Asynchronous Message	
Sequence Flow		Asynchronous Message	
Message Flow		Synchronous Message	
Data Association		Synchromous Message	

จากตารางที่ 3 Start Event และ End Event แสดงถึงจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของกิจกรรมในกระบวนการระบบงานต่าง ๆ Intermediate Event แสดงถึงมีเหตุการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้น และสิ้นสุดของกิจกรรม Sequence Flow แสดงถึงลำดับของกิจกรรม Message Flow แสดงถึงการไหลของข้อความระหว่างสองกิจกรรมที่มีการส่งและรับข้อความระหว่างกัน Data Association แสดงถึงข้อความระหว่างกิจกรรม และ Data Object เมื่อพิจารณาแล้วกลุ่มนี้มีความหมายเดียวกับ Message [9] ในแผนภาพลำดับ ซึ่งแสดงถึงข้อความที่มีการรับ และส่งระหว่างสองกิจกรรมใด ๆ ที่เกิดขึ้นในงานระบบงาน

3.5 กระบวนการแปลงแผนภาพ

ในขั้นตอนนี้ได้ใช้ไลบรารี DOM XML Parser ทำการอ่านส่วนประกอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นจากนั้นทำการจับคู่ตามกฎการแปลงแผนภาพที่กำหนดขึ้นเพื่อให้รู้ว่าส่วนประกอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นนี้ถูกกำหนดไปเป็นส่วนประกอบประเภทใดในแผนภาพลำดับ และเข้าสู่การสร้างส่วนการแสดงผลแผนภาพลำดับต่อไป

3.6 กระบวนการสร้างส่วนการแสดงผลแผนภาพลำดับ

การสร้างแผนภาพลำดับเพื่อเป็นส่วนการแสดงผลนั้นใช้ไลบรารี Quick Sequence Diagram Editor [12] ในการเรียกใช้งานไลบรารีนี้นั้นใช้วิธีการสร้างแฟ้มข้อมูลตามรูปแบบที่ไลบรารีกำหนด และทำการส่งแฟ้มข้อมูลนี้ให้กับไลบรารีทำการสร้างแผนภาพลำดับขึ้นมาเป็นไฟล์รูปภาพ จากนั้นระบบจะนำไฟล์รูปภาพนี้มาแสดงเป็นส่วนการแสดงผลแผนภาพลำดับ

3.7 การทดสอบประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีการแปลงแผนภาพ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการแปลงแผนภาพด้วยการวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนนำเข้าข้อมูลแผนภาพ ส่วนการจับคู่สัญลักษณ์ และส่วนการแสดงผลลัพธ์ โดยใช้ข้อมูลการทดสอบจำนวน 30 ตัวอย่าง

4. ผลการดำเนินงานการวิจัย

สำหรับผลการดำเนินงานวิจัยสามารถแสดงรายละเอียดผลการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

4.1 การประมวลผลแฟ้มข้อมูลเมต้าดาต้าโมเดล

ทำการอ่านส่วนประกอบของแผนภาพต้นทางด้วยการใช้ไลบรารี **DOM XML Parser** และสร้างชุดข้อมูลสัญลักษณ์ของแผนภาพที่อ่านขึ้นมาได้เก็บไว้ในวัตถุของคลาสที่กำหนดขึ้นเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการจับคู่สัญลักษณ์ของแผนภาพต่อไป

4.2 กระบวนการแปลงแผนภาพ

นำชุดข้อมูลวัตถุของคลาสที่ได้จากส่วนข้อมูลนำเข้าและทำการจับคู่สัญลักษณ์ของแผนภาพทั้งสองตามกฎการแปลงแผนภาพพร้อมทั้งกำหนดคุณสมบัติให้แผนภาพปลายทางเอเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแผนภาพลำดับต่อไป

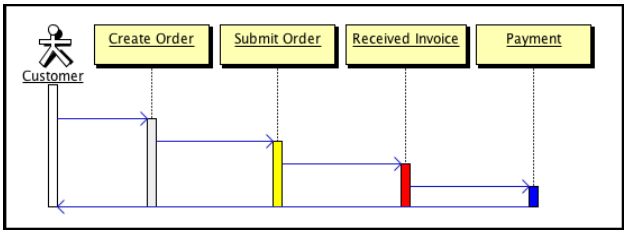
4.3 กระบวนการสร้างแผนภาพลำดับ

นำชุดข้อมูลวัตถุของคลาสที่ได้การจับคู่สัญลักษณ์นี้มาใช้ในการสร้างแฟ้มข้อมูลตามรูปแบบที่ไลบรารี Quick Sequence

Diagram Editor กำหนดเพื่อให้ไลบรารีทำการสร้างไฟล์รูปภาพของแผนลำดับ ตัวอย่างแฟ้มข้อมูล เช่น A1:Actor “Customer” หมายความว่าให้ทำการสร้างสัญลักษณ์ของรูปภาพบุคคล (Actor) ในแผนภาพลำดับที่มีชื่อว่า Customer ขึ้นมาในแผนภาพลำดับ

4.4 ผลลัพธ์จากการแปลงแผนภาพ

ผลลัพธ์ที่เป็นแผนภาพลำดับจากการแปลงแผนภาพสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3:แผนภาพลำดับจากกระบวนการแปลงแผนภาพ

4.5 ผลการทดสอบด้วยชุดข้อมูลการทดสอบ

ผลการทดสอบด้วยชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 30 ตัวอย่าง สามารถแสดงดังตารางที่ 4 ต่อไปนี้

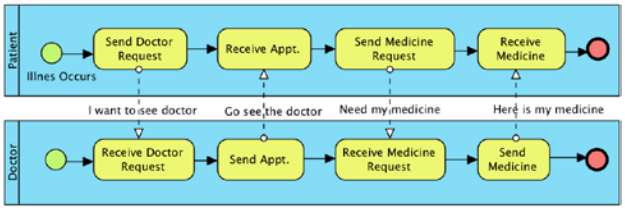
ตารางที่ 4 ผลการวัดค่าความถูกต้องขั้นตอนการแปลงแผนภาพ

การทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง
การนำเข้าข้อมูล	92.86
การจับคู่สัญลักษณ์ของแผนภาพ	92.86
การแสดงผลลัพธ์	83.33
ค่าเฉลี่ยรวม	89.68

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ใน 3 ส่วน คือ ส่วนการนำเข้าข้อมูลแผนภาพ ส่วนการจับคู่สัญลักษณ์ ส่วนการแสดงผลลัพธ์การแปลงแผนภาพ โดยใช้ข้อมูลการทดสอบจำนวน 30 ตัวอย่าง ให้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องเท่ากับ 89.68% ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70%

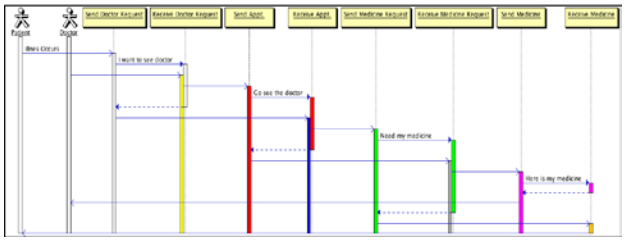
4.6 ผลการทดสอบด้วยกรณีศึกษา

การทดสอบผลการวิจัยด้วยกรณีศึกษา ได้นำแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่อยู่ในงานวิจัยเรื่อง The BPM to UML activity diagram transformation using XSLT [5] มาเป็นข้อมูลแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นต้นทางสำหรับทดสอบการแปลงแผนภาพดังแสดงในภาพที่ 5 ต่อไปนี้



ภาพที่ 5: แผนภาพบีพีเอ็มเอ็นในการทดสอบกรณีศึกษา

จากภาพที่ 5 แสดงถึงกระบวนการนัดหมายเพื่อเข้ารับการรักษา โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) คนไข้มีอาการป่วยได้ ส่งความต้องการไปยังแพทย์เพื่อการรักษา 2) แพทย์ได้รับการ ร้องขอมาจากคนไข้ 3) แพทย์ได้ทำการส่งนัดหมายกลับไปยัง คนไข้ 4) คนไข้ได้รับการนัดหมายจากแพทย์ 5) คนไข้ส่งการ ร้องขอเพื่อการรักษากลับไปยังแพทย์ 6) แพทย์ได้รับคำยืนยัน 7) แพทย์ได้ส่งการรักษาให้กับคนไข้ และสิ้นสุดกระบวนการ รักษา 8) คนไข้ได้รับการรักษา และสิ้นสุดกระบวนการรักษา จากนั้นทำการแปลงแผนภาพตามขั้นตอนวิธีการที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 6 ต่อไปนี้



ภาพที่ 6: ผลลัพธ์จากการแปลงแผนภาพของกรณีศึกษา

จากแผนภาพลำดับในภาพที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้ 1) คนไข้มีการเจ็บป่วยเกิดขึ้น และส่งข้อความ “I want to see doctor” ไปยังแพทย์ 2) แพทย์ได้รับข้อความ 3) แพทย์ได้ส่งข้อความกลับไปยังคนไข้คือ “Go to see doctor” 4) คนไข้ได้รับข้อความกลับมา 5) คนไข้ส่งข้อความกลับไปยังแพทย์ว่า “Need my medicine” เพื่อต้องการการรักษา 6) แพทย์ได้รับข้อความกลับมาจากคนไข้ 7) แพทย์ทำการรักษา และได้ส่งข้อความกลับไปยังคนไข้คือ “Here is my medicine” พร้อมกับสิ้นสุด

กระบวนการทางด้านแพทย์ 8) คนไข้ได้รับการรักษา และสิ้นสุดกระบวนการรักษา

5. สรุปผลการวิจัย

จากขั้นตอนวิธีการแปลงแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพลำดับโดยอาศัยแฟ้มข้อมูลเมต้าดาต้าโมเดลและทำการแยกส่วนประกอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น และทำงานร่วมกับกฎการแปลงแผนภาพที่กำหนดขึ้น ค่าเฉลี่ยความถูกต้องเท่ากับ 89.68% ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70% จึงสามารถสรุปได้ว่า ด้วยวิธีการแปลงแผนภาพที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง ทั้งนี้เนื่องจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการซึ่งหากทำการแปลงเป็นแผนภาพลำดับได้ทั้งหมดนั้นอาจมีข้อจำกัดได้ในบางแผนภาพ แต่สำหรับที่มีกระบวนการไม่มีความซับซ้อนมากสามารถใช้วิธีการที่นำเสนอนี้ทำการแปลงเป็นแผนภาพลำดับได้

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้ คือ พัฒนาการแปลงแผนภาพให้ครอบคลุมทุก ๆ ส่วนประกอบที่มีในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ นอกจากนี้เรายังสามารถนำขั้นตอนวิธีการไปประยุกต์ใช้กับการแปลงแผนภาพประเภทอื่น ๆ ได้ และเรายังสามารถนำวิธีการอื่น ๆ เช่น ภาษาเอทีแอล หรือภาษาคิววีที เข้ามาใช้ในกระบวนการแปลงแผนภาพได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Cetinkaya, Deniz, et al. "Model Transformation from BPMN to DEVS in the MDD4MS Framework." *Proceedings of the 2012 Symposium on Theory of Modeling and Simulation-DEVS Integrative M&S Symposium*. Society for Computer Simulation International, 2012.

[2] Gary B. Shelly & Harry J. Rosenblatt. System Analysis and Design (8th ed.). USA: COURSE TECHNOLOGY Cengage Learning.

[3] Cetinkaya, Deniz, and Alexander Verbraeck. "Metamodeling and model transformations in modeling and simulation." *Proceedings of the Winter Simulation Conference*. Winter Simulation Conference, 2011.

[4] Bonet, Pere, and Catalina M. Lladó. "Importing PMIF models into PIPE2 using M2M transformation." *Proceedings of the 3rd ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering*. ACM, 2012.

[5] Macek, Ondrej, and Karel Richta. "The BPM to UML activity diagram transformation using XSLT." *Dateso*. Vol. 9. 2009.

[6] Horita, Hiroki, et al. "Transformation approach from KAOS goal models to BPMN models using refinement patterns." *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. ACM, 2014.

[7] Bocciarelli, Paolo, et al. "Empowering business process simulation through automated model transformations." *Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling & Simulation-DEVS Integrative*. Society for Computer Simulation International, 2014.

[8] OMG, OM. "Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0."*Object Management Group* (2011).

[9] UML, OMG. "OMG Unified Modeling Language (UML) Specification: Infrastructure, Version 2.1. 2, Final Available Specification." (2007).

[11] Kovse, Jernej, and Theo Härder. "Generic XMI-based UML model transformations." *Object-oriented information systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2002. 192-198.

[12] Quick Sequence Diagram Editor, "SourceForge Open Source community". แหล่งที่มา:http://sdedit.sourceforge.net/index.html

ระบบติดตามเวลาการเดินขบวนรถไฟแบบเรียลไทม์ด้วย GPS บนมือถือ กรณีศึกษาการรถไฟแห่งประเทศไทย

Time Train Tracking System Automatic and Real-Time of GPS based on Mobile Case Study for State Railway of Thailand

พงศ์พศวัต สังข์ทอง(Phongphodsawat Sangthong)[1] และพงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ(Pongpisit Wuttidittachotti)[2]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ [2]ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[1]Wssangthong@gmail.com, [2]Pongpisit.w@gmail.com

บทคัดย่อ

การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) เป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านการขนส่งประชาชน และสินค้า ปัจจุบัน รฟท. ให้บริการระบบติดตามขบวนรถ (Train Tracking System:TTS) เพื่อแจ้งสถานะเวลาการเดินขบวนรถไฟผ่านเว็บไซต์สำหรับให้ประชาชนที่ใช้การโดยสาร/ผู้ที่มารับญาติ/เจ้าหน้าที่ รฟท. ได้รับข้อมูลความล่าช้าของขบวนรถได้ทันที แต่เนื่องจากระบบ TTS ไม่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันได้ ส่งผลให้ข้อมูลที่เว็บไซต์ไม่เป็นแบบเรียลไทม์ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบติดตามเวลาการเดินขบวนรถไฟแบบเรียลไทม์ด้วยระบบบอกตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System:GPS) บนมือถือ โดยการติดตามขบวนรถตามเส้นทางการเดินรถจริงระหว่างสถานีรถไฟกรุงเทพ-สถานีรถไฟอยุธยาเพื่อทำการเก็บข้อมูล และทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งระบบจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลละติจูด และลองจิจูด 2 ชุด คือ สถานีกับตำแหน่งมือถือบนขบวนรถไฟทุกๆ 30 วินาที และคำนวณพิกัด หากมีระยะทางที่น้อยกว่า 500 เมตร จะทำการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ระบบจะประมวลผลเช่นนี้เรื่อย ๆ จนถึงสถานีรถไฟอยุธยา โดยผลจากการทดสอบระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถคำนวณพิกัดได้อย่างแม่นยำทำให้เวลาที่แสดงหน้าเว็บไซต์เป็นไปอย่างเรียลไทม์ ประชาชนที่ใช้การโดยสาร/ผู้ที่มารับญาติ/เจ้าหน้าที่ รฟท. มีความพึงพอใจกับระบบที่ได้พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ระบบติดตามรถไฟ เรียลไทม์ ระบบบอกตำแหน่งบนโลก

Abstract

The State Railway of Thailand (SRT) is an organization providing passenger and freight services. Currently, SRT has developed the Train Tracking System: TTS, it showed the status of the operating trains on SRT website and supplied the information to passengers, meeters-greeters, and SRT officials on the train delay. However, the real-time information could not be displayed by the TTS as the data of current train was necessarily keyed by the officials.

This study aimed to design the Real Time Train Tracking System by using the GPS on a mobile phone. The information was collected by tracking the real operating train from Bangkok station to Ayutthaya station. The work analysis of the developed system was a comparison of longitude and latitude information of the railway station with a 30-second mobile current point on the running train and computation of two coordinate points. If the programmed distance was less than 500 meters, the information was automatically saved. The system result would continually process until the train arrived at Ayutthaya railway station.

The results showed that the developed system has effectively performed, the computation of the two coordinate points was accurate that bring about the real-time information on the SRT website. The passengers, meeters-greeters, and SRT officials were satisfied with the developed system at a good level.

Keywords: Train Tracking System, Real Time, GPS.

1. บทนำ

การรถไฟแห่งประเทศไทยมีการเดินรถด้านการโดยสารเที่ยวไป (ทิศทางออกจากสถานีรถไฟกรุงเทพ) และเที่ยวกลับ (ทิศทางเข้าสถานีรถไฟกรุงเทพ) เกือบ 200 ขบวนต่อวัน และมีประชาชนใช้บริการต่อวันจำนวนมาก ปัจจุบันระบบการสื่อสารมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การรถไฟฯ จึงได้เล็งเห็นความสำคัญต่อการให้บริการต่อผู้บริโภคให้มากยิ่งขึ้น และได้พัฒนาระบบติดตามขบวนรถไฟด้านการโดยสารเพื่อแสดงผลสถานะปัจจุบันของขบวนรถ เช่น เวลาถึง เวลาออก ณ สถานีปัจจุบัน และเวลาล่าช้าในการเดินรถ ซึ่งได้พัฒนารูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่นโดยใช้ภาษา PHP, ระบบปฏิบัติการ Windows Server R2 2008 และฐานข้อมูล MySQL การรับข้อมูลเวลาการเดินรถจริงนั้นผู้พัฒนาระบบฯ ได้ออกแบบให้เจ้าหน้าที่แขวงควบคุมการเดินรถของ รฟท.ทั้งหมด 15 แขวงการเดินรถเป็นผู้กรอกเวลาการเดินรถจริงและสถานะการณ์อื่นๆ เข้าระบบทำให้เวลาในการแสดงผลและสถานะการณ์ต่างๆ ไม่เป็นปัจจุบัน เนื่องจากการทำงานของเจ้าหน้าที่แขวงควบคุมการเดินรถมีความสำคัญอย่างมากในการจัดการด้านการเดินรถ การออกแบบระบบโดยให้เจ้าหน้าที่เป็นผู้กรอกข้อมูลผ่านหน้าเว็บบราวเซอร์จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการติดตามขบวนรถหาก ณ เวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลขบวนรถที่ไม่ตรงกับเวลาปัจจุบัน ข้อมูลที่แสดงหน้าเว็บไซต์ก็จะไม่ตรงกับความเป็นจริงทำให้ผู้โดยสารคาดการณ์ต่อการใช้บริการ หรือการเดินทางมารับญาติมิตรคลาดเคลื่อนส่งผลต่อภาพลักษณ์การบริการ

ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีของ Phone Gap มาพัฒนาและติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android เพื่อใช้ในการติดตามเวลาการเดินขบวนรถไฟและนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลที่หน้าเว็บไซต์แบบเรียลไทม์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โลกในยุคของการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารจะต้องตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างทันทีเทคโนโลยีที่ให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์และเป็นที่นิยมกันมากในการติดตามยานพาหนะหรืออื่นๆ นั่นก็คือ ระบบ GPS (Global Positioning System) ระบบนี้เป็นประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการต่างๆ ในการตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานหรือผู้ปกครองที่ต้องการตรวจสอบการขับขี่ของครอบครัว นอกจากนี้ระบบ GPS ยังสามารถนำมาใช้ในการป้องกันการโจรกรรมหรือเกิดอุบัติเหตุ โดยมีสัญญาณเตือนและส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่ (GSM) พร้อมตรวจสอบได้ทันที [1], [2], [3] และประสานข้อมูลกับหน่วยงานภาครัฐยังสามารถส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังเจ้าหน้าที่ตำรวจ ให้ทราบพร้อมการคำนวณระยะทางระบุตำแหน่งพิกัดได้อย่างแม่นยำอีกด้วย [4]

การส่งข้อมูลความถี่ในรูปแบบ GPS ผ่านระบบ GPRS (General Packet Radio Service) ก็อาจมีปัญหาอันเนื่องมาจากการส่งที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์กับความเร็วและปัจจัยทางธรรมชาติที่มีสภาวะเมฆมากหรือดาวเทียมให้บริการน้อย ทำให้เกิดมีข้อผิดพลาดและส่งผลกับข้อมูลที่ได้รับมาไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง [5] ความสามารถของ ระบบ GPS ในการรับข้อมูลตามตำแหน่งในทางละติจูด ลองจิจูดซึ่งหากกำหนดบนแผนที่ จะมีระยะการคลาดเคลื่อน (Root Mean Square:RMS) ประมาณ 20-100 เมตร [6]

ปัจจุบันระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ (GSM) ที่ใช้กันทั่วโลกสามารถติดตามยานพาหนะผ่านเครือข่ายมือถือโดยส่งไปยังโทรศัพท์ของผู้ใช้ผ่านเครือข่ายมือถือที่ใช้งาน โดยสัญญาณ GPS ซึ่งสามารถใช้ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ได้ เช่น u-blox ใน NEO-6Q โมดูลรับสัญญาณ GPS, U-Blox LEON-G100 โมดูล GSM และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno เป็นต้น [7]

การใช้งานระบบ GPS มีมาตรฐานที่แตกต่างกัน เช่น JSS-55555 / MIL-STD-810E (Environmental) และ MIL-STD-461E (EMI / EMC) ซึ่งการที่จะนำระบบ GPS มาใช้งานจะต้องคำนึงถึงการนำมาใช้มากที่สุดเพราะหากไม่ตรวจสอบให้รอบด้านแล้วความรุนแรงโดยทั่วไปของการทดสอบและความล้มเหลวที่น่าจะเป็น หรือความเสียหายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระบบการสื่อสาร / วงจรรวมถึงการทดสอบด้านสิ่งแวดล้อมแบบไดนามิค การกัดกร่อนและทำลายแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยมาตรฐานที่ใช้งานได้ที่และทนต่อสภาพได้ดีคือ JSS-55555 / MIL-STD-810E [8]

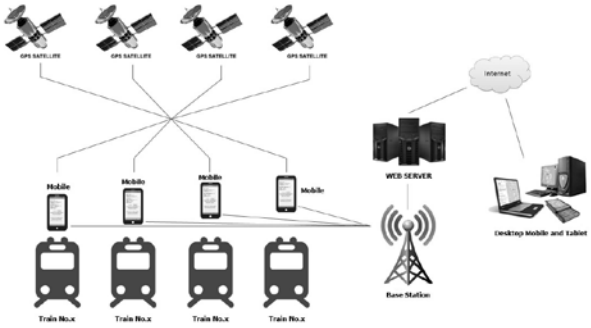
และได้มีการทดสอบการติดตามรถไฟประเทศอินเดียโดยใช้งานระบบ Global Positioning System (GPS) ที่สามารถดูและติดตามผ่าน Google Map พล็อตข้อมูลที่เป็นปัจจุบันของรถไฟและสามารถตรวจสอบพิกัดความเร็วได้ [9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลระบบบอกตำแหน่งบนโลก (GPS) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการพัฒนาระบบในการติดตามขบวนรถไฟแบบเรียลไทม์ และสามารถเชื่อมต่อกับระบบติดตามขบวนรถ (Train Tracking System : TTS) ของการรถไฟแห่งประเทศไทยได้ เพื่อมาแก้ไขปัญหาการแสดงผลเวลาการเดินรถที่ไม่ตรงกับเวลาปัจจุบัน ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีของ Phone Gap มาพัฒนาซึ่งเทคโนโลยีของ Phone Gap เป็น Mobile Application Development Framework ที่ช่วยในการพัฒนา Mobile Application โดยใช้ภาษา HTML5, JavaScript และ CSS และยังสามารถทำงานแปลงให้เป็น Mobile Application ได้หลากหลาย Platform เช่น iOS, Android, BlackBerry, Symbian, webOS, bada, Windows Phone และวางแผนการใช้งานโดยกำหนดผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นนี้เป็นพนักงานรักษารถ (พรร.) ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของการรถไฟแห่งประเทศไทยที่ทำการประจำขบวนรถแต่ละขบวนเพื่อให้ พรร.เปิดแอพพลิเคชั่น และเริ่มระบบการติดตามขบวนรถด้วยสัญญาณ GPS บนมือถือ โดยการทำงานของระบบมีความสามารถดังนี้ 1.การรับพิกัดตำแหน่ง 2.สามารถรับส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ 3.สามารถคำนวณพิกัดละติจูดลองจิจูดเพื่อหาระยะห่างระหว่างสถานีกับขบวนรถ 4.การแสดงผลพิกัดตำแหน่งต่อเนื่องตลอดการเปิดใช้งาน 5.สามารถประมวลผลและแสดงลำดับการเดินขบวนรถแต่ละสถานี 6. แสดงข้อมูลขบวนรถ และสถานะปัจจุบันการเดินรถที่เว็บไซต์

3.1 โครงสร้างของระบบ

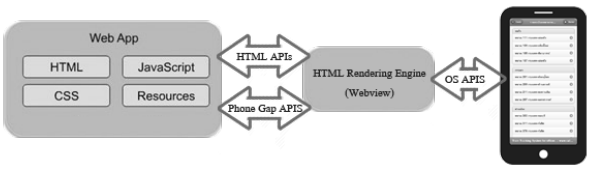
ระบบประกอบด้วยการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือ และการพัฒนาเว็บไซต์ การทำงานของแอพพลิเคชั่นจะรับข้อมูล GPS เพื่อแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูดปัจจุบัน เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลการเดินขบวนรถแต่ละขบวนเมื่อแอพพลิเคชั่นร้องขอ แล้วแอพพลิเคชั่นจะทำการเก็บค่าลำดับสถานีตามประกาศการเดินรถ (ปดร.) และคำนวณพิกัดละติจูด ลองจิจูด หาระยะห่างระหว่างสถานีกับขบวนรถ หากคำนวณได้ระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร แอพพลิเคชั่นจะส่งข้อมูลไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล เมื่อมีผู้ใช้เปิดเว็บไซต์เพื่อติดตามขบวนรถ เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลรายเอียดขบวนรถและสถานะปัจจุบันของขบวนรถมาแสดงที่หน้าเว็บไซต์



ภาพที่ 1: โครงสร้างของระบบ

3.2 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนมือถือ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นด้วยเทคนิค Phone Gap API โดยใช้ภาษา HTML5, JavaScript และ CSS ที่โปรแกรม Eclipse และสร้างไฟล์ APK เพื่อจะติดตั้งบนมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android ตามภาพที่ 2 การติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์และการส่งข้อมูลใช้ Ajax และ JSON และการติดต่อกับฐานข้อมูลเซิร์ฟเวอร์ใช้ภาษา PHP



ภาพที่ 2: กระบวนการสร้างไฟล์ APK ด้วย Phone Gap

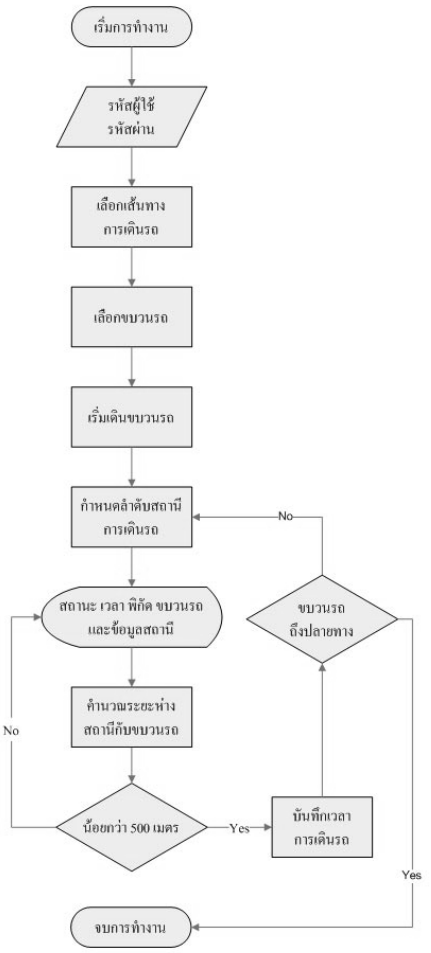
ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นคือ พนักงานรักษารถ (พรร.) ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของการรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นผู้มีสิทธิใช้งานแอพพลิเคชั่นนี้เท่านั้น เมื่อ พรร.ล๊อกอินเข้าระบบจะเลือกเส้นทางการเดินรถและขบวนรถของตน แล้วกดปุ่ม Start ข้อมูลเลขที่ขบวนรถจะถูกส่งไปที่เว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูล ปดร.กลับมายังแอพพลิเคชั่น เพื่อเก็บข้อมูลลำดับการเดินขบวนรถแต่ละสถานีมาใช้ในการประมวลผล

เมื่อแอพพลิเคชั่นประมวลผลพบพิกัดตำแหน่งสถานีกับขบวนรถมีระยะทางน้อยกว่า 500 เมตรจะทำการส่งข้อมูลขบวนรถและสถานี ไปที่เว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล จากนั้นแอพพลิเคชั่นจะกำหนดข้อมูลสถานีถัดไป ซึ่งระบบ GPS จะทำงานทุกๆ 30 วินาทีเพื่อรับค่าพิกัด

ละติจูด ลองจิจูดใหม่ แต่ถ้าการประมวลผลพิกัดตำแหน่งมากกว่า 500 เมตร แอพพลิเคชั่นจะทำการติดตามพิกัด GPS ใหม่ต่อไป แอพพลิเคชั่นจะสิ้นสุดการทำงานจนกว่าจะตรวจสอบพบสถานีปลายทาง ตามแผนภาพการทำงานของระบบ ภาพที่ 3

3.3 การพัฒนาเว็บไซต์การแสดงผล

การแสดงผลที่เว็บไซต์ได้พัฒนาในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL โดยจะพัฒนาการแสดงผลรายละเอียดของขบวนรถแต่ละขบวนและสถานะปัจจุบันของการเดินขบวน ตามแผนภาพที่ 4



ภาพที่ 3: แผนภาพการทำงานของแอพพลิเคชั่น

เลขขบวน	สถานีต้นทาง - สถานีปลายทาง	สถานะปัจจุบัน				
		สถานี	ถึง	ออก	เวลาล่าช้า (นาที)	เวลาบันทึก
3	กรุงเทพ - ศิลาอาสน์	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
9	กรุงเทพ - เชียงใหม่	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
13	กรุงเทพ - เชียงใหม่	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
21	กรุงเทพ - อุบลราชธานี	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
35	กรุงเทพ -บัดเดอร์เวอร์ธ	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
37	กรุงเทพ - สุไหงโก-ลก	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
43	กรุงเทพ - สุราษฎร์ธานี	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00
71	กรุงเทพ -ศรีสะเกษ	กรุงเทพ	0:00	0:00	0	0:00

ภาพที่ 4: เว็บไซต์แสดงผลการติดตามขบวนรถ

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบระบบติดตามเวลาการเดินขบวนรถไฟแบบเรียลไทม์ด้วย GPS บนมือถือ ได้ทดสอบการทำงานของระบบจากสถานีรถไฟกรุงเทพ – สถานีรถไฟอยุธยา จำนวน 2 ครั้ง กับขบวนรถเร็วเลขที่ 111 และขบวนรถธรรมดาเลขที่ 209 การเก็บข้อมูลเวลาการเดินรถจะเปรียบเทียบเวลาประกาศการเดินรถ (ปดร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย เวลาที่เจ้าหน้าที่ทำการบันทึกที่ระบบติดตามขบวนรถ (Train Tracking System : TTS) และเวลาการบันทึกผลของระบบนี้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำในการติดตามขบวนรถ



ภาพที่ 5 แอพพลิเคชั่นบนมือถือ
ขณะเดินรถขบวนรถธรรมดาเลขที่ 209

ซึ่งผลของขบวนรถเร็วเลขที่ 111 ตามภาพที่ 6 เมื่อขบวนรถออกจากสถานีรถไฟกรุงเทพ ระบบ GPS ทำงานตามเวลาจริง แต่คลาดเคลื่อนจากเจ้าหน้าที่บันทึก ต่อจากนั้นเจ้าหน้าที่ได้บันทึกเวลาเพียง 4 สถานี คือ กรุงเทพ ชุมทางบางซื่อ ดอนเมือง และสถานีอยุธยา นอกนั้นเจ้าหน้าที่ไม่ได้ทำการบันทึกผล แต่

ระบบ GPS สามารถทำงานบันทึกผลต่อเนื่องจนถึงสถานีรถไฟอยุธยา และเทียบเวลาพบว่าขบวนรถไฟเลขที่ 111 ถึงสถานีอยุธยาเวลา 08:57 น.และออกเวลา 08:57 น.ล่าช้ากว่า ปคร. 21 นาที เมื่อเทียบเวลาเจ้าหน้าที่บันทึกกับระบบ GPS พบว่าเวลาที่บันทึกต่างกัน 1 นาที และระบบ GPS ไม่สามารถจับสัญญาณได้ที่สถานีรถไฟคลองพุทราทำให้ไม่บันทึกผลอัตโนมัติได้ ส่งผลให้การทดสอบประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ (13/14)x100 = 92.85%

ผลของขบวนรถธรรมดาเลขที่ 209 ตามภาพที่ 7 เมื่อออกจากสถานีรถไฟกรุงเทพ ระบบ GPS ทำงานตามเวลาจริง แต่คลาดเคลื่อนจากเจ้าหน้าที่บันทึก ต่อจากนั้นเจ้าหน้าที่ได้บันทึกเวลาเพียง 3 สถานีคือ กรุงเทพ ดอนเมืองและเชียงราก นอกนั้นเจ้าหน้าที่ไม่ได้ทำการบันทึกผลการเดินรถ แต่ระบบ GPS สามารถทำงานบันทึกผลต่อเนื่องจนถึงสถานีรถไฟอยุธยาเวลา 13:06 น.และออกเวลา 13:07 น.ล่าช้ากว่า ปคร. 2 นาที และระบบ GPS ไม่สามารถจับสัญญาณได้ที่สถานีรถไฟคลองพุทรา และสถานีรถไฟบ้านโพทำให้ไม่สามารถบันทึกผลอัตโนมัติได้ ส่งผลให้การทดสอบประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ (15/17) x 100 = 88.24%

Rapid Train No.111

	Latitude Longitude	Name Station	TimeTable Arr/Dep	GPS Rang	Real-Time Arr/Dep	Delay	Officer Arr/Dep	Delay
1	13.7418697 100.5171623	Bangkok	00:00 07:00	0.210	00:00 07:23	23	00:00 07:15	15
2	13.7774883 100.5281878	Sam Sen	07:13 07:14	0.181	07:33 07:34	20		
3	13.8007693 100.5383908	Bang Sue Junction 1	07:21 07:23	0.346	07:40 07:42	19	07:39 07:41	18
4	13.8226141 100.547435	Nikhom Rotphai Km.11	07:28 07:29	0.298	07:46 07:47	18		
5	13.8463566 100.561755	Bang Khen	07:34 07:35	0.161	07:51 07:52	17		
6	13.8678859 100.5723041	Lak Si	07:42 07:43	0.462	07:56 07:57	14		
7	13.9176873 100.6002215	Don Muang	07:50 07:52	0.287	08:05 08:07	15	08:06 08:07	15
8	13.9863994 100.6023858	Rangsit	08:00 08:01	0.096	08:15 08:16	15		
9	14.0529493 100.591926	Chiang Rak	08:07 08:08	0.210	08:26 08:27	19		
10	14.1302691 100.580022	Chiang Rak Noi	00:00 08:13	0.217	00:00 08:33	20		
11	14.1599672 100.5740091	Khlong Phutsa	00:00 08:18	2.811	00:00 08:38	20		
12	14.2367347 100.583893	Bang Pa-in	08:22 08:23	0.234	08:44 08:45	22		
13	14.2800047 100.587178	Ban Pho	00:00 08:28	0.300	00:00 08:49	21		
14	14.3527215 100.5837207	Ayutthaya	08:35 08:37	0.233	08:55 08:57	20	08:57 08:59	21
Capability				92.85%				

ภาพที่ 6: เปรียบเทียบการบันทึกเวลาการเดินรถขบวนรถเร็ว เลขที่ 111

Ordinary Train No.209

	Latitude Longitude	Name Station	TimeTable Arr/Dep	GPS Rang	Real-Time Arr/Dep	Delay	Officer Arr/Dep	Delay
1	13.7418689 100.517176	Bangkok	00:00 11:20	0.210	00:00 11:23	3	00:00 11:20	
2	13.7756695 100.526823	Sam Sen	11:32 11:34	0.429	11:37 11:39	5		
3	13.7981232 100.540776	Bang Sue Junction 1	11:41 11:43	0.378	11:45 11:47	4	11:44 11:48	5
4	13.8193132 100.549143	Nikhom Rotphai Km.11	11:48 11:49	0.316	11:53 11:54	5		
5	13.8421671 100.560205	Bang Khen	11:54 11:55	0.473	11:57 11:58	3		
6	13.8606109 100.568768	Thung Song Hong	11:58 11:59	0.327	12:01 12:02	3		
7	13.868913 100.572319	Lak Si	12:04 12:05	0.358	12:06 12:07	2		
8	13.9171768 100.599622	Don Muang	12:11 12:12	0.365	12:12 12:13	1	12:11 12:12	0
9	13.982583 100.603067	Khlong Rangsit	12:18 12:19	0.336	12:18 12:19	0		
10	13.9872434 100.60236	Rangsit	12:21 12:22	0.188	12:21 12:22	0		
11	14.0530501 100.592517	Chiang Rak	12:29 12:30	0.195	12:29 12:30	0	12:29 12:30	0
12	14.1118501 100.584303	Nava Nakhon	00:00 12:36	0.449	00:00 12:37	1		
13	14.1275121 100.582294	Chiang Rak Noi	12:37 12:38	0.300	12:38 12:39	1		
14	14.131525 100.587729	Khlong Phutsa	12:43 12:44	6.028	12:44 12:45	1		
15	14.2363057 100.58746	Bang Pa-in	12:50 12:51	0.428	12:53 12:54	3		
16	14.2837786 100.613466	Ban Pho	12:56 12:57	2.682	13:01 13:02	5		
17	14.3527165 100.58373	Ayutthaya	13:04 13:05	0.234	13:06 13:07	2		
Capability				88.24%				

ภาพที่ 7: เปรียบเทียบการบันทึกเวลาการเดินรถขบวนรถธรรมดา เลขที่ 209

ตลอดเวลาการทดสอบแอพพลิเคชั่นระหว่างสถานีรถไฟกรุงเทพ-สถานีรถไฟอยุธยาไม่พบข้อผิดพลาดของระบบ

เมื่อเปิดเว็บไซต์เพื่อติดตามขบวนรถ ณ เวลานั้น การแสดงผลเป็นปัจจุบัน และหรือใกล้เคียงกับเวลาจริง(เรียลไทม์) ตามภาพที่ 9 พร้อมกับได้ประเมินแบบสอบถามกับผู้ใช้บริการจำนวน 20 ท่าน โดยผลการประเมินมีความพึงพอใจกับระบบที่ได้พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

		สถานะปัจจุบัน				
เลขขบวน	สถานีต้นทาง - สถานีปลายทาง	สถานี	ถึง	ออก	เวลาล่าช้า (นาที)	เวลาบันทึก
209	กรุงเทพ - เชียงใหม่	ดอนเมือง	12:12	13:13	1	13:12

ภาพที่ 8: เว็บไซต์แสดงผลข้อมูลขบวนรถเลขที่ 209

5. สรุป

ระบบติดตามเวลาการเดินขบวนรถไฟแบบเรียลไทม์ด้วย GPS บนมือถือ ใช้ฐานข้อมูลร่วมกับระบบติดตามขบวนรถ (Train Tracking System : TTS) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย และเพิ่มเติมข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อคำนวณหาระยะห่างระหว่างสถานีกับขบวนรถ หากน้อยกว่า 500 เมตรจะทำการบันทึกข้อมูล โดยระบบ GPS จะติดตามพิกัดตำแหน่งทุก ๆ 30

วินาที การทดสอบแอพพลิเคชั่นสามารถทำการบันทึกข้อมูลทุกสถานีตามประกาศการเดินรถ(ปดร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทยเว้นแต่บางช่วงที่จับสัญญาณไม่ได้แต่ระบบยังคงสามารถทำงานได้แม่นยำเฉลี่ยที่ 90.54% การแสดงผลหน้าเว็บไซต์ข้อมูลสถานะของขบวนรถแสดงผลเป็นปัจจุบันตรงกับเวลาจริง (เรียลไทม์) ส่งผลให้ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจอยู่ที่ระดับดี แต่ระบบมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถติดตามขบวนรถได้บางกรณีที่เกิดความผิดปกติกับขบวนรถและทำให้ขบวนรถที่หยุดสถานีมากกว่าเวลาที่ ปดร.กำหนดทำให้ระบบไม่สามารถติดตามเวลาจริงได้ตรงกับเวลาปัจจุบัน จำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบแก้ไขข้อมูลในระบบ TTS ให้ตรงกับความเป็นจริง การพัฒนาแอพพลิเคชั่นนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ หาก รฟท.นำไปพัฒนาจะช่วยลดการทำงานของเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด 15 แขวงการเดินรถที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงจำนวน 3 ผลัดได้ และช่วยเพิ่มศักยภาพของการบริหารจัดการด้านการเดินรถอย่างคล่องตัว แม่นยำ และถูกต้อง ส่งเสริมภาพลักษณ์การให้บริการของการรถไฟแห่งประเทศไทยในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย สร้างความน่าเชื่อถือในการเดินทาง ก่อให้เกิดคุณประโยชน์กับประชาชนท้องถิ่นและผู้ใช้การโดยสารอย่างกว้างขวาง และเมื่อระบบนี้สามารถทำงานครอบคลุมการเดินขบวนรถไฟทุกขบวนยังสามารถพัฒนาระบบเพื่อใช้ตัดสินใจในการควบคุมการเดินรถแทนการตัดสินด้วยเจ้าหน้าที่แขวงควบคุมการเดินรถ (ผคร.) ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Almomani I.M., et al. "Ubiquitous GPS vehicle tracking and management system." *Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT) 2011 IEEE Jordan Conference*. The University of Jordan Amman 11942. (2011) : 1-6.

[2] Fleischer P.B., et al. "Design and Development of GPS/GSM Based Vehicle Tracking and Alert System for Commercial Inter-City Buses." *Adaptive Science & Technoloby (ICAST), 2012 IEEE 4th International Conference*. Department of Computer Engineering, University of Ghana. (2012) : 1-6.

[3] Dafallah H.A.A.. "Design and Implementation of an accurate real time GPS tracking system". *E-Technologies and Networks for Development (ICeND), 2014 Third International Conference*. Electrical and electronic engineering Department. University of Khartoum, Sudan. (2014) : 183-188.

[4] Anish N.K. and Moorthi S.. "Intelligent Location Identification and Passenger-Alert System in Indian Railways using GPS Receiver". *Africon, 2013*. National Institute of Technology, Tiruchirappalli, INDIA. (2013) : 1-5.

[5] ธงชัย แก้วกิริยา และนวพร วิสิฐพงศ์พันธ์. "การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความผิดพลาดในการส่งข้อมูล GPS ผ่านระบบ GPRS." *Proceeding of the 4th National Conference on Information Technology*. Faculty of Information Science and Technology Mahanakorn University of Technology. (2555) : 104-109.

[6] ธนพัฒน์ เกิดสุข และคณะ. "ระบบบอกพิกัดด้วยดาวเทียมและวิธีการลดค่าความคลาดเคลื่อน." ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

[7] Hoang Dat Pham, Drieberg M. and Chi Cuong Nguyen. "Development of Vehicle Tracking System using GPS and GSM Modem." *Open Systems (ICOS), 2013 IEEE Conference*. University Teknologi PETRONAS, Malaysia. (2013) : 89-94.

[8] Jog S.R., Sutaone M.S. and Badawe V.V.. "Ruggedisation methodologies for GPS based Vehicle Tracking System." *Electronics Computer Technology (ICECT), 2011 3rd International Conference*. (2011) : 214-218.

[9] Rajkumar R.I, Sankaranarayanan P.E. and Sundari G.. "GPS and Ethernet based Real Time Tracking System." *Advanced Electronic Systems(ICAES), 2013 International Conference*. Sathyabama University, Chennai, India. (2013) : 282-286.

การนำแนวทางการบริการเบ็ดเสร็จมาบริหารจัดการแบบสอบถามออนไลน์
Adopting a TurnKey Solution Model to Manage Online Survey System

สุรเกียรติ รัตนรอด(Surakiat Rattanarod)[1] และณัฐวี อุตกฤษฎ์(Nattavee Utakrit)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Surakiat@sueksa.go.th, [2]Nattavee.u@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแบบสอบถามออนไลน์ โดยใช้รูปแบบแนวทางการบริการเบ็ดเสร็จมาใช้ในการออกแบบระบบเพื่อให้ระบบแบบสอบถามออนไลน์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้นมีคุณภาพ และคลอบคลุมฟังก์ชันที่ควรจะมีทั้งหมดในกระบวนการทำแบบสอบถามออนไลน์ โดยระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้นมีผลทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถของระบบอยู่ที่ 97.3% และประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ค่าสถิติได้แม่นยำถึง 100% ซึ่งถือว่าการทดสอบประสิทธิภาพของระบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมากที่สุด และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.57 ซึ่งถือว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: แบบสอบถามออนไลน์ บริการแบบเบ็ดเสร็จ ฟังก์ชัน วิเคราะห์ค่าสถิติ

Abstract

The objective of this research is to develop survey system online by turnkey solution model to develop survey system online was developed that quality. And covers all the functions that should be in the process of doing survey system online. The system has been developed that test performance capabilities of the system are at 97.3%, and performance analysis of up to 100% accurate statistics, which considered the performance test of the system with the average level in most. And evaluation of user satisfaction with the overall average is 4.57, which is the user's satisfaction is very satisfactory.

Keywords: Survey Online, Turnkey solution, Function, Statistical Analysis.

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันนี้แบบสอบถามออนไลน์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการสำรวจหรือเก็บข้อมูลต่าง ๆ เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้ทุกที่ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทำให้อำนวยความสะดวกให้กับทั้งผู้สร้างแบบสอบถามและผู้ตอบแบบสอบถาม จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและโปรแกรมที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไปเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบถามออนไลน์ที่ถูกพัฒนาขึ้นใน 8 ปีที่ผ่านมา ซึ่งมีอยู่มากมาย และได้ทำการคัดเลือกระบบที่น่าสนใจและนิยมใช้เหลือจำนวน 13 โปรแกรมซึ่งมีจุดเด่น และจุดด้อยของโปรแกรมต่างกัน เนื่องจากผู้พัฒนาระบบโดยทั่วไปนั้นเน้นที่จะออกแบบให้รูปแบบของโปรแกรมสวยงามใช้งานง่ายจนลืมคิดถึงฟังก์ชันที่สำคัญ และควรจะมีในแบบสอบถามออนไลน์เพื่อให้ระบบที่ออกแบบขึ้นมาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสมบูรณ์แบบ จากการศึกษา และวิเคราะห์โปรแกรมเหล่านั้นพบว่าทุกโปรแกรมยังไม่เคยมีการทำฟังก์ชันการประเมินค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) และการคำนวณทางสถิติโปรแกรมโดยรวมยังมีแค่การคำนวณค่าสถิติพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งบางครั้งยังไม่เพียงพอสำหรับการทำงานวิจัยทำให้ต้องมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนหลายขั้นตอนมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบแบบสอบถามออนไลน์เพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงานด้านการวิจัย และเป็นต้นแบบของระบบสอบถามออนไลน์ยุคใหม่โดยการนำแนวคิดการบริการเบ็ดเสร็จมาใช้เพื่อพัฒนาให้ได้ระบบที่สมบูรณ์แบบมากขึ้นด้วยการเพิ่มฟังก์ชันการประเมินค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ และการคำนวณสถิตินอกเหนือจากสถิติพื้นฐานดังกล่าว

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างและการใช้แบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นชุดของคำถามที่จัดเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบและเป็นระบบสำหรับส่งให้กลุ่มตัวอย่างอ่านและตอบคำถามด้วยตนเอง [1] ส่วนมากจะถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงกับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ตอบ เติมคำตอบเอง ปกติจะมีรายการข้อความหรือคำถามหลายหัวข้อรวมกัน เพื่อวัดความคิดเห็นต่างๆ หรือวัดความจริง ที่ยังไม่ทราบ ผลจากแบบสอบถามจะนำไปเปรียบเทียบกับความจริง ส่วนการวัดความคิดเห็นนั้น ก็นำผลจากแบบสอบถามไปตรวจสอบกับพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นที่ผู้ตอบตอบในแบบสอบถาม ข้อดีของแบบสอบถาม คือ ค่าลงทุนน้อย สะดวกและสรุปผลง่าย เนื่องจากการตอบแบบสอบถามผู้ตอบต้องตอบข้อความที่เหมือนกัน และแบบฟอร์มเดียวกันเป็นการควบคุมสภาวะที่คล้ายกัน ส่วนข้อเสียของแบบสอบถาม คือ มักจะได้แบบสอบถามกลับคืนจำนวนน้อย การตอบมีความลำเอียง อีกทั้งไม่เห็นความสำคัญของการตอบแบบสอบถาม และแบบสอบถามที่ดีควรมีขนาดสั้นกะทัดรัด ดังนั้น จึงมีข้อคำถามได้จำนวนจำกัด

2.2 การบริการแบบเบ็ดเสร็จ (one stop service)

การบริการประชาชนแบบเบ็ดเสร็จ หมายถึง การอำนวยความสะดวกให้กับประชาชนที่มาติดต่องานในลักษณะที่สมบูรณ์และครบถ้วนเพื่อให้ประชาชนเสียเวลาน้อยที่สุด แต่สามารถได้รับบริการทุกอย่างที่เกี่ยวข้องอย่างครบถ้วน [2]

การให้บริการแบบเบ็ดเสร็จมีหลักสำคัญทั้งสิ้น 4 ประการ ดังนี้ ประการแรกต้องกำหนดสถานที่บริการไว้ที่เดียวเพื่อเป็นศูนย์กลางรวมด้านดารบริการทุกอย่างที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ประการที่สอง ต้องทำให้ผู้เข้ามารับบริการได้รับบริการเสร็จสิ้นในคราวเดียวกัน ไม่ต้องมาติดต่อซ้ำหลายๆ รอบ ประการที่สาม การให้บริการต้องมีความสัมพันธ์และผสมผสานกันอย่างเหมาะสม ประการที่สี่ ระยะเวลาของประชาชนที่เข้ามาติดต่อขอรับบริการต้องน้อยที่สุด ดังนั้นแนวทางการให้บริการแบบเบ็ดเสร็จจึงเป็นการสร้างระบบงานบริการที่ทำให้เกิดบริการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นความต้องการของประชาชนผู้รับบริการเป็นหลักด้วยความพึงพอใจมากที่สุด

2.3 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพล [3] การพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการสำรวจข้อมูลสำหรับการซื้อขายสินค้าผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการศึกษาข้อมูลด้านราคาสินค้า รูปแบบการใช้บริการ การชำระค่าบริการ และรูปแบบการจัดส่ง รวมทั้งทฤษฎีพฤติกรรมผู้บริโภค พิจารณาร่วมด้วย การออกแบบสอบถามจะใช้ข้อมูลและสถานการณ์ที่สมมติขึ้น โดยมีการระบุเป็นปัจจัยต่างๆ นำมาสร้างสถานการณ์จำลองได้สถานการณ์ และนำสถานการณ์ทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อหาสถานการณ์ที่เหมาะสมในการออกแบบสอบถาม

สุรศักดิ์ [4] การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการออกแบบแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความเต็มใจในการตอบและอัตราการตอบกลับ เพื่อศึกษาเทคนิคที่ใช้ออกแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ 2) เพื่อพัฒนาเทคนิคการออกแบบแบบสอบถาม ในการเพิ่มอัตราการตอบกลับและความเต็มใจในการตอบ 3) เพื่อเปรียบเทียบความเต็มใจในการตอบ การวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยผสมผสานระหว่างวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

เกรียงไกร [5] ระบบช่วยพัฒนาและประเมินผลแบบสอบถามออนไลน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ได้ใช้แนวคิดกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอกภาพ (Rational Unified Process : RUP) ที่เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ที่เลือกเทคนิคที่ดีและมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกันมารวมกัน โดยเน้นการออกแบบเชิงวัตถุเป็นหลัก

ธีราพร และ เมธินี [6] การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม R ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ ทั้งยังเป็นโปรแกรมที่ผู้พัฒนาอนุญาตให้ใช้งานได้ฟรี จึงเหมาะสำหรับผู้ที่กำลังศึกษา หรือมีความสนใจในการคำนวณและวิเคราะห์ค่าสถิติโดยใช้โปรแกรม โครงงานนี้จะนำเสนอการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ด้วยเมนูเป็นหลัก โดยอยู่ในรูป package R Commander ที่จะช่วยให้ผู้ที่มีความสนใจสามารถทำความเข้าใจกับโปรแกรมนี้ได้ง่ายขึ้นและสามารถนำไปใช้ในหน่วยงานที่ต้องการทำงานในระดับสูงขึ้นได้อีกด้วย การจัดทำคู่มือโปรแกรมสำเร็จรูป R ฉบับนี้ จะแสดงให้เห็นตัวอย่างง่ายๆ ของการคำนวณค่าสถิติ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาข้อมูลจากหน่วยงานภายใต้สำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้วิจัยทำงานอยู่ ได้มีการจัดเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามในรูปแบบเอกสารเป็นจำนวนมาก การสร้างและประเมินผลแบบสอบถามจะเป็นลักษณะของการสร้างจากโปรแกรมอรรถประโยชน์บนคอมพิวเตอร์ จากนั้นจะทำการพิมพ์ออกมาเพื่อให้แจกจ่ายให้กับกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เพื่อทำการตอบแบบสอบถาม หลังจากนั้นผู้สร้างจะเก็บรวบรวมแบบสอบถาม และทำการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการตอบแบบสอบถามเข้าสู่โปรแกรมที่ใช้ในการประเมินผลแบบสอบถาม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ผังการทำงานของระบบเดิม

3.1.1 ผู้สร้างแบบสอบถาม ทำหน้าที่ดังนี้ เป็นผู้ออกแบบสอบถาม จัดพิมพ์แบบสอบถาม กำหนดเงื่อนไข จากนั้นจะแจกจ่ายและรับแบบสอบถามคืน เพื่อรวบรวมข้อมูลและสรุปผล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้ตอบด้วย

3.1.2 ผู้ตอบแบบสอบถามมีหน้าที่คือ รับแบบสอบถามจากผู้แจกจ่าย ตอบแบบสอบถาม และส่งแบบสอบถามคืน

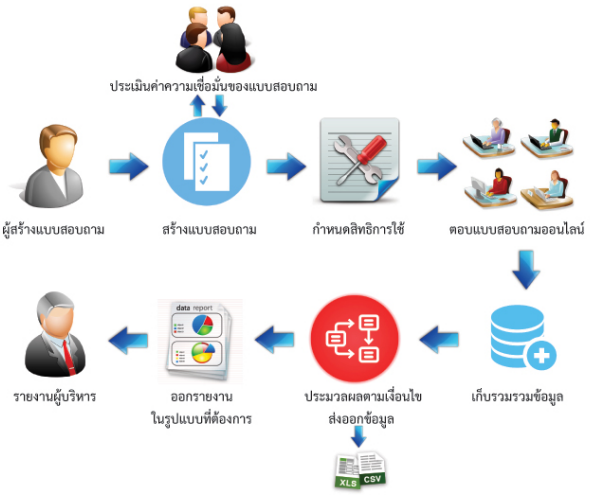
ผู้วิจัยได้พบปัญหา คือ ผู้สร้างแบบสอบถามขาดความรู้ในการใช้โปรแกรมอรรถประโยชน์ จึงทำให้การสร้างแบบสอบถามยังไม่มีประสิทธิภาพ เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน เมื่อรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้วยังต้องเสียเวลาในการนำเข้าข้อมูล เสียเวลาในการเข้าหาผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้เวลาในการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็นเวลานาน และไม่สามารถกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบในเงื่อนไขต่าง ๆ ได้

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาโปรแกรมสร้างแบบสอบถามออนไลน์ที่นิยมใช้อยู่ปัจจุบันและงานวิจัยเกี่ยวกับระบบแบบสอบถามออนไลน์นั้นพบว่าสิ่งที่ยังไม่เคยมีการถูกพัฒนาขึ้นมาเลยคือการประเมินค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) และการคำนวณทางสถิติโปรแกรมโดยรวมยังมีแค่การคำนวณค่าสถิติพื้นฐานเท่านั้นผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบแบบสอบถามออนไลน์ในรูปแบบใหม่เพื่อสนับสนุนการทำงานแบบเบ็ดเสร็จในโปรแกรมเดียว

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

ระบบการทำงานรูปแบบใหม่เริ่มต้นโดยผู้สร้างแบบสอบถามต้องทำการเข้าสู่ระบบ เมื่อเข้ามาในระบบแล้วจะเริ่มสร้างแบบสอบถาม โดยจะสามารถสร้างแบบสอบถามได้ดังนี้แบบเลือกตอบได้หลายข้อ (Check List) แบบเลือกตอบได้ 1 ข้อ (True or False) แบบประเมินค่า (Rating Scale) แบบปลายเปิด (Open-ended Form) แบบสอบถามแบบข้ามข้อ กำหนดเงื่อนไขรายละเอียดการทำงานของแบบสอบถามตามต้องการได้ เช่น สามารถเปิดให้ตอบได้จำนวนกี่วัน หรือกำหนดจำนวนผู้ตอบได้ จากนั้นสามารถเลือกได้ว่าจะส่งแบบสอบถามไปประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญหรือไม่ โดยถ้าส่งไปผู้เชี่ยวชาญจะประเมินความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์จะส่งกลับมาให้ผู้สร้างแบบสอบถามปรับปรุงแก้ไขใหม่ และถ้าข้อคำถามผ่านเกณฑ์การประเมินค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดแล้วระบบก็จะให้แบบสอบถามชุดนั้นออนไลน์ให้คนเข้ามาตอบได้

เมื่อกลุ่มเป้าหมายได้ดำเนินการตอบแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ระบบจะดำเนินการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลทางสถิติ ดังนี้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน พิสัย สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟได้ และหากต้องการคำนวณสถิติขั้นสูงสามารถดำเนินการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ผังการทำงานของระบบใหม่

3.3 การพัฒนาระบบงาน

ในการพัฒนาระบบแบบสอบถามออนไลน์ ได้เลือกใช้โปรแกรมในการพัฒนา ดังนี้ ระบบจัดการฐานข้อมูลใช้ MySQL 5.0.51a เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบใช้ PHP5 และ JAVA

3.4 การทดสอบและประเมินผล

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาระบบเสร็จแล้วนั้น จะทำการทดสอบระบบก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขต่อไป จากนั้นจะทำการประเมินประสิทธิภาพระบบ และหาความพึงพอใจ ต่อไปดังนี้

3.4.1 ทดสอบการทำงานของระบบโดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Black-Box Testing เพื่อหาข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบ ตรวจสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นว่าสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์แล้วนำข้อผิดพลาดมาแก้ไขปรับปรุงระบบ

3.4.2 ทดสอบโดยผู้ใช้ระบบ (Beta Testing) เป็นการทดสอบระบบโดยผู้วิจัยได้นำระบบแบบสอบถามออนไลน์ให้ผู้เชี่ยวชาญระบบทดลองใช้งาน เพื่อรับข้อเสนอแนะและคำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ระบบมีความสมบูรณ์

3.4.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ ประเมินใน 2 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถของระบบ 2) ด้านการวิเคราะห์ค่าสถิติ

3.4.4 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ ประเมินใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถของระบบ 2) ด้านการใช้งานระบบ 3) ด้านการออกแบบหน้าจอ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัย โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จำนวน 35 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ และเขียนโปรแกรม จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 30 คน

4. ผลการดำเนินงาน

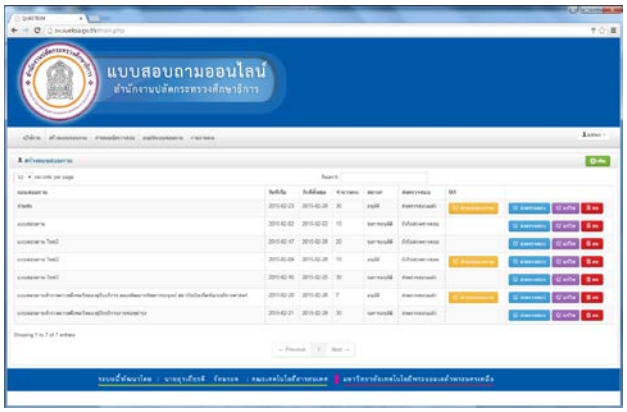
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

4.1.1 ส่วนแสดงหน้าจอแรกของระบบ คือหน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: หน้าจอการล็อกอินเข้าสู่ระบบ

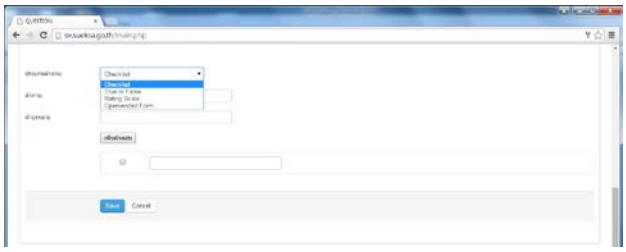
4.1.2 เมื่อผู้ใช้งานเข้าสูระบบในส่วนของการสร้างแบบสอบถามนั้นหน้าจอหลักของการบริหารแบบสอบถามจะมีเมนูการใช้งาน ดังนี้ สร้างแบบสอบถาม แก้ไข ลบ แสดงแบบสอบถาม ส่งตรวจสอบ และยังมีการแสดงสถานะ ดังนี้ วันที่เริ่ม วันที่สิ้นสุด จำนวนผู้ตอบทั้งหมด สถานการณ์อนุมัติ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอหลักของเมนูสร้างแบบสอบถาม

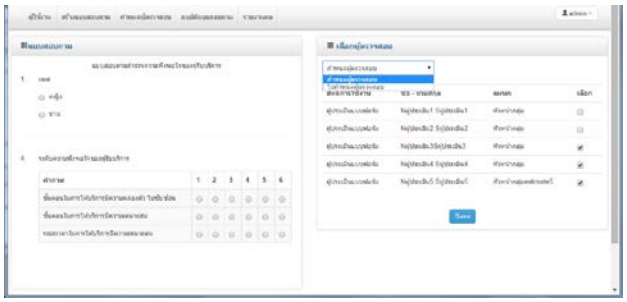
4.1.3 ส่วนของการออกแบบสอบถาม จะตั้งชื่อแบบสอบถาม และกำหนดรายละเอียดเงื่อนไขของแบบสอบถาม

ก่อนจากนั้นถึงจะเริ่มสร้างแบบสอบถามได้โดยประเภทของแบบสอบถาม ดังภาพที่ 5



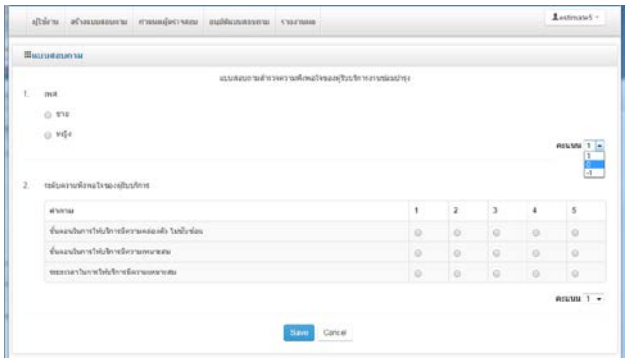
ภาพที่ 5: หน้าจอการเลือกประเภทคำตอบ

4.1.4 ส่วนของการกำหนดผู้อนุมัติแบบสอบถาม เมื่อผู้สร้างแบบสอบถามสร้างแบบสอบถามเสร็จ แบบสอบถามจะถูกส่งไปยังผู้ดูแลระบบเพื่อพิจารณาเงื่อนไขการอนุมัติ ซึ่งจะมีให้เลือก 2 เงื่อนไข คือ ถ้าไม่กำหนดผู้ประเมินแบบสอบถามก็จะออนไลน์ได้เลยแต่ถ้ากำหนดผู้ประเมินผู้ดูแลระบบต้องเลือกคนที่จะประเมินข้อคำถามด้วย ดังภาพที่ 6



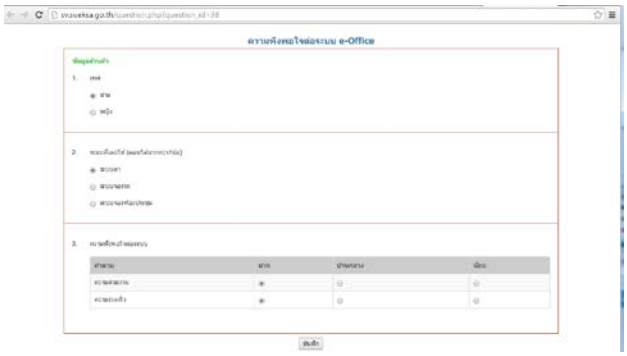
ภาพที่ 6: หน้าจอการเลือกผู้ประเมินแบบสอบถาม

4.1.5 ส่วนของการอนุมัติแบบสอบถามโดยการประเมินค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ เมื่อผู้ประเมินทำการประเมินแบบสอบถามในรายข้อแล้วระบบจะทำการคำนวณค่าจากสูตรการหา IOC เพื่อคัดเลือกเหลือแค่ข้อคำถามที่ผ่านการประเมินเท่านั้นถึงจะเผยแพร่ออนไลน์ได้ ดังภาพที่ 7



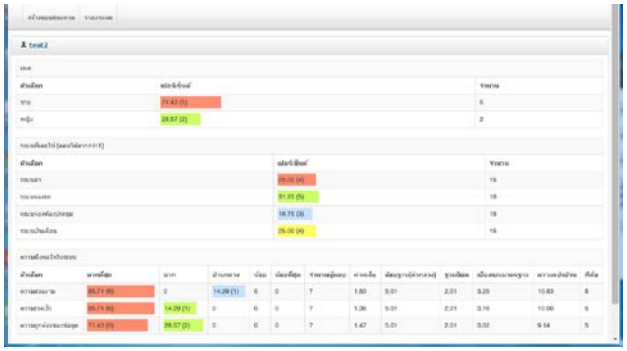
ภาพที่ 7: หน้าจอการอนุมัติแบบสอบถามรายข้อ

4.1.4 ส่วนของการแสดงแบบสอบถามที่ออนไลน์ โดยในส่วนนี้จะเป็นแบบสอบถามที่ผ่านกระบวนการสร้าง และตรวจสอบเรียบร้อยแล้วโดยถ้าแบบสอบถามข้อไหนไม่ผ่านเกณฑ์การอนุมัติจะไม่สามารถขึ้น ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: หน้าจอแสดงแบบสอบถามที่ออนไลน์

4.1.5 เมื่อมีผู้เข้ามาตอบแบบสอบถามแล้วนั้น ผู้สร้างสามารถเข้าไปดูรายงานการตอบได้ทันทีในรูปแบบ Real Time และถ้าผู้สร้างต้องการนำข้อมูลออกไปประมวลในโปรแกรมอื่นต่อไป สามารถที่จะส่งออกข้อมูลได้อีกด้วย ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: หน้าจอแสดงรายงานทางสถิติ

4.2 ผลการประมินความพึงพอใจ

ตารางที่ 1: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อที่ประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. Function Requirement	4.56	0.405	ดีมาก
2. Usability Test	4.56	0.422	ดีมาก
3. Functional Test	4.64	0.507	ดีมาก
4. Performance Test	4.56	0.547	ดีมาก
5. Security Test	4.67	0.514	ดีมาก
รวม	4.60	0.479	ดีมาก

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาผลสรุปการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ระดับมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.479 ดังนั้นความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 2: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้ทั่วไป

หัวข้อที่ประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. Function Requirement	4.57	0.514	ดีมาก
2. Usability Test	4.57	0.514	ดีมาก
รวม	4.57	0.514	ดีมาก

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาผลสรุปการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไปมีความพึงพอใจอยู่ระดับมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.514 ดังนั้นความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพ

จากที่ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาในแต่ละด้านเป็นจำนวนด้านละ 30 ครั้ง พบว่าค่าประสิทธิภาพด้านความสามารถของระบบมีผลคะแนนคิดเป็นร้อยละ 97.3 และด้านการวิเคราะห์ค่าสถิติ มีผลคะแนนคิดเป็นร้อยละ 100 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพใน 2 ด้าน อยู่ในระดับดีมากที่สุด

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันแบบสอบถามออนไลน์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพราะสามารถเก็บข้อมูลได้ทุกที่ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต แต่แบบสอบถามส่วนใหญ่ยังมีฟังชั่นงานไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมสร้างแบบสอบถามออนไลน์ขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างแบบสอบถามได้สะดวกรวดเร็ว มีการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทางสถิติ รวมถึงวิเคราะห์คำถามจากผู้เชี่ยวชาญก่อนออกแบบสอบถาม

การพัฒนาระบบแบบสอบถามออนไลน์ใช้ภาษา PHP5 และ JAVA เป็นหลัก และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล โดยแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 ส่วนคือ ผู้ดูแลระบบ ผู้เชี่ยวชาญประเมินข้อคำถาม และผู้สร้างแบบสอบถาม

จากผลสรุปการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี และความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับดีมาก สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้วิจัยเองผลออกมาในระดับดีมากที่สุด

ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือ รูปแบบการสร้างข้อคำถามที่หลากหลายทำให้การสร้างแบบสอบถามอาจยังมีข้อจำกัดอยู่

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย จากการที่ผู้วิจัยได้นำแนวทางการบริการเบ็ดเสร็จมาออกแบบระบบนั้นพบว่าระบบสามารถทำงานได้ครอบคลุมกระบวนการสร้างแบบสอบถามได้ดีกว่าระบบที่เคยมีการพัฒนามาก่อน เพราะการเล็งเห็นถึงขั้นตอนของการสร้างแบบสอบถามจริงๆ โดยสามารถนำแนวทางการบริการเบ็ดเสร็จไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบใหม่ๆได้ เพื่อให้ได้ระบบที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด ส่วนข้อเสนอแนะคือระบบควรมีการวิเคราะห์การตอบแบบสอบถาม เพื่อป้องกันกรณีผู้ตอบแบบสอบถามไม่ตั้งใจตอบ และควรเพิ่มรูปแบบคำถามสำหรับการสร้างแบบสอบถามได้หลากหลายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริชัย พงษ์วิชัย, “การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ เน้นสำหรับงานวิจัย.” กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[2] ชูวงศ์ ฉายะบุตร, “หลักการให้บริการครบวงจรหรือการพัฒนาการให้บริการในเชิงรุกของ.” กรมการปกครอง.เทศาภิบาล, 2536

[3] ณัฐพล อะกะเรือน. “การพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการสำรวจข้อมูลสำหรับการซื้อขายสินค้าผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.” ปัญหาพิเศษวิทยศาสตรมหาบัญฑิต สาขาวิชาการจัดการการขนส่ง และโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2553.

[4] สุรศักดิ์ เก้าเอี้ยน, “การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการออกแบบแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความเต็มใจในการตอบและอัตราการตอบกลับ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษาสารสนเทศ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[5] เกรียงไกร แก้ววงษ์เขียว, “ระบบช่วยพัฒนาและประเมินผลแบบสอบถามออนไลน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก.” ปัญหาพิเศษวิทยศาสตรมหาบัญฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.

[6] ธีราพร ชาญพนา และ เมธินี กวินภาส. “การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมR.” โครงงานระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดบนแอนดรอยด์โฟน
Durable Articles Management System on Android Phone by Using QR code Technology

จุฑารัตน์ โถชัย(Jutarat Thochai)[1] และณัฐวี อุตกฤษฎ์(Nattavee Utakrit)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Dolphin_blue27@hotmail.com, [2]nattavee.u@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเป็นเครื่องมือในการจัดการและตรวจสอบข้อมูลครุภัณฑ์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน โดยพัฒนาระบบเป็นแอพลิเคชันบนแอนดรอยด์โฟนด้วยภาษาจาวาและใช้มายเอสคิวแอลเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ระบบได้รับการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 21 คน ผลการประเมินพบว่าระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99 และผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 จากผลการประเมินระบบข้างต้นสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการครุภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบจัดการครุภัณฑ์ คิวอาร์โค้ด แอนดรอยด์

Abstract

This paper proposed to develop the durable articles management system using QR Code technology, that is developed as a tool, for manage and able to examine durable articles in the faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology. The system is developed asapplication on android phone which is used Java programing language and MySQL as a database management. Theperformance system is tested by5 experts and satisfactory is tested by 21general users. The result from testing found that the performance was n the most satisfied level, the percentage was 99.The satisfactory was in a high level, the mean score was 3.78 and the standard deviation score was 0.55 From testing, the result indicated that the developed system has efficiency at a good level. In addition, it can be efficiently applied for the durable articles management system.

Keywords: Durable Articles Management System, QR Code Technology, Android.

1. บทนำ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวันมีครุภัณฑ์ที่ไว้ใช้ดำเนินงานต่างๆ มากมาย และเพิ่มจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี จึงส่งผลให้มีเอกสารการจัดเก็บรายละเอียดครุภัณฑ์ที่มีจำนวนมากขึ้นตามเช่นกัน แต่ด้วยการจัดการของคณะวิชานั้นยังไม่ดีมากพอ อีกทั้งเป็นหน่วยงานค่อนข้างมีขนาดใหญ่จึงทำให้การจัดการระบบงานครุภัณฑ์เป็นไปได้ความลำบากการลงบันทึกข้อมูลยังไม่เป็นมาตรฐานมากพอส่งผลให้เกิดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนและหากเกิดความผิดพลาดในการทำงาน เช่น ลืมลงรายการบันทึกทำให้การตรวจสอบยอดคงเหลือ ณ ปัจจุบันคลาดเคลื่อนไม่ตรงตามจำนวนยอดคงเหลือ และเมื่อมีการเบิกจ่ายก็ไม่อาจทราบว่าใครเป็นคนเบิกจ่ายและครุภัณฑ์แต่ละชิ้นนั้นไปอยู่ที่ใคร รวมไปถึงการบันทึก หรือแก้ไขข้อมูลเดิมทำได้ไม่สะดวก อีกทั้งปัญหาการค้นหาก็ยังทำได้ยากด้วย เพราะไม่ทราบถึงที่ตั้งและสภาพของครุภัณฑ์ชิ้นนั้นๆ ตามที่ระบุในรายการได้จึงยิ่งทำให้การตรวจสอบยอดคงเหลือแต่ละปีนั้นต้องใช้เวลานานอีกด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อถึงเวลาตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวันมีการแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อทำหน้าที่ในการตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปีโดยให้ทำการตรวจสอบจำนวนของรายการครุภัณฑ์และที่ตั้งของรายการนั้นๆ โดยที่ผล

การตรวจสอบรายการครุภัณฑ์นั้นมักจะพบว่ามีอยู่ในรายการจริงแต่ไม่สามารถระบุตัวตนของครุภัณฑ์ได้ ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือเข้ามามีบทบาทต่อการทำงานมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดในการนำโทรศัพท์มือถือเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานการจัดการครุภัณฑ์ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ไขข้อมูลบางอย่างของครุภัณฑ์ เช่น สภาพและที่ตั้งของครุภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เจ้าหน้าที่สามารถทำงานได้สะดวกและหนึ่งในเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้เพื่อทำงานร่วมกับโทรศัพท์มือถือ คือ การให้บริการเกี่ยวกับคิวอาร์โค้ด [1] ซึ่งเทคโนโลยีนี้สามารถนำมาใช้ในการระบุตัวตนของครุภัณฑ์เพื่อแก้ไขปัญหาการไม่สามารถระบุตัวตนของครุภัณฑ์และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ดบนแอนดรอยด์โฟนเพื่อแก้ไขปัญหาการไม่สามารถระบุตัวตนของครุภัณฑ์เพื่อให้สามารถลดระยะเวลาและขั้นตอนในการตรวจสอบครุภัณฑ์อันจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลครุภัณฑ์ที่อยู่ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ครุภัณฑ์ [2] เป็นสินทรัพย์ หรือค่าใช้จ่ายที่หน่วยงานมีไว้เพื่อใช้ในการดำเนินงาน มีลักษณะคงทนและมีอายุการใช้งานเกินกว่า 1 ปี แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ครุภัณฑ์ที่มีมูลค่าตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไปตามราคาทุน รายการครุภัณฑ์ประเภทนี้ถือว่าเป็นสินทรัพย์ถาวรของกรมฯ โดยหน่วยงานต้องจัดทำบันทึกรายละเอียดครุภัณฑ์ในทะเบียนคุมทรัพย์สิน คำนวณราคา ค่าเสื่อมประจำปีและรายงานข้อมูลตามแบบฟอร์มรายงานข้อมูลสินทรัพย์สำหรับสร้างข้อมูลหลักสินทรัพย์ประเภทครุภัณฑ์ และครุภัณฑ์ที่มีมูลค่าไม่ถึง 5,000 บาทตามราคาทุน รายการครุภัณฑ์ประเภทนี้ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายประเภทค่าครุภัณฑ์มูลค่าต่ำกว่าเกณฑ์และไม่ถือว่าเป็นสินทรัพย์ถาวรแต่ให้มีการบันทึกรายละเอียดของครุภัณฑ์ดังกล่าวไว้ในทะเบียนคุมทรัพย์สินของหน่วยงานนั้นๆ เพื่อประโยชน์ในการควบคุมรายการทรัพย์สินของทางราชการโดยไม่ต้องคำนวณค่าเสื่อม ราคาประจำปีและไม่ต้องรายงานข้อมูลตามแบบฟอร์มรายงานข้อมูลสินทรัพย์สำหรับสร้างข้อมูลหลักสินทรัพย์ประเภทครุภัณฑ์

คิวอาร์โค้ด [3] หรือ QR Code ย่อมาจาก Quick Response Code ซึ่งเป็นบาร์โค้ดแบบ 2 มิติชนิดหนึ่งที่มีข้อดีหลายประการมากกว่าบาร์โค้ดแบบมิติเดียว เช่น มีความไวมากกว่าในการอ่านบาร์โค้ด สามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า และสามารถอ่านได้เมื่อบาร์โค้ดไม่สมบูรณ์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: บาร์โค้ด 2 มิติชนิด QR Code

โดยที่ขนาดของคิวอาร์โค้ดนั้น [4] จะได้จากข้อมูล 2 ส่วนประกอบกัน ได้แก่ รุ่นของสัญลักษณ์ (symbol version) และขนาดของโมดูล (module size) ซึ่งมีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร รุ่นของสัญลักษณ์มีด้วยกันทั้งหมด 40 รุ่น คือ รุ่นที่ 1-40 โดยในรุ่นที่ 1 จะมีขนาด 21x21 เมตริกซ์และ ในรุ่นถัดไปจะมีขนาดเพิ่มขึ้นทุกๆ 4 โมดูล จนถึงในรุ่นที่ 40 จะมีขนาด 177 x177 เมตริกซ์ โดยรุ่นที่เพิ่มขึ้นบ่งบอกถึงปริมาณข้อมูลที่สามารถเข้ารหัสได้ และเปอร์เซ็นต์ในการกู้ข้อมูลคืนเมื่อบาร์โค้ดไม่สมบูรณ์เกิดจากการลบหรือถูกขีดเขียนบนบาร์โค้ด

แอนดรอยด์ [5] ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิ้ล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ แอนดรอยด์แอพลิเคชันนั้นเขียนโดยใช้ภาษาจาวาและใช้แอนดรอยด์ซอฟต์แวร์พัฒนา (Android software development kit: SDK) เป็นชุดเครื่องมือพัฒนาแอพลิเคชัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุชาดา [6] ได้วิจัยเรื่องแนวโน้มการใช้โมบายแอพลิเคชันโดยแนวโน้มการใช้งาน Mobile Device อย่างสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนา Mobile Applications และเทคโนโลยีของตัวเครื่องโทรศัพท์จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์โดยเฉพาะการพัฒนาต่อยอดแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ของบริษัทต่างๆ ที่แข่งขันกันเพื่อชิงความเป็นหนึ่งในตลาดด้าน Mobile Application ซึ่งการพัฒนาแอพลิเคชันแบ่งเป็นการพัฒนาแอพลิเคชันระบบ (Operation System) และแอพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่ตอบสนองการใช้งานบนอุปกรณ์และด้วยแอพพลิเคชั่นที่เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่มีแนวโน้มใช้โปรแกรมต่างๆ เพื่อตอบสนองกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ทำธุรกรรมทางการเงิน เชื่อมต่อและสืบค้นข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ชมภาพยนตร์ฟังเพลง หรือแม้แต่การเล่นเกมส์ซึ่งมีทั้งออนไลน์และออฟไลน์ด้วยอัตราการขยายตัวด้านการใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำให้บริษัทชั้นนำด้านโทรศัพท์มือถือหลายแห่งหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือโดยเชื่อว่าจะมีอัตราการดาวน์โหลดเพื่อใช้งานที่เติบโตอย่างเห็นได้ชัด

ชูชาติ [7] ได้นำเสนอระบบจัดการข้อมูลครุภัณฑ์ กรณีศึกษา แผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคตราด รูปแบบเดิมจะเป็นระบบเอกสาร ที่ถูกนำมาใช้งานเป็นเวลานาน ทำให้การจัดการข้อมูลเป็นไปอย่างล้าช้า จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างระบบฐานข้อมูลด้านวัสดุ ครุภัณฑ์ของแผนกวิชาขึ้นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับแผนกวิชาในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบ ป้องกันการสูญหายของข้อมูล ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ ทั้งยังง่ายในการสืบค้นข้อมูลต่างๆ รวมถึง การออกเอกสาร และรายงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับวัสดุครุภัณฑ์

ศุภฤกษ์ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้บาร์โค้ดสองมิติชนิดคิวอาร์ (QR Code) ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์และการพาณิชย์อิเล็คทรอนิกส์ เป็นการนำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบการโฆษณาและการพาณิชย์อิเล็คทรอนิกส์โดยนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเข้ามาประยุกต์ใช้ในการโฆษณาสามารถซื้อสินค้าได้อย่างสะดวกด้วยการใช้งานโทรศัพท์มือถือแทนการใช้ตะกร้าสินค้าในการเลือกสินค้าที่ต้องการพร้อมระบุจำนวน รวมถึงการคิดราคาสินค้าและการชำระค่าสินค้าได้ในระบบเดียว การพัฒนาระบบใช้ภาษา PHP ร่วมกับ MYSQL ผลการทดสอบพบว่า เทคโนโลยีด้านการสื่อสารที่รวดเร็วมากขึ้น เช่น ระบบ 3G หรือเทคโนโลยีด้านอุปกรณ์เคลื่อนที่สามารถรองรับการใช้งานของระบบได้เป็นอย่างดี ทำให้ธุรกิจนั้นได้รับข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและตัดสินใจ ส่วนผู้บริโภคนั้นได้รับความสะดวกสบายในการเลือกซื้อสินค้ามากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้นพบว่าการพัฒนาระบบบนแอนดรอยด์โฟน ยังไม่เป็นที่แพร่หลายส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบเว็บ จึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ด บนแอนดรอยด์โฟนของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

3. วิธีการดำเนินการ

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลระบบการจัดการครุภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่และคณาจารย์ซึ่งข้อมูลที่ต้องการและสรุปได้ดังนี้ 1) สามารถตรวจสอบข้อมูลได้แบบทันทีผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต 2) ข้อมูลมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและ 3) สามารถระบุตัวตนของครุภัณฑ์ได้

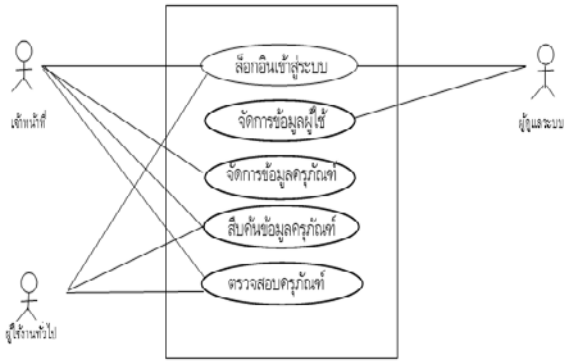
3.2 การสังเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาระบบ

3.2.1 สังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษาและสำรวจแล้วทำการพัฒนาระบบงานใหม่ซึ่งได้นำแนวคิดที่จะพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งทำงานได้รวดเร็ว นอกจากนี้ยังได้นำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาช่วยลดขั้นตอนในการจัดการครุภัณฑ์ การจัดเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมากๆ ได้ พร้อมทั้งสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์และแก้ไขข้อมูลในส่วนของสถานที่จัดเก็บ สถานะและระบุตัวตนของครุภัณฑ์ได้

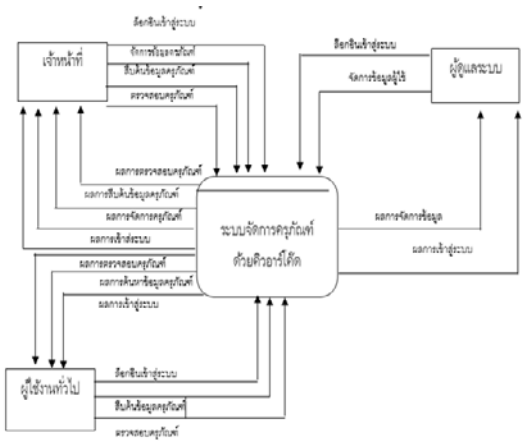
3.2.1 ทำการตรวจสอบรูปแบบของระบบงานใหม่โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสารสนเทศและคณะกรรมการประจำคณะโดยใช้แบบสอบถาม

3.3 การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ใช้แผนภาพ UML ประกอบด้วย แผนภาพกระแสข้อมูล Use – Case Diagram และแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ประกอบด้วย แผนภาพกระแสข้อมูล Context Diagram แสดงเส้นทางของข้อมูลที่มีการเข้าออกระหว่างสิ่งแวดล้อมกับระบบ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 2 : Use – Case Diagram ของระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ดบนแอนดรอยด์โฟน



ภาพที่ 3 : Context Diagram ของระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ดบนแอนดรอยด์โฟน

3.4 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบนี้ได้นำข้อมูลจากขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลมาทำการพัฒนาระบบ โดยการพัฒนาระบบเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบคือ Android เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และใช้ร่วมกับระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 ซึ่งใช้เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล รวมถึงแสดงผลผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.4.2 จากนั้น ทำการวิเคราะห์ออกแบบพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

3.5 การประเมินระบบ

3.5.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 21 คน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินไว้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

ก) ด้านความถูกต้องในการทำงานระบบ

ข) ด้านความปลอดภัยของระบบ

3.5.1.2 การประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป แบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

ก) ด้านความสามารถของระบบตรงกับความต้องการ

ข) ด้านความเร็วในการทำงานของระบบ

ค) ด้านความถูกต้องในการทำงานระบบ

ง) ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ

จ) ด้านความปลอดภัยของระบบ

ตารางที่ 1 : เกณฑ์การให้คะแนนของการประเมินประสิทธิภาพ

ระดับเกณฑ์	ความหมาย
ร้อยละ 90 –100	ระบบมีประสิทธิภาพระดับดีที่สุด
ร้อยละ 70 –89	ระบบมีประสิทธิภาพระดับดีมาก
ร้อยละ 50 –69	ระบบมีประสิทธิภาพระดับดี
ร้อยละ 30 –49	ระบบมีประสิทธิภาพระดับพอใช้
ร้อยละ 1 –29	ระบบมีประสิทธิภาพระดับควรปรับปรุง

ตารางที่ 2: เกณฑ์การให้คะแนนของการประเมินความพึงพอใจ

ระดับเกณฑ์	ความหมาย
4.51 – 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 – 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการดำเนินงาน

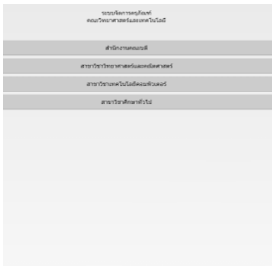
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การใช้งานระบบ ต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดยสิทธิของผู้ใช้งานที่จะเข้าใช้งานแอพพลิเคชั่นได้นั้น คือ ผู้ใช้งานทั่วไป และผู้ดูแลระบบ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : หน้าจอหลักของระบบ

หน้าจอแสดงหน่วยงานในสังกัดของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโลยี คือ สาขาวิชาเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และสาขาวิชาศึกษาทั่วไป แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : หน้าจอแสดงหน่วยงานในสังกัดของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน้าจอแสดงผลลัพธ์รายการครุภัณฑ์เมื่อสแกนคิวอาร์โค้ดที่ครุภัณฑ์ แสดงรูปภาพครุภัณฑ์ ชื่อครุภัณฑ์ หมายเลขครุภัณฑ์ รายละเอียด สถานที่เก็บ และสถานะ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : หน้าจอแสดงผลลัพธ์รายการครุภัณฑ์หลังการสแกนคิวอาร์โค้ด

4.2 ผลการประเมินระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบของระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ด บนแอนดรอยด์โฟน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 21 คน แสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 : สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	วัดประสิทธิภาพ			
	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ผ่าน	จำนวนครั้งที่ผิดพลาด	ร้อยละ
ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	50	49	1	99
ด้านความปลอดภัยของระบบ	50	50	0	100
สรุปผล	**100**	**99**	**0**	**99**

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99

ตารางที่ 4 : สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เชิงคุณภาพ
1.ด้านความสามารถของระบบตรงกับความต้องการ	3.95	0.57	มาก
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	3.77	0.49	มาก
3. ด้านความสะดวกในการทำงานของระบบ	3.87	0.64	มาก
4. ด้านความเร็วในการทำงานของระบบ	3.83	0.57	มาก
5. ด้านความปลอดภัยของระบบ	3.50	0.50	ปานกลาง
สรุปผล	3.78	0.55	**มาก**

จากตารางที่ 4 สรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป พบว่าผู้ใช้งานทั่วไปมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ด บนแอนดรอยด์โฟน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ดบนแอนดรอยด์โฟน ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาระบบจะใช้โปรแกรมประยุกต์ Android studio ภาษา JAVA เป็นภาษาหลักในการพัฒนาแอพพลิเคชั่น และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เป็นตัวช่วยบริหารจัดการฐานข้อมูล

จากการออกแบบและพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ทดสอบการใช้งานและประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน รวมทั้งประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 21 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรที่ใช้สำรวจความพึงพอใจ ซึ่งหมายถึงบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้เลือกใช้สถิติเชิงพรรณนาด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ย เพื่อใช้แปรความหมายของการประเมินผล และการวัดการกระจายข้อมูลโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นร้อยละ 99 ซึ่งแสดงว่าระบบที่ออกแบบและพัฒนามีประสิทธิภาพต่อการใช้งานระดับดีที่สุด และการประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55) ซึ่งแสดงว่าระบบที่ออกแบบและพัฒนาผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาระบบ ควรมีการพัฒนาระบบปฏิบัติการที่รองรับ IOS สำหรับผู้ที่ไม่ได้ใช้งานระบบปฏิบัติแอนดรอยด์ และในด้านความปลอดภัยของระบบ ควรเพิ่มความปลอดภัยทางด้านการเข้าถึงข้อมูลตามสิทธิ์ผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบเว็บแอพลิเคชันโดยไม่ต้องติดตั้งบนเครื่องของผู้ใช้ สามารถอัพเดตและดูแลระบบได้สะดวก

เอกสารอ้างอิง

[1] ไม่ระบุผู้แต่ง. 2558. บาร์โค้ดยุคใหม่ (QR Code) กับการพัฒนาธุรกิจในประเทศไทย (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://r64.wikidot.com/qr-code. 25 มีนาคม 2558

[2] กองพัสดุ กรมชลประทาน : แนวทางการควบคุมครุภัณฑ์มูลค่าต่ำกว่าเกณฑ์ (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.supplyrid.com. 25 มีนาคม 2558.

[3] กรพรหม พิกุลแก้ว, “การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี QR code ในพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ณ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ” ไม่ระบุปี.

[4] Denso Wave Incorporated, QR Code.com, http://www.qrcode.com/index-e.html (accessed August 24, 2011).

[5] ณัฐวุฒิ เตียวเช. “การพัฒนาโปรแกรมคีย์บอร์ดภาษาไทยอัจฉริยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[6] สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล. “แนวโน้มการใช้โมบายแอพพลิเคชั่นโดยแนวโน้มการใช้งาน Mobile Device” 2554.

[7] ชูชาติ แซ่เตียว. “ระบบการจัดการข้อมูลวัสดุและครุภัณฑ์ กรณีศึกษา แผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคตราด” ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[8] สุภฤกษ์ ยงทรัพย์อนันต์, “การประยุกต์ใช้บาร์โค้ดสองมิติชนิดคิวอาร์ (QR Code) ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์และการพาณิชย์อิเล็คทรอนิกส์” มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2554.

การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารของสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์
Building Prevention Maintenance System : The Crown Property Bureau

กรพัฒน์ ศิริวรรณ(Korapat Siriwan)[1] และณัฐวี อุตกฤษฎ์(Nattavee Utakrit)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]Korapat.sir@gmail.com, [2]nattavee.u@it.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบ และหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบบริหารงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน อาคารตำบลถนนแปลงนาม กรณีศึกษาสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ โดยพัฒนาในลักษณะของ Web Application พัฒนาโดยใช้ภาษา ASP.NET และใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2010 เป็นโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล ระบบแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารงานอสังหาริมทรัพย์ ในการทำหน้าที่ใช้งานระบบ 2) เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารงานก่อสร้าง ในการทำหน้าที่ใช้งานระบบ โดยมีการทดสอบความพึงพอใจของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน ผลการทดสอบระบบปรากฏว่า การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบแบบสอบถามและการพัฒนาระบบ โดยค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของระบบเท่ากับ 3.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.85 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของระบบเท่ากับ 4.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 จากผู้ประเมินทั้ง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจมาก

คำสำคัญ: ระบบบริหาร, ซ่อมบำรุงอาคาร, เชิงป้องกัน

Abstract

The aims of this research were to develop a Building Prevention Maintenance Management System, The Crown Property Bureau, and to find the satisfaction of the users to the system. The database support system was developed by ASP.NET and Microsoft SQL Server 2010 is a database. The system is divided into 2 groups: 1) Officer of Real Estate Management Division 2) Officer of Construction Management Division. Generate query There are two tests is to test the effectiveness of an expert system for 5 people and test the satisfaction of a number of 30. The results from this study illustrated, the satisfaction of this system was good level ($\overline{X}$ = 3.84, S.D. = 0.85 by panel experts and $\overline{X}$ = 4.05, S.D. = 0.88 by users). Since $\overline{X}$ and S.D. value was higher than the criterion level then accepting the hypothesis at 5 level. It can be concluded that the satisfaction system is at a good level.

Keyword: Management System, Maintenance Building, Prevention.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ตามแนวรถไฟฟ้ามีการพัฒนาและการเติบโตด้านธุรกิจการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพื่อที่อยู่อาศัยและเพื่อการลงทุนเป็นจำนวนมาก สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ มีการจัดประโยชน์ให้เช่าด้านอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก และอาคารบางส่วนก่อสร้างมาเป็นระยะเวลานาน ตั้งแต่ปี ๒๔๕๐ เป็นต้น โดยในปัจจุบันการประเมินการซ่อมแซมอาคาร จะประเมินตามสภาพความเป็นจริงจากภายนอกของอาคาร โดยไม่มีการศึกษาข้อมูลการซ่อมแซมอาคาร หรือตรวจสอบสภาพอาคารอย่างละเอียด มา ทำให้อาคารขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดสภาพชำรุดทรุดโทรม และอาจเกิดอันตราย ในด้านของอัคคีภัย การพังทลายของอาคารได้

จากข้างต้น ผู้วิจัยได้คิดวิธีการพัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารเชิงป้องกันขึ้น โดยนำทฤษฎีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Prevention Maintenance : PM) และนำเทคโนโลยีสารสนเทศในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นเข้ามาปรับใช้ร่วมพัฒนาระบบ เพื่อตอบสนองการทำงานของเจ้าหน้าที่ในองค์กรสนับด้านข้อมูลและตอบสนองงานซ่อมบำรุงอาคาร และสร้างความพึงพอใจให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ใช้งานระบบ เพื่อการสนับสนุนผู้ใช้งานและเจ้าหน้าที่ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 นโยบายด้านการบริหารจัดการอสังหาริมทรัพย์

ผู้ใช้ประโยชน์ในที่ดินของสำนักงานทรัพย์สินฯ อาจจำแนกเป็น 4 ประเภท กล่าวคือ 1) ชุมชนเมือง ผู้เช่ารายย่อยเพื่ออยู่อาศัยและ ยังชีพเล็กน้อย 2) มูลนิธิ สมาคมหรือองค์กรสาธารณกุศล 3) หน่วยราชการและรัฐวิสาหกิจ และ 4) ผู้เช่าใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ ผู้เช่า 3 ประเภทแรกมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 90 ของที่ดินทั้งหมดในความดูแลของสำนักงานทรัพย์สินฯ

ด้วยความแตกต่างในด้านการใช้ประโยชน์และความสามารถทางการเงินของผู้เช่าแต่ละประเภท สำนักงานทรัพย์สินฯ จึงจำเป็นต้อง กำหนดนโยบายอย่างเหมาะสมในเรื่องอัตราค่าเช่าและความรับผิดชอบในการพัฒนาพื้นที่ที่ผู้เช่าแต่ละประเภทรวมทั้งคำนึงถึงมิติแห่งการ อนุรักษ์และการไม่แสวงหารายได้สูงสุดควบคู่ไปด้วย โดยมีประโยชน์สุขของผู้เช่าและสังคมเป็นหลักสำคัญในการแปรไปสู่การปฏิบัติผู้เช่าที่เป็นชุมชน และผู้เช่ารายย่อยเพื่ออยู่อาศัย เป็นกลุ่มผู้เช่าที่มีจำนวนมากที่สุด ส่วนมากมีฐานะปานกลางจนถึงผู้มีรายได้น้อย อัตราค่าเช่าตั้งแต่อดีตจึงเป็นอัตราที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับทำเลและศักยภาพของพื้นที่เช่า แต่จากประสบการณ์ทำให้สำนักงานทรัพย์สินฯ เรียนรู้ว่าการคิดค่าเช่าในอัตราที่ต่ำมากไม่ได้ให้ประโยชน์ต่อผู้เช่าเสมอไป หากแต่คือการสร้างคุณค่าให้กับสถานที่เช่าด้วยการผสมผสาน

ความร่วมมือกับ ผู้เช่าแต่ละราย รวมทั้งการสร้างความสามัคคีในกลุ่มผู้เช่าทั้งบริเวณเพื่อร่วมกันปรับปรุง ทั้งภายในและภายนอกสถานที่เช่าให้มีสภาพที่ดีอยู่เสมอ จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและเสริมคุณภาพชีวิตของผู้เช่าได้อย่างยั่งยืน สำนักงานทรัพย์สินฯจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาทางกายภาพของสถานที่เช่า การส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นให้กับผู้เช่า โครงการและแผนงานในด้านนี้จึงทำอย่างต่อเนื่องทุกปี อาทิ โครงการปรับปรุงสถานที่เช่าในเขตเมือง (Urban Renewal) สำหรับผู้เช่ารายย่อยที่เป็นอาคารพาณิชย์ริมถนน

2.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

(Preventive Maintenance : PM)

การซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง ไม่ว่าจะเตรียมพร้อมหรือซ่อมบำรุงได้รวดเร็วเพียงใด ก็ยังสู้ระบบที่ไม่เกิดการเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การทำกิจกรรมบำรุงรักษาอยู่ตลอดเวลา เช่น การทำความสะอาด การตรวจเช็ค การปรับแต่ง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อกำจัดหรือชะลอความเสียหายแบบเรื้อรัง ชิ้นส่วนบางชิ้นไม่ต้องรอให้หมดอายุหรือรอให้เสียหาย ก็สามารถถอดมาซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนชิ้นใหม่ทดแทนได้เลย

2.3 การซ่อมบำรุงโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์

(Time Base Maintenance : TBM)

การบำรุงรักษาตามคาบเวลา เป็นการบำรุงรักษาที่ละเอียดและลึกกว่าการบำรุงรักษาประจำวันที่ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องการทำความสะอาด ปรับแต่ง เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่เมื่อพูดถึงการบำรุงรักษาตามคาบเวลามักจะมีความเข้าใจกันว่า หมายถึง การบำรุงรักษาใหญ่ประจำปี ซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะบางชิ้นส่วนไม่สามารถรอถึง 1 ปีได้

การบำรุงรักษาตามคาบเวลา ต้องมีการแบ่งแยกระบบใดบ้างต้องทำทุกสัปดาห์ ระบบใดบ้างต้องทำทุกๆเดือน ระบบใดบ้างต้องทำทุกสามเดือนระบบใดบ้างต้องทำทุกหกเดือน เป็นต้น นอกจากนั้น ยังต้องกำหนดกิจกรรมที่จะทำในแต่ละช่วงเวลาด้วย

2.4 การศึกษางานที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการลูกค้าสัมพันธ์สำหรับธุรกิจขายส่งเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยได้นำกลยุทธ์การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management) [1] มาใช้กับระบบเพื่อช่วยตอบสนองความต้องการของลูกค้าและช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น โดยนำกฎ 80 : 20 ของพาเรโตมาใช้ เพื่อเพิ่มจำนวนลูกค้าร้อยละ 20 ที่สร้างรายได้หลักให้แก่บริษัท การทำงานของระบบเป็นแบบเว็บแอพพลิเคชั่น ใช้ UML (Unified

Modeling Language) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดำเนินการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา ASP.NET และใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2005 ในการจัดการฐานข้อมูล

การออกแบบระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารงานระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในโรงแรม เพื่อออกแบบระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารงาน การซ่อมบารุงเชิงป้องกันในโรงแรม [2] ช่วยให้ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานลงได้เฉลี่ยร้อยละ 77.03 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถลดต้นทุนในการเสียเวลาได้เท่ากับ 63,875 บาทต่อคนต่อปี เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระบบนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างดี เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในการบริการ

การพัฒนาระบบพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [3] จัดทำเป็นเวปแอพพลิเคชัน พัฒนาตามกระบวนการวิธิการอนุมานตามฐานกรณี และประยุกต์ใช้วิธีการค้นคืนแบบเวคเตอร์สเปซโมเดล และน้ำหนักของความถี่ แบบนอร์มอลไลซ์ของทั้งเอกสาร เพื่อหาค่าความเหมือนกันของเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วแสดงผลตามการจัดอัน ดับ ค่าความเหมือนกันของเอกสาร ในกระบวนการค้นหาคำค้น หรือปัญหาที่เข้ามาจะผ่านกระบวนการตัด คำ จนได้เป็นคำที่ใช้ในการคำนวณ โดยการค้นหาจะเลือกเอกสารที่เกี่ยวข้อ ง ซึ่งเรียงลำดับ จากเอกสารที่มีค่า ความเหมือนกันของเอกสารสูงที่สุด จำนวน 10 ลำดับ และจากการประเมินคุณภาพด้านการทำงานตามหน้าที่ของระบบ ความง่ายในการใช้งาน และความปลอดภัย

ระบบฐานข้อมูลคลังยาในกลุ่มงานวัณโรค สถานตรวจโรคปอดกรุงเทพมหานคร การจัดทำฐานข้อมูลคลังยาในกลุ่มงานวัณ โรคสถานตรวจโรคปอดกรุงเทพฯ [4] เพื่อรองรับการขยายตัวของข้อมูลเกี่ยวกับคลังยาที่เพิ่มมากขึ้น โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ MySQL ในการสร้างฐานข้อมูล และภาษา PHP ในการพัฒนาส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานระบบกับฐานข้อมูล ซึ่งระบบฐานข้อมูลคลังยาในกลุ่มงานวัณโรค สถานตรวจโรคปอดกรุงเทพฯ นี้ แบ่งส่วนการใช้งานตามสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบเภสัชกรคลังยา และเภสัชกรห้องจ่ายยา โดยระบบสามารถสืบค้นและเก็บบันทึกข้อมูลยา และรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคลังยา ระบบประกอบด้วยหน้าที่การทำงานหลัก 3 ส่วน คือ การบริหารจัดการผู้ใช้ระบบ, การบริหารจัดการคลังยาใหญ่ได้แก่ เก็บข้อมูลใบเสนอราคา ออกใบสั่งซื้อ เก็บข้อมูลการส่งสินค้า ตรวจสอบสถานะการส่งสินค้า ตรวจสอบจำนวนยาคงคลัง ตรวจสอบยาหมดอายุ และจัดการการเบิกจ่ายยา ส่วนสุดท้ายคือการบริหารจัดการคลังยาย่อย หรือห้องจ่ายยา ได้แก่ จัดการการเบิกจ่ายยา ตรวจสอบยาหมดอายุและตรวจสอบจำนวนยาคงคลังของคลังยาย่อย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาระบบงานเดิมของการวางแผนการซ่อมบำรุงอาคาร มีขั้นตอนคือ การแจ้งขอซ่อมแซมของผู้เช่า แจ้งไปยังกองบริการงานก่อสร้างเพื่อทำการยื่นแบบขอซ่อมแซม จากนั้นจะใช้เวลาตรวจแบบ และเสนอโครงการเพื่อทำการขออนุมัติงบประมาณในการซ่อมแซมอาคาร และถึงจะเริ่มทำการซ่อมแซมได้ ซึ่งใช้เวลา 1 ปีงบประมาณ และจะต้องขออนุมัติครั้งละหลายอาคาร เพื่อความต่อเนื่องและพร้อมเพรียงในการซ่อมบำรุง ซึ่งถ้าหากผู้เช่าไม่ไปแจ้งซ่อมแซม หรือทางหน่วยงานไม่ได้ลงไปตรวจสอบก็จะไม่พบความเสียหายที่เกิดขึ้น ทำให้อาคารเสื่อมโทรมไปก่อนเวลาอันควร

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

การพัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงระบบอาคารเชิงป้องกัน สามารถช่วยในการบริหารจัดการการซ่อมแซมอาคาร โดยมีระบบการเก็บข้อมูลอาคาร รูปภาพของอาคารในแต่ละปี รายงานการซ่อมแซมอาคารในแต่ละครั้ง ทันทีที่มีการแจ้งเตือนการซ่อมแซมอาคาร ระบบจะแจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการตรวจสอบสภาพปัจจุบันและข้อมูลของอาคารใหม่และทำการซ่อมแซมระบบที่ถึงวงรอบการซ่อมแซมขึ้น ระบบจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้ใช้งาน และผู้ดูแลระบบ โดยแต่ละกลุ่มผู้ใช้งานจะมีอำนาจหน้าที่ในการใช้งานระบบแตกต่างกันไปตามสายงาน เช่น เจ้าหน้าที่บริหารงานก่อสร้างสามารถแก้ไขลักษณะการซ่อมแซมได้เท่านั้น, เจ้าหน้าที่อสังหาริมทรัพย์สามารถแก้ไขข้อมูลผู้เช่าอาคารได้เท่านั้น

ภาพที่ 1



ภาพที่ 1: การทำงานของระบบ

3.3 การพัฒนาระบบงาน

ขั้นตอนการพัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงระบบอาคารเชิงป้องกัน ได้พัฒนาโดยใช้โปรแกรมด้วยภาษา ASP.NET ในการสร้างหน้าเว็บ และสร้างฟังชั่นการใช้งานของระบบทั้งหมด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมและฐานข้อมูล โดยใช้ Microsoft SQL Server 2010 และใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS2 ในการทำรูปภาพของโปรแกรมและฟังชั่นต่างๆ

3.4 การทดสอบและประเมินระบบ

หลังจากพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้วจะมีการทำการทดสอบประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

3.4.1 ผู้ทำการทำสอบและประเมินระบบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งานทั่วไป

3.4.2 การทดสอบด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานแบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้ 1) ด้านความต้องการของผู้ใช้งาน 2) ด้านหน้าที่ในการทำงานของระบบ

3.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

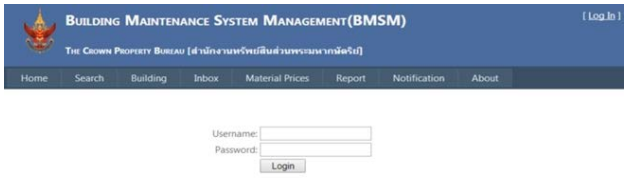
ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4. การพัฒนาและทดสอบระบบ

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การออกแบบและการพัฒนาระบบ จะใช้โปรแกรม Microsoft Vusial Studio 2010 และใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2010 ผลการดำเนินงานการพัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารเชิงป้องกัน อาคารตำบลถนนแปลงนาม กรณีศึกษาสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ การพัฒนาระบบได้นำหลักทฤษฎีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ มาใช้ในการประเมินการซ่อมแซมอาคาร โดยมีการบันทึกข้อมูลการซ่อมแซมอาคาร และวงรอบแต่ละรอบของระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านการบำรุงรักษาของระบบนั้น ในส่วนของหน้าจอที่ติดต่อกับ ผู้ใช้งาน (User Interface) สามารถแบ่งขอบเขตการใช้งานระบบออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือการเข้าใช้งานระบบโดยผู้ใช้งานสังกัดฝ่ายบริหารงานอสังหาริมทรัพย์ และการเข้าใช้งานระบบโดยผู้ใช้งานระบบ สังกัดฝ่ายบริหารงานก่อสร้าง

หน้าจอผู้ใช้งานเข้าใช้งานระบบ เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน เพื่อใช้งานระบบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



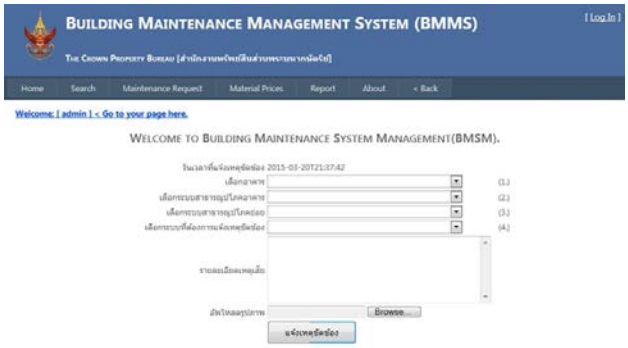
ภาพที่ 2: หน้าจอการเข้าใช้งานระบบ

หน้าจอการค้นหาข้อมูล เป็นหน้าจอที่แสดงการค้นหาข้อมูลของระบบบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารเชิงป้องกันสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



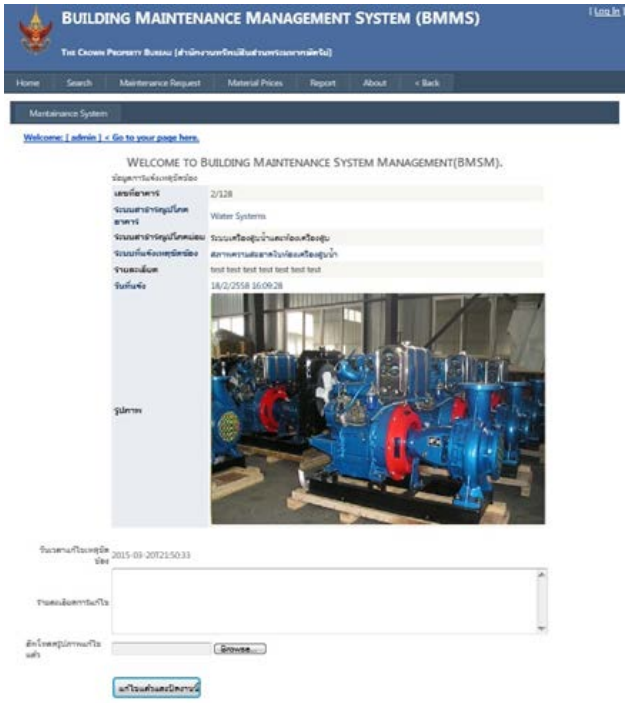
ภาพที่ 3: หน้าจอการค้นหาข้อมูลอาคาร

หน้าจอการเพิ่มงานซ่อมแซมอาคาร เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานสังกัดฝ่ายบริหารงานอสังหาริมทรัพย์ เข้าไปเพิ่มงานซ่อมแซมเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการซ่อมแซม สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: หน้าจอการเพิ่มงานซ่อมแซม

หน้าจอแสดงรายการซ่อมแซมอาคารในส่วนของรายละเอียดระบบบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารเชิงป้องกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: หน้าจอรายการการซ่อมแซม

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งานทั่วไปสามารถได้ ดังนี้

4.2.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 1: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้านความสามารถตามความต้องการของผู้ใช้งาน	3.84	0.85	พอใจมาก
ด้านความสามารถตามหน้าที่การทำงานของระบบ	4.09	1.00	พอใจมาก

จากตารางที่ 1 ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 3.97 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจมาก

4.2.1 กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป

ตารางที่ 2: ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้านความสามารถตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.05	0.88	พอใจมาก
ด้านความสามารถตามหน้าที่การทำงานของระบบ	4.22	0.89	พอใจมาก

จากตารางที่ 2 ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานทั่วไปพบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 4.13 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ผู้ใช้งานทั่วไป มีความพึงพอใจมาก

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาระบบการบริหารงานซ่อมบำรุงอาคารเชิงป้องกัน ของสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ ได้นำเทคนิคการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Prevention Maintenance) มาปรับใช้ให้เหมาะสม ใช้เทคโนโลยีสารเสนเทศเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ ระบบอำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ และช่วยสนับสนุนข้อมูลด้านการบำรุงซ่อมแซมอาคาร ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความพึงพอใจมากจากผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก โดยงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาและเพื่อประยุกต์ใช้กับการซ่อมบำรุงต่างๆได้ เพราะพื้นฐานการซ่อมบำรุงรักษา จะใช้เวลาในการใช้งานเป็นตัวกำหนดการซ่อมบำรุง

เอกสารอ้างอิง

[1] ศุจินธรา บรรพจน์พิทักษ์. “ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ลูกค้าสัมพันธ์สำหรับธุรกิจขายส่งเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา ร้านรุ่งโรจน์”. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[2] วิชชา เพชรเสนา. การออกแบบระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารงานระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในโรงแรม. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[3] สุจิตรา อสุนี ณ อยุธยา. การพัฒนาระบบพัฒนาระบบ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[4] ปพิชญา ปาลกูล. ระบบฐานข้อมูลคลังยาในกลุ่มงานวัณโรค สถานตรวจโรคปอดกรุงเทพมหานคร การจัดทำบฐานข้อมูลคลังยาในกลุ่มงานวัณโรคสถานตรวจโรคปอดกรุงเทพฯ. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

การพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย
Developing a Rice Knowledge Management System in Thailand

ทิพย์เทพ หมั่นพลศรี(Thiptep Manpholsri)[1] และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ(Montean Rattanasiriwongwut)[2]
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]cake.ne@hotmail.com, [2]montean@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย โดยใช้หลักการของเอสอีซีไอ โมเดล และเทคนิคออนโทโลยีในการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อให้สะดวกในการค้นหาและเก็บรวบรวมข้อมูลพันธุ์ข้าวในประเทศไทย ภาษาพีเอชพีเป็นภาษาที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรม และใช้ MySQL เป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและให้ข้อมูลตรงตามความต้องการของผู้ใช้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 20 คน ค่าเฉลี่ยด้านคุณภาพโดยรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ส่วนค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สามารถเพิ่มข้อมูลและสืบค้นข้อมูลได้อย่างดี

คำสำคัญ: การจัดการองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย
ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชั่น

Abstract

This research aims to develop a knowledge management system of rice in Thailand. Using the principles of SECI model Ontologies technology and techniques for developing web apps applications. To facilitate the search and collection of information rice in Thailand. PHP is a language used for application development and database management system MySQL is a powerful and informative to meet the needs of users from the satisfaction evaluation of the program. Questionnaires were used to collect data from a sample of two groups of 5 experts and user groups generally consisted of 20 averages the overall quality of the expert group was 4.32 and standard deviation 0.59 of the average of the group. Typical standard deviation of 4.30 and 0.51 can be concluded that the developed system users and experts were satisfied at a good level. Data and information can be added as well.

Keywords: Rice Knowledge Management in Thailand,
Web Application.

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันนี้ ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาช่วยในการพัฒนาด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้นเช่นด้านอุตสาหกรรม การติดต่อสื่อสาร การเกษตร การค้าทั้งในประเทศและระหว่างประเทศเป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาด้านการเกษตรจะอยู่ในรูปแบบของการนำความรู้ที่มีนั้นไปเผยแพร่ ทั้งความรู้ที่เป็นความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) และ ความรู้ที่ฝังลึกอยู่ในตัวบุคคล (Tacit Knowledge) ถ้าเราสามารถนำความรู้มาแลกเปลี่ยนกันก็จะทำให้เป็นประโยชน์สูงสุดในเรื่องการให้องค์ความรู้เรื่องพันธุ์ข้าวในประเทศไทย การจัดเก็บความรู้อย่างเป็นระบบและสามารถเข้าถึงได้ง่าย ช่วยทำให้ความรู้เป็นเพิ่มความรู้ใหม่ ๆ ของพันธุ์ข้าวในประเทศไทย เมื่อมีเกษตรกรรุ่นใหม่เข้ามาก็จะสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะนำ SECI Model และเทคนิค Ontology มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบการจัดการองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย โรคในพันธุ์ข้าว การดูแลพันธุ์ข้าว รวมทั้งวีดีทัศน์ที่ให้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ว่าพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ประเทศไทยนั้นมีการพบสายพันธุ์ใหม่ โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะอ้างอิงการวิจัยจากกรมการค้าข้าว และจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มีการทำงานวิจัย เกี่ยวกับพันธุ์ข้าว นำเสนอในรูปแบบของ

เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) เพื่อที่จะให้ง่ายต่อการใช้งานและการเข้าถึงข้อมูล ในหัวข้อต่อไปจะเขียนถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 จะอธิบายวิธีการดำเนินงานวิจัย และตามด้วยหัวข้อที่ 4 การทดลองและการอภิปรายผล และบทสรุปเป็นหัวข้อสุดท้าย

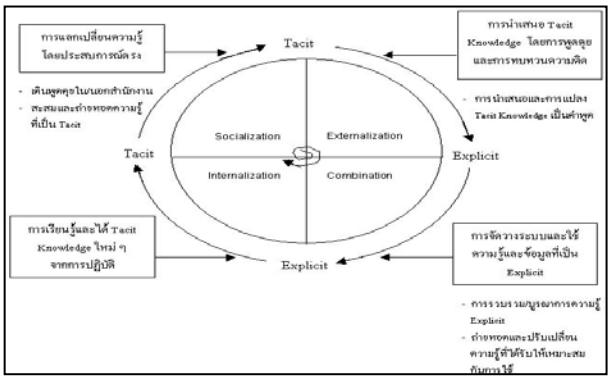
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้

งานวิจัยนี้จะเป็นการรวบรวมความรู้ที่เน้นการปฏิบัติ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ของเกษตรกร จากทัศนคติ และพฤติกรรมในการทำงานของแต่ละเกษตรกร ซึ่งปฏิบัติงานในเรื่องเดียวกันหรือกลุ่มเกษตรกรที่ทำงานร่วมกัน แล้วมีการจัดการให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ โดยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติ เมื่อรวบรวมแล้วมีการนำความรู้ที่ได้มาทำการสังเคราะห์ จำแนก หรือจัดระบบใหม่ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การเผยแพร่ความรู้ โดยวิธีการเผยแพร่โดยสื่อ 2 ประเภท คือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการต่อยอดความรู้หรือสร้างประโยชน์จากองค์ความรู้และนำไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

SECI Model เป็นกระบวนการในการสร้างความรู้ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่าง ความรู้ที่ชัดแจ้ง และ ความรู้ที่ฝังลึกอยู่ในตัวบุคคล เป็นกระบวนการที่เป็นพลวัตรซึ่งจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ คิดค้นโดย Nonaka และ Takeuchi [1]

ดังนั้นรูปแบบการจัดการความรู้ของ Nonaka และ Takeuchi จึงเน้นไปที่การเปลี่ยนรูประหว่างความรู้โดยนัยกับความที่ชัดแจ้ง แต่ไม่สามารถอธิบายถึงประเด็นสำคัญในเรื่องการตัดสินใจที่เกิดขึ้นหลังจากการเปลี่ยนรูปความรู้แล้ว



ภาพที่ 1: กระบวนการเกิดความรู้ใหม่ SECI Model

ดังนั้นจากโมเดล SECI ของ Nonaka และ Takeuchi ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและมุ่งเน้นการสร้างความรู้ขององค์กรให้เติบโตขึ้น โดยการเชื่อมโยงการสร้างองค์ความรู้ทั้งในรูปแบบความโดยนัยและความรู้ที่ชัดแจ้งให้เหมาะสมกับลักษณะของกลุ่มเกษตรกรให้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ มีวิธีการ 4 ลักษณะ ได้แก่

1) การแลกเปลี่ยนปันความรู้ที่ไม่ชัดแจ้งผ่านเครือข่าย หรือ Socializatio โดยเป็นการแบ่งปันความรู้ระหว่างผู้เชี่ยวชาญหรือจากการไปดูงานแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ฯลฯ

2) การสร้างความรู้จากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ โดยเป็นการปันความรู้จากประสบการณ์ มาเป็นความรู้ที่ชัดแจ้ง ที่ให้ผู้อื่นสามารถเรียนรู้ต่อได้โดยง่าย หรือ Externalization และมีการจดบันทึกความรู้ที่ได้ออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร

3) การเรียนรู้และแสวงหาความรู้จากภายนอกแล้วบูรณาการเชื่อมโยงความรู้เหล่านั้นให้เข้ากับบริบทขององค์กร เป็นโมเดลและภาษาองค์กรให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง

4) เมื่อเรานำความรู้ทีเกิดขึ้นจากสามขั้นตอนข้างต้นมาลงมือสู่การปฏิบัติจะเกิดการซึมทราบกลายเป็นประสบการณ์เรียกว่า Tacit Knowledge หรือ Internalization เพื่อนำไปถ่ายทอดหมุนเวียนต่อไปวงจรSECI จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่มีสิ้นสุด

เทคนิคออนโทโลยีจะนำมาใช้ในการค้นหาข้อมูลความสัมพันธ์ของพันธุ์ข้าว รวมไปถึงโรคของพันธุ์ข้าว และจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูลภายในระบบซึ่งมีความสัมพันธ์กันและสามารถนำระบบไปใช้งานได้จริง

ข้อดีของการพัฒนาระบบระบบการจัดการองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทยนั้น จะเป็นช่วยให้เกษตรกรได้รับองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย รวมไปถึงการเป็นเก็บรวบรวมข้อมูลพันธุ์ข้าวทั้งหมด เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล และสามารถนำไปประยุกต์ในการพัฒนาไปยังระบบอื่นได้

ส่วนข้อเสียของระบบในการพัฒนาระบบนั้นจะมีปัญหาในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีความถูกต้อง และมีความแม่นยำมากที่สุด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบในครั้งนี้ประกอบด้วยงานวิจัยหลายฉบับซึ่งแต่ละงานวิจัยก็จะใช้เทคนิคในการประมวลผลหรือรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกันดังนี้

งานวิจัยของ รัชต์วรรณ [2] ได้นำเสนองานวิจัยในเรื่องเทคโนโลยีก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ข้อมูล ข่าวสาร และสารสนเทศที่องค์กรจะต้องเกี่ยวข้อง รับรู้และจัดการรวบรวมก็มีมากขึ้น ปัญหาที่ต้องเผชิญและแก้ไขมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ความรวดเร็วฉับไวของเทคโนโลยีการสื่อสาร ดังนั้นศาสตร์และวิชาการกลายเป็นสิ่งที่คนทั่วไปสามารถจะค้นหาและเรียนรู้ได้อย่างง่ายดายหากต้องการ ความยากจึงไม่ใช่การค้นหาความรู้และข้อมูลแต่เป็นการทำความเข้าใจกับองค์ความรู้ (Knowledge) และความหมาย (Meaning) ต่าง ๆ

งานวิจัยของ พัลลภ [3] เป็นการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการวิเคราะห์และออกแบบการจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้โดยได้นำเทคโนโลยีทางด้านเว็บเซอร์วิสมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการเชื่อมโยงระบบให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้โดยไม่มีข้อจำกัด จึงทำให้มีความน่าสนใจต่างไปจากระบบการจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้ที่ผ่านมานั้นคือ การให้ผู้ใช้ได้มีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้โดยจะนำ SECI Model มาปรับใช้

งานวิจัยของ นโรดม [4] เป็นการวิจัยเรื่องระบบจัดการองค์ความรู้เรื่องโรค โดยงานวิจัยนี้จัดทำมาเพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลโรคและแสดงข้อมูลการรักษาโรคให้แก่บุคคลทั่วไปที่ไม่มีเวลา ในการหาหมอหรือมีอาการเจ็บป่วยไม่มากนัก สามารถรักษาอาการป่วยตัวเองแบบเบื้องต้นได้ ในรูปแบบของเว็บเพจมีการทำงานโดยสามารถค้นหาตามลักษณะของโรคโดยการ Searchได้

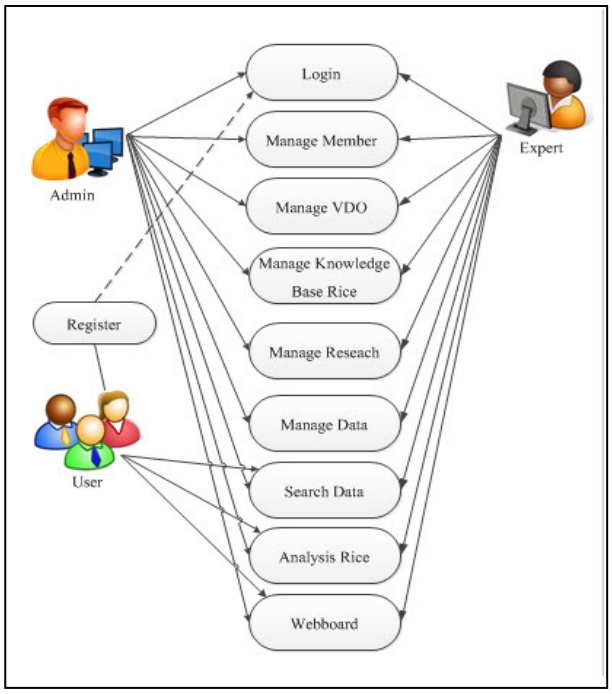
งานวิจัยของ ชยุตม์ [5] เป็นการพัฒนาระบบองค์ความรู้เรื่องโรคในโคนมโดยใช้เทคโนโลยีเหมืองข้อมูลและ พัฒนาระบบขึ้นให้อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชั่น

งานวิจัยของ หัทยา [6] ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง การพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบท เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบพัฒนา และประเมินออนโทโลยีการท่องเที่ยวที่พัฒนาขึ้น โดยมุ่งเน้นการพัฒนาออนโทโลยีที่เน้นการรองรับความต้องการในการสืบค้นข้อมูลของนักท่องเที่ยว และเหมาะกับการท่องเที่ยวชนบท โดยใช้แนวคิดความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวในกรอบในการวิจัย ซึ่งการวิจัยเป็นวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์มาเปรียบเทียบ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ระบบ

ผู้พัฒนาได้ใช้ UML มาใช้ในการวิเคราะห์ระบบซึ่งสามารถอธิบายด้วย Use Case Diagram ของระบบโดยรวมดังนี้



ภาพที่ 2: Use Case Diagram ของระบบโดยรวม

จากภาพดังกล่าวนั้น Use Case Diagram ของระบบโดยรวมจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มแรก คือ ผู้ดูแลระบบ (Admin) ซึ่งจะสามารถเข้าใช้งานระบบได้ทุกส่วน กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะสามารถเข้าใช้งานได้โดยการใส่ชื่อเรียก (Username) และรหัสผ่าน (Password) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะมีชื่อเรียก (Username) และรหัสผ่าน (Password) ที่แตกต่างกันโดยสามารถเข้าใช้งานระบบได้ดังนี้คือ สามารถทำการเพิ่มเติม ลบ หรือแก้ไของค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทย การเพิ่มลบแก้ไขวิดีโอ การเพิ่มลบแก้ไขข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

กับพันธุ์ข้าวในประเทศไทยรวมไปถึงการใช้งานในส่วนของกระดานสนทนา และกลุ่มที่สาม คือ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป จะต้องทำการสมัครสมาชิกและทำการยืนยันการสมัครสมาชิกจึงจะสามารถเข้าใช้งานระบบได้ ในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าใช้งานระบบได้ดังนี้ คือ สามารถเข้าใช้งานในส่วนขององค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศ , โรคที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์ข้าวว่ามักพบในชนิดใด และอาการของโรค รวมไปถึงสาเหตุการเกิดโรคของพันธุ์ข้าว , วีดีทัศน์จะเป็นการแนะนำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในประเทศไทย การปลูกข้าว รวมไปถึงการให้ความรู้เรื่องข้าว , ศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวตามภาคต่าง ๆ โดยจะแบ่งเป็น 4 ภาค และรวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง , สามารถถาม ตอบ ในกระดานสนทนาได้และจะได้รับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญอย่างถูกต้อง

ในขณะเดียวกันก็สามารถใช้งานการค้นหาข้อมูลพันธุ์ข้าวและโรคพันธุ์ข้าว ระบบได้เพิ่มการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์กรมการค้าข้าว เพื่อให้เกษตรกรนั้นได้รับข่าวสารโดยตรง และเกษตรกรยังสามารถติดตามในส่วนของราคาข้าวได้

3.2 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทยนั้นใช้หลักการ SECI Model และเทคนิค Ontology โดยให้อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชั่น ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ ในส่วน Socialization (S) ได้ประยุกต์โดยการสร้างระบบกระดานสนทนาเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับบุคคลทั่วไป ส่วน Externalization (E) เป็นในส่วนของการรวบรวมเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบจัดเก็บฐานข้อมูลเรื่องพันธุ์ข้าว หนังสือข้าวไทย เป็นต้น รวมไปถึงการสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลที่ผู้เชี่ยวชาญสามารถเข้ามาทำการ เพิ่ม, ลบ หรือแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้ ส่วน Combination (C) เป็นการสร้างระบบวิเคราะห์ข้อมูลพันธุ์ข้าวในประเทศไทยว่ามีความสัมพันธ์กันในแต่ละสายพันธุ์ และในส่วนสุดท้ายคือ Internalization (I) เป็นส่วนที่ใช้ในการวัดสถิติการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานโดยทั่วไป เช่น การวัดจำนวนครั้งที่มีการเข้าใช้ระบบ, การวัดสถิติการเข้าดูข้อมูลองค์ความรู้ต่าง ๆ เป็นต้น

โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาใช้ Word press โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาระบบให้อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์และระบบการจัดการฐานข้อมูลใช้ PHP MySQL

3.3 การทดสอบระบบ

ผู้วิจัยนั้นได้ทำการทดสอบระบบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป 20 ท่าน โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจะเป็นการประเมินคุณภาพของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจะเป็นการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ S.D.) ในการประเมินคุณภาพและความพึงพอใจในตัวโปรแกรม

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาเว็บโดยใช้ SECI Model

ก่อนใช้งานระบบผู้ใช้งานจะต้องทำการสมัครสมาชิกและทำการเข้าสู่ระบบที่หน้าเว็บไซต์ ดังภาพที่ 3 จึงสามารถเข้าใช้งานระบบต่าง ๆ ของเว็บไซต์ได้ เช่น องค์ความรู้พันธุ์ข้าว วีดีทัศน์ การเข้าใช้งานระบบเว็บบอร์ด เป็นต้น



ภาพที่ 3 : หน้าจอหลักของเว็บไซต์

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบก็สามารถเข้าใช้งานโปรแกรมในส่วนของการหาข้อมูลพันธุ์ข้าวในประเทศไทย และผู้ใช้งานโดยทั่วไปนั้นสามารถนำไปหาความสัมพันธ์กัน ในระบบฐานข้อมูลและระบบจะทำการแสดงถึงข้อมูลพันธุ์ข้าวในประเทศไทย และยังแสดงรายละเอียดของโรคพันธุ์ข้าวในประเทศไทย ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าชมรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้พันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในประเทศไทยและวิดีโอได้ในทันที หรือหากต้องการเข้าชมวิดีโอเกี่ยวพันธุ์ข้าวในประเทศไทย

ซึ่งการนำเอาระบบวิดีโอเข้ามาประยุกต์ใช้ในการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับพันธุ์ข้าวในประเทศไทย จะเป็นการ

ถ่ายทอดเทคนิคและวิธีการศึกษาพันธุ์ข้าวผ่านระบบวิดีโอ เป็นการถ่ายทอดแบบ Tacit Knowledge เป็น Explicit Knowledge โดยนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการถ่ายทอด



ภาพที่ 4: หน้าจอวิดีโอที่เกี่ยวกับพันธุ์ข้าว

อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบองค์องค์ความรู้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับในเรื่องพันธุ์ข้าว เช่น วิธีการปลูกข้าว การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์จากข้าว วัชพืชในนาข้าว เป็นต้น ซึ่งเป็นการถ่ายทอดความรู้แบบ Explicit Knowledge ให้เป็น Tacit Knowledge และผู้ใช้สามารถถาม ตอบ กับผู้เชี่ยวชาญได้ และสามรถเสนอความคิดเห็นผ่านระบบติดต่อเรา เพื่อติดต่อกับผู้ดูแลระบบโดยตรง

ในส่วนของผู้เชี่ยวชาญสามารถทำการเพิ่ม ลบ หรือ แก้ไข ข้อมูลพันธุ์ข้าว หรือ องค์ความรู้พันธุ์ข้าวได้ เช่น การดูแลรักษาดิน การดูแลรักษาพันธุ์ข้าว วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น และหากต้องการเสนอแนะแนวทางข้อมูลพันธุ์ข้าวในแบบอื่น ๆ ก็สามารถใช้ระบบติดต่อเรา เพื่อติดต่อกับผู้ดูแลระบบ ให้ดำเนินการเพิ่มเติม หรือ แก้ไขข้อมูลพันธุ์ข้าวและโรคพันธุ์ข้าวและรายละเอียดต่าง ๆ ตามข้อมูลที่เกษตรกรส่งมาซึ่งจะทำให้เกิดเป็นการรวบรวมองค์ความรู้จากเกษตร และยังได้การเพิ่มเติมองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

4.2 ผลการประเมินด้านคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินด้านคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน สามารถสรุปผลด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ด้าน

รายการประเมิน	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	*S.D.*	คุณภาพ
1.การประเมินผลคุณภาพความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.12	0.56	ดี
2. การประเมินผลคุณภาพความปลอดภัยของระบบ	4.40	0.51	ดี
3. การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญด้านหน้าที่ของระบบ	4.50	0.58	ดี
4. การประเมินผลของด้านการใช้งานระบบ	4.28	0.62	ดี
สรุปผลการวิจัย	4.32	0.57	ดี

จากตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินด้านคุณภาพต่อระบบโดยรวมทุกด้านโดยผู้เชี่ยวชาญค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของระบบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี

4.2 ผลการประเมินด้านความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทั่วไป

ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน สามารถสรุปผลด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน คือด้านความสามารถ ด้านความปลอดภัย ด้านหน้าที่ของระบบ ด้านการใช้งานของระบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	***S.D***	คุณภาพ
1.การประเมินผลคุณภาพความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.28	0.52	ดี
2. การประเมินผลคุณภาพความปลอดภัยของระบบ	4.33	0.48	ดี
3. การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญด้านหน้าที่ของระบบ	4.35	0.48	ดี
4. การประเมินผลของด้านการใช้งานระบบ	4.26	0.57	ดี
สรุปผลการวิจัย	4.30	0.51	ดี

จากตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมทุกด้านจากผู้ใช้งานทั่วไป ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 สรุปได้ว่าผู้ใช้ทั่วไปมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี

5. บทสรุป

จากการพัฒนาระบบองค์ความรู้พันธุ์ข้าวในประเทศไทยนั้น โดยใช้เอสอีซีไอโมเดล และเทคนิคออนโทโลยีในการค้นหาข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบให้อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชั่น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถ เข้าใช้งานผ่านระบบออนไลน์ ระบบที่พัฒนา ขึ้นมีความสามารถดังต่อไปนี้

1) ระบบยังสามารถนำระบบที่พัฒนาไปใช้ช่วยในการเรียนการสอนและความรู้แก่เกษตรกร

2) ระบบสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลพันธุ์ข้าว ข้อมูลโรคพันธุ์ข้าวและข้อมูลองค์ความรู้ รวมไปถึงความสามารถในการค้นหาข้อมูลภายในระบบได้

3) ระบบกระดานสนทนา เพื่อให้ผู้ใช้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวหรือโรคพันธุ์ข้าวกับผู้เชี่ยวชาญได้

4) ระบบวิดีโอเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้ในเรื่องของพันธุ์ข้าวที่พบในประเทศไทย

นอกจากนี้การพัฒนาระบบต่อไปในอนาคตผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีการพัฒนาระบบเว็บให้เป็นเว็บเชิงความหมายหรือ Semantic Web เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและค้นหาองค์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ให้มีความแม่นยำได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Nonaka and Takeuchi, "*SECI model (Nonaka Takeuchi)*. Retrieved," August 19, 2007.

[2] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. "การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management". กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

[3] พัลลภ ยืนยาว, "การวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูลองค์ความรู้ โดยใช้ เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส" งานประชุมวิชาการ NCCITW' 09 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552

[4] นโรดม กิตติเดชานุภาพ , " ระบบการจัดการองค์ความรู้เรื่องโรค " ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2551

[5] ชยุตม์ เศกใจเสือ, "ระบบองค์ความรู้เรื่องโรคในโคนม" *ปัญหาพิเศษ* ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[6] หัทยา คชรัตน์ " การพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบท " *วิทยานิพนธ์* ปริญญาวิทยาการ สารสนเทศมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี, 2554

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์

Management Information System for Monitoring the Accrued Income by Customer Relationship Management Technique

รัชฎา ขันทอง(Ratchada Khantong)[1] มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ(Montean Rattanasiriwongwut)[2]
และมาลีรัตน์ โสดานิล (Maleerat Sodanil)[3]
[1, 2] ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ [3]ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[1]ratchada.k21@gmail.com, [2]montean@it.kmutnb.ac.th, [3]msn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระใช้ในฝ่ายบัญชี โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ ระบบถูกพัฒนาขึ้นในลักษณะ Web Application โดยใช้ภาษา PHP และ MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ผลการประเมินทดสอบประสิทธิภาพของระบบจากความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่าการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของระบบเท่ากับ 4.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 และผู้ใช้งานค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของระบบเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 สรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ระบบการประชุมทางไกลเว็บคอนเฟอร์เรนซ์ ระบบ ธุรกิจอัจฉริยะ การบริหารความสัมพันธ์ลูกค้าฐานข้อมูล

Abstract

The purpose of this research was to develop information technology system to follow up pending accounts for accounting section by employing customer relationship management. The system was developed in the form of web application using PHP with MySQL as a database management system. Testing the system effectiveness from 5 experts and 30 users showed that satisfactions of the experts were rated at 4.23 with standard deviation at 0.65, whereas satisfactions of the users towards the system were at 4.25 with standard deviation at 0.62 In overall, satisfactions of the developed system appeared at a good level.

Keywords: Web Conference, Business Intelligence, Customer Relationship Management, Database

1. บทนำ

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่ ส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนต้องเร่งปรับตัว เพื่อให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะความสามารถในการสื่อสารเชื่อมโยงเข้าหากันได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศก่อให้เกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรม สังคมการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่รวดเร็ว ส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนต้องเร่งปรับตัว โดยเฉพาะการพัฒนาบุคลากร และพนักงานในองค์กร รวมถึงกลุ่มคนที่จะเข้ามาเป็นบุคลากรในอนาคต โซเชียล ซอร์สซิ่ง (Social sourcing) เข้ามามีบทบาทการสรรหาผ่านทางเครือข่ายสังคม ไม่ใช่แค่ผู้บริโภคเท่านั้นที่หาข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ต (Internet) และโซเชียลเน็ตเวิร์ค องค์กรยุคใหม่ก็เช่นกันคือ มีการหาข้อมูลออนไลน์ในสื่อโซเชียลมีเดีย (Social Media) ประกอบการตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น การค้นหาความเป็นตัวตนที่แท้จริงของผู้สมัครงานผ่านทางเฟสบุ๊ค (Facebook), ทวิตเตอร์ (Twitter), เป็นต้น เพื่อติดตามและประกาศหรือแจ้งข่าวสารที่ไม่เป็นความลับจะได้รับทราบโดยทั่วถึงกันได้ง่าย อีกหนึ่งเทคโนโลยีที่เริ่มมีบทบาทในการสื่อสารออนไลน์ในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น คือ

ระบบการประชุมทางไกลออนไลน์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ (Web Conference)

ระบบการประชุมทางไกลออนไลน์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ (Web Conference) เป็นระบบที่ช่วยทำให้การประชุมระหว่างกลุ่มบุคคลที่อยู่ต่างสถานที่กันสามารถโต้ตอบสนทนากันโดยรับภาพเสียงและไฟล์ข้อมูลที่นำเสนอ (Presentation file) ผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกัน ระบบดังกล่าวจะเชื่อมต่อผ่านระบบสื่อสัญญาณต่าง ๆ แต่เนื่องจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนบางหน่วยงานมีข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถชำระค่าใช้บริการได้ตรงตามสัญญา ซึ่งปัญหาที่พบมากที่สุด คือ ปัญหาหนี้ค้างชำระในแต่ละเดือน, ลูกค้าหมดสัญญาแต่ชำระเงินไม่ครบตามสัญญาและลูกค้ายกเลิกสัญญาก่อนกำหนด จากปัญหาที่กล่าวมาอาจส่งผลกระทบต่อสถาบันการเงินของบริษัท และบริษัทอาจถึงขั้นปิดกิจการไปในที่สุด

จากข้อความข้างต้น ระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ เป็นโปรแกรมที่จะเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหาร ฝ่ายบัญชี และฝ่ายขาย ในการตรวจสอบผลกำไรและรายได้ที่ได้จากค่าบริการเว็บคอนเฟอร์เรนซ์ (Web Conference) ตรวจสอบยอดเงินค้างชำระของลูกค้า อีกทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้แก่องค์กร ทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา และช่วยให้บริษัทสามารถนำข้อมูลยอดเงินค้างชำระของลูกค้ามาจัดทำการวิเคราะห์ผลกำไรที่ได้ เพื่อออกแบบกลยุทธ์ทางตลาด ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นเหตุผลให้ต้องการที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้ผู้บริหาร ฝ่ายบัญชี ฝ่ายขายและฝ่ายการตลาดสามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ในระบบมาคิดวิเคราะห์ติดตาม วางแผนกลยุทธ์ และวางแผนการตลาด เพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการติดตามยอดเงินค้างชำระ ซึ่งวิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์เป็นกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิผล

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

(Decision Support System : DSS)

กอริและสก็อต มอทัน [1] กล่าวว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ระบบโต้ตอบที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถใช้ข้อมูลและตัวแบบให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาแบบไม่เป็นโครงสร้างได้

2.2 หนี้ (Outstanding debt)

จิ๊ด เศรษฐบุตร [2] หนี้ หรือ สิทธิเรียกร้อง หรือ บุคคลสิทธินี้เป็นทรัพย์สินอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจมีราคาและยึดถือเอาได้และรวมเข้าใจกองทรัพย์สิน (Patrimony – Patrimonies) ของบุคคลแต่ละบุคคล กล่าวคืออยู่ในกองทรัพย์สินของลูกหนี้ในอันที่จะต้องทำตามหนี้นั้น และอยู่ในกองทรัพย์สินของเจ้าหนี้อันที่จะได้รับผลของหนี้นั้น ความหมายของ “หนี้” เป็นนิติสัมพันธ์ระหว่างบุคคลสองฝ่าย ระหว่าง “ลูกหนี้” กับ “เจ้าหนี้” การกระทำนั้นต้องมุ่งนิติสัมพันธ์ที่จะผูกพันตามกฎหมาย

2.3 การบริหารความสัมพันธ์ลูกค้า

(Customer Relationship Management)

ดิสพงษ์ [3] ระบบการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (CRM) คือระบบที่จัดทำขึ้นมาเพื่อใช้ในเชิงกลยุทธ์ โดยใช้กับเทคโนโลยีซึ่งมี 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1) สารสนเทศ (Information) การมีข้อมูลที่เหมาะสมในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะช่วยให้องค์กรมีข้อมูลที่มีคุณค่าในเชิงธุรกิจมากขึ้น รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับลูกค้าผ่านช่องทางต่าง ๆ มากขึ้น 2) กระบวนการ (Process) การนำหลักการจัดการลูกค้าสัมพันธ์เข้ามาใช้จะช่วยให้องค์กรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการหลัก ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงไปที่ลูกค้าและยังเป็นการช่วยทำให้องค์กรทราบว่ากระบวนการใดมีความสำคัญกับลูกค้า 3) เทคโนโลยี (Technology) ที่เกี่ยวข้องเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้องค์กรประสบผลสำเร็จในด้านหลักการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ [4] อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้จะช่วยให้องค์กรบรรลุเป้าหมายในการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ได้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น 4) พนักงาน (People) บุคคลขององค์กรตั้งแต่ระดับพนักงานปฏิบัติการจนถึงระดับผู้บริหารต่างให้ความสนใจและมุ่งเน้นไปที่การตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า รวมถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในองค์กร การออกแบบ

ระบบค่าตอบแทนและการจูงใจของพนักงาน การพัฒนาทักษะความชำนาญของบุคลากร และการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กร ล้วนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งเสริมให้ระบบการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ขององค์กรประสบความสำเร็จ

2.4 ธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence)

Steve และ Nancy [5] กล่าวโดยสรุปความหมายได้ว่า ธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence) คือ การผสมผสานระหว่างผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีสารสนเทศและวิธีการรวบรวมสารสนเทศที่สำคัญ ๆ ในองค์กรซึ่งผู้บริหารต้องการใช้ประกอบการตัดสินใจเป็นสารสนเทศทางธุรกิจและการวิเคราะห์ธุรกิจ ที่นำไปสู่การตัดสินใจและการปฏิบัติซึ่งส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการดำเนินงานของธุรกิจ สนับสนุนการวางแผนการตัดสินใจและการบริหารงานของผู้บริหาร ทำให้องค์กรสามารถคาดการณ์ พยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรเพิ่มสูงขึ้น

2.5 ฐานข้อมูล (Database)

กฤชญา [6] ได้ให้ความหมายของ Database ไว้ดังนี้ ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบและข้อมูลที่ประกอบกันเป็นฐานข้อมูลนั้น ต้องตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานขององค์กรด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ในสำนักงานได้รวบรวมข้อมูล ตั้งแต่หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่มาติดต่อจนถึงการเก็บเอกสารทุกอย่างของสำนักงานซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะมีส่วนที่สัมพันธ์กันและเป็นที่ต้องการนำออกมาใช้ประโยชน์ต่อไปภายหลัง ข้อมูลนั้นอาจจะเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของ สถานที่ หรือเหตุการณ์ใด ๆ ก็ได้ที่เราสนใจศึกษา หรืออาจได้มาจากการสังเกต การนับหรือการวัดก็เป็นได้ รวมทั้งข้อมูลที่เป็นตัวเลข ข้อความและรูปภาพต่าง ๆ ก็สามารถนำมาจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลได้ และที่สำคัญข้อมูลทุกอย่างต้องมีความสัมพันธ์กัน เพราะเราต้องการนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต ระบบฐานข้อมูล (Database System) ความหมายของระบบฐานข้อมูล คือ ที่รวมของฐานข้อมูลทั้งหมด ซึ่งอาจจะได้จากการคำนวณ หรือประมวลผลต่าง ๆ หรืออาจจะได้จากการบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้ เช่น ระบบฐานข้อมูลงานทะเบียนนิสิต มหาวิทยาลัยทักษิณ จะรวมเอาฐานข้อมูลต่าง ๆ เอาด้วย เช่น ฐานข้อมูลวิชาเรียน ฐานข้อมูลนิสิต ฐานข้อมูลอาจารย์ และฐานข้อมูลหลักสูตร เป็นต้น ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) หมายถึง กลุ่มโปรแกรม หรือซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่ง ที่สร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่บริหารฐานข้อมูลโดยตรง ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างฐานข้อมูล พูดง่าย ๆ ก็คือ DBMS นี้เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล

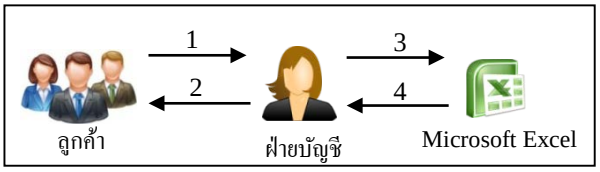
3. วิธีการดำเนินการ

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลระบบ

ศึกษาการดำเนินงานในปัจจุบัน พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลความต้องการผู้ใช้งาน ศึกษาแนวคิดการทำระบบธุรกิจอัจฉริยะ การทำคลังข้อมูล และขั้นตอนการพัฒนาระบบด้วยวิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ ศึกษาเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบพร้อมทั้งศึกษาข้อมูล ฐานข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลลนี้ผู้จัดทำปัญหาพิเศษได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1.1 ศึกษาปัญหาของระบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานในปัจจุบัน ปัญหาที่พบ คือ กระบวนการติดตามยอดเงินค้างชำระถูกจัดเก็บอยู่ในไฟล์เอ็กเซล (Excel File) ซึ่งเป็นทำให้พนักงานฝ่ายบัญชีตรวจสอบข้อมูลการชำระค่าใช้บริการย้อนหลังของลูกค้าแต่ละรายได้ยากลำบาก, ใช้ระยะเวลานานในการตรวจสอบ และผู้บริหารไม่สามารถดูรายงานได้ทันทีทันใด แต่หัวหน้าฝ่ายบัญชีสามารถทำสรุปยอดเงินค้างชำระได้ ขั้นตอนการติดตามยอดเงินค้างชำระ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กระบวนการของระบบรูปแบบเดิม

3.1.2 การรวบรวมข้อมูลของระบบ ผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ได้สอบถามกระบวนการทำงานของฝ่ายบัญชีและผู้ที่

เกี่ยวข้องโดยตรงและสอบถามวิธีการดำเนินงานจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ

3.2 การออกแบบระบบ

หลังจากที่ได้ศึกษาการดำเนินงานและวิเคราะห์ปัญหา รวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการออกแบบโครงสร้างของระบบใหม่ วิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในระบบใหม่ การออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้ MySQL และ PHP เป็นเครื่องมือหลัก ใช้งานผ่านเว็บไซต์ โครงสร้างระบบใหม่ สามารถอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบระบบรูปแบบใหม่ได้ดังนี้

เส้นที่ 1 คือลูกค้าขอใช้บริการระบบการประชุมทางไกลออนไลน์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ (Web Conference) และพนักงานฝ่ายบัญชีนำข้อมูลยอดค้างชำระของลูกค้ามาวิเคราะห์และให้ Sale ออกพบลูกค้าโดยใช้กลยุทธ์ของ CRM

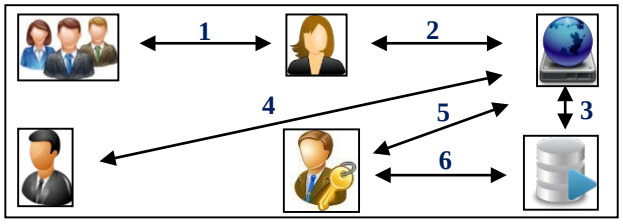
เส้นที่ 2 คือพนักงานฝ่ายบัญชีกรอกข้อมูลลูกค้าที่เข้ามาขอใช้บริการระบบการประชุมทางไกลออนไลน์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ (Web Conference) ลงในระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ

เส้นที่ 3 คือข้อมูลที่ถูกบันทึกลงในระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล (Database) และจะถูกดึงออกมาใช้ในการออกรายงานต่างๆ

เส้นที่ 4 คือผู้บริหารร้องขอรายงาน โดยผ่านระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระและผู้บริหารได้รับรายงานตามที่ร้องขอจากระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ

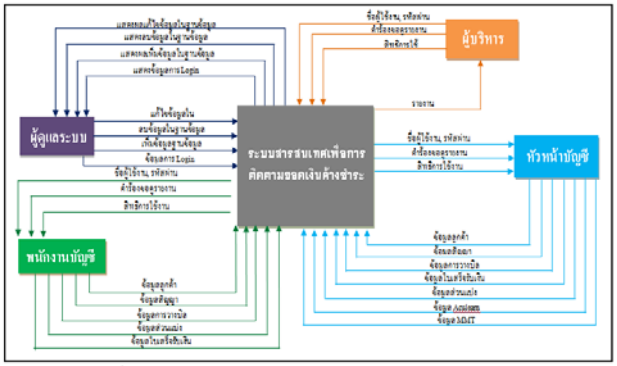
เส้นที่ 5 คือผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระได้ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน

เส้นที่ 6 คือผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงแก้ไขหรือลบข้อมูลที่เกิดข้อผิดพลาดในฐานข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 2



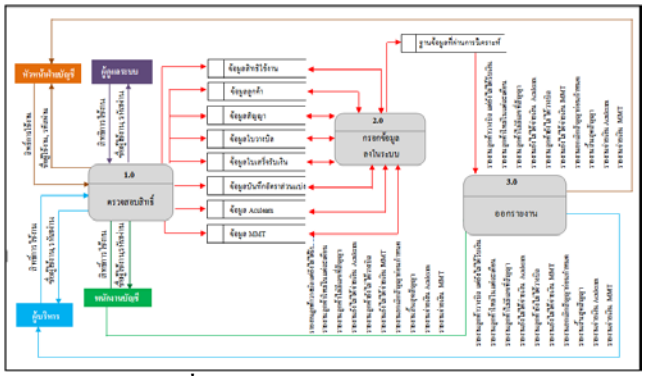
ภาพที่ 2: โครงสร้างระบบงานใหม่

แผนภาพบริบท (Context Diagram) เป็นแผนภาพระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ซึ่งระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ แผนภาพบริบทของระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ สามารถอธิบายถึงผู้เกี่ยวข้องได้ดังนี้ ผู้บริหารเป็นผู้ร้องขอรายงาน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล, ผู้ดูแลระบบเป็นผู้กำหนดสิทธิผู้ใช้งานระบบ, หัวหน้าบัญชีเป็นผู้จัดการข้อมูลทั้งหมดในระบบ ตั้งแต่หน้ากรอกข้อมูลลูกค้าตลอดจนถึงหน้าแบ่งส่วนแบ่งให้กับบริษัทต่างประเทศ พนักงานบัญชีเป็นผู้จัดการข้อมูลต่าง ๆ อาทิ การกรอกข้อมูลลูกค้าลงในระบบ หรือการกรอกข้อมูลสัญญาของลูกค้า แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: แผนภาพบริบท

แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 จะแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ และการดำเนินงานที่เกิดขึ้นในระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ สามารถแสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ได้ แสดงดังภาพที่ 4



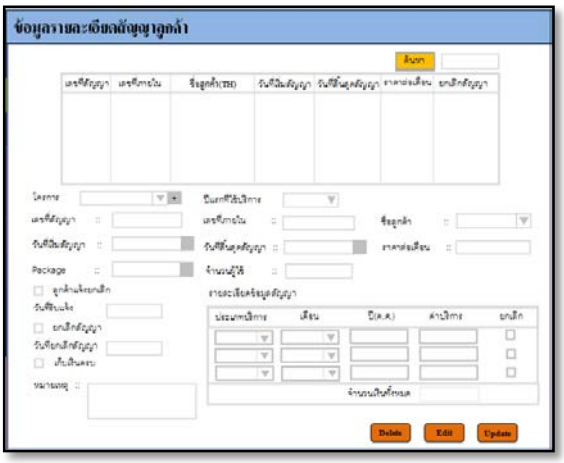
ภาพที่ 4: แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0

3.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระจะใช้ MySQL และ PHP เป็นเครื่องมือในการพัฒนาให้

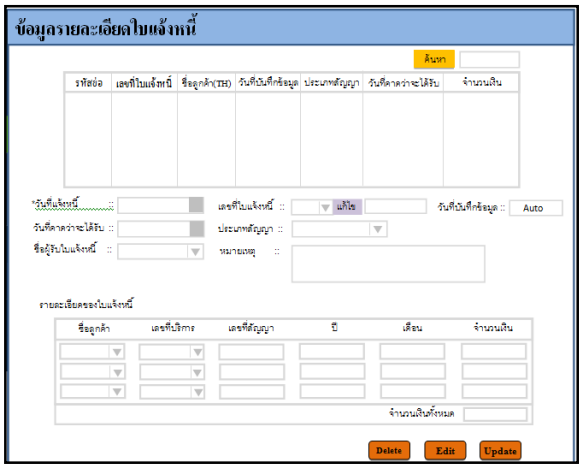
อยู่ในรูปแบบ Web based และออกรายงานให้อยู่ในรูปแบบ .PDF และ .CSV ตัวอย่างหน้าระบบที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมีดังนี้

3.3.1 หน้ากรอกข้อมูลสัญญาลูกค้า (Contract) ประกอบด้วยดังนี้ หน้าพรีวิว (Preview) ข้อมูลลูกค้าที่ได้กรอกข้อมูลไว้ เพื่อให้ฝ่ายบัญชีได้ตรวจสอบข้อมูลก่อนดำเนินการกรอกข้อมูลลูกค้าในหน้าใบแจ้งหนี้ต่อไป และรายละเอียดข้อมูลสัญญาลูกค้า เช่น เลขที่สัญญา, เลขที่ภายใน, ชื่อลูกค้า, วันที่เริ่มสัญญา, วันที่สิ้นสุดสัญญาและจำนวนเงินรวมทั้งหมด เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 5



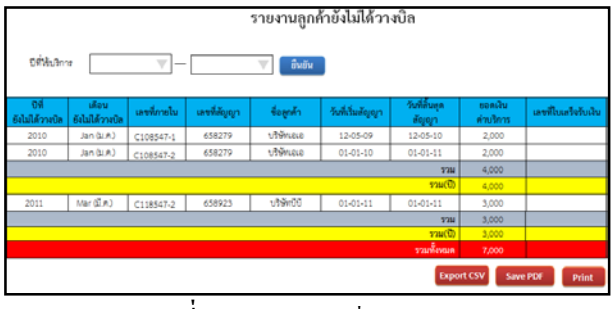
ภาพที่ 5 : หน้ากรอกข้อมูลสัญญาลูกค้า

3.3.2 หน้ากรอกข้อมูลใบแจ้งหนี้ (Invoice) ประกอบด้วยดังนี้ หน้าการพรีวิว (Preview) ข้อมูลใบแจ้งหนี้ของลูกค้าที่ได้กรอกข้อมูลไว้ เพื่อให้ฝ่ายบัญชีได้ตรวจสอบข้อมูลก่อนดำเนินการกรอกข้อมูลลูกค้าในหน้าใบเสร็จรับเงินต่อไป และรายละเอียดข้อมูลใบแจ้งหนี้ เช่น วันที่แจ้งหนี้, เลขที่ใบแจ้งหนี้ วันที่คาดว่าจะได้รับเงิน, ประเภทสัญญา, ผู้รับใบแจ้งหนี้ ชื่อลูกค้า, เลขที่สัญญา, ปีที่ชำระเงิน, เดือนที่ชำระเงิน และจำนวนเงินทั้งหมด เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : หน้ากรอกข้อมูลใบแจ้งหนี้

3.3.3 หน้ารายงานลูกค้าที่ยังไม่ได้วางบิล รายงานนี้จะแสดงข้อมูลให้ผู้บริหารได้ทราบจำนวนเงินที่ลูกค้ายังไม่ได้ชำระเงินตามสัญญาที่ได้กำหนดไว้ ข้อมูลในรายงานประกอบด้วย เลขที่สัญญา, เลขที่ภายใน, ชื่อลูกค้า, ปีที่เริ่มสัญญา, เดือนที่เริ่มสัญญา, ปีที่สิ้นสุดสัญญา, เดือนที่สิ้นสุดสัญญา, และค่าบริการ ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดรายงานไฟล์ .PDF, .CSV เพื่อนำเสนอต่อผู้บริหารได้ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 : รายงานลูกค้าที่ยังไม่ได้วางบิล

4. ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ สามารถแสดงผลข้อมูลที่ออกแบบและพัฒนาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกดูรายงานได้ ตัวอย่างเช่น รายงานลูกค้าใหม่, รายงานลูกค้าไม่มีเลขที่สัญญา รายงานลูกค้าที่ยังไม่ได้วางบิล และรายงานสิ้นสุดสัญญา เป็นต้น ซึ่งถือเป็นหัวใจหลักของระบบ

ผลการประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยผู้เชี่ยวชาญมีหัวหน้าฝ่ายบริหาร, หัวหน้าฝ่าบบัญชี, หัวหน้าฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ, หัวหน้าฝ่ายขายและหัวหน้าฝ่ายการตลาด รวมทั้งสิ้น จำนวน 5 คนและการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีฝ่ายบริหาร, ฝ่ายบัญชี, ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ, ฝ่ายขาย และฝ่ายการตลาด จำนวนทั้งสิ้น 30 คน สามารถสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของระบบได้ดังนี้

4.1 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ เพื่อใช้ในฝ่ายบัญชี โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : สรุปผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน คุณภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1. ด้าน Functional Requirement Test	4.43	0.57	ดี
2. ด้าน Usability Test	4.16	0.69	ดี
3. ด้าน Accuracy Test	4.28	0.68	ดี
4. ด้าน Performance Test	3.88	0.67	ดี
5. ด้าน Security Test	4.40	0.51	ดี
รวม	4.23	0.65	ดี

เมื่อพิจารณาผลสรุปการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ดังนั้นความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี สรุปได้ว่าระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

4.2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจระบบโดยผู้ใช้งาน ทั้ง 3 ด้าน สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : สรุปผลการประเมินของผู้ใช้งาน

หัวข้อประเมิน ความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1. ด้าน Functional Requirement Test	4.27	0.61	ดี
2. ด้าน Usability Test	4.26	0.64	ดี
3. ด้าน Functional Test	4.21	0.63	ดี
รวม	4.25	0.62	ดี

เมื่อพิจารณาผลสรุปการประเมินคุณภาพโดยผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 ดังนั้นความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี สรุปได้ว่าระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี จึงสามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน สามารถสรุปผลคุณภาพของระบบโดยรวมในทุกด้านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพโดยรวมจากการประเมินโดยผู้ใช้ต่อระบบติดตามยอดเงินค้างชำระอยู่ในระดับดดี สรุปผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 สรุปได้ว่าระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

5. สรุปผล

ระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา PHP และ MySQL ระบบสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติงานได้ มีคุณภาพและประสิทธิภาพ มีความถูกต้องในการประมวลผลและสามารถตอบสนองได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป

5.1 ในการพัฒนาระบบจะต้องมีการพัฒนาให้ระบบสามารถแจกแจงความถี่ของการชำระยอดเงินค้างชำระลูกค้าแต่ละรายได้

5.2 ระบบควรเพิ่มการพัฒนารองรับการใช้งานบน iPad, Tablet ได้ เพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้บริหารสามารถเข้าดูรายงานยอดค้างชำระของลูกค้าได้ทันทีทันใด

เอกสารอ้างอิง

[1] Keen, P.G.W. and Scott Morton, M.S. Decision Support Systems: An Organizational Perspective, Addison-Wesley, Reading, MA, 1978.

[2] จิ๊ด เศรษฐบุตร, *"หลักกฎหมายแพ่งลักษณะหนี้"* พิมพ์ครั้งที่ 13, บริษัทโรงพิมพ์เดือนตุลา จำกัด, กรุงเทพมหานคร , 254.5

[3] ดิสพงษ์ พรชนกนาถ, องค์ประกอบหลัก 8 ประการสร้าง CRM, พิมพ์ครั้งที่ 8, กรุงเทพ, 2546.

[4] ดร.ธงไชย สุรินทร์วรางกูร. แนวทางการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในธุรกิจ

[5] Steve Williams and Nancy, Williams., The Profile Impact of Business Intelligence, MorganKaufmann Publishers, 2007.

[6] กฤชญา จันทโรบล. ความหมายของ Database, Database System, Database Management System [Online], 2011

การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี
The Development of the Model of Cooperative Learning Activities of 'Flipped Classroom' by using eDLTV Media

สมหมาย แก้วกันหา (Sommai kaewkanha)[1] วรปภา อารีราษฎร์(Worapapha Arreerard)[2]
และธรัช อารีราษฎร์(Tharach Arreerard)[3]
[1]สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[2,3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
[1]Sommai777@hotmail.co.th, [2]dr.worapapha@hotmail.com, [3]dr.tharach@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)พัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี 2) พัฒนาขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบและขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน จาก 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) กลุ่มนักวิชาการคอมพิวเตอร์ และ 3) กลุ่มนักวิชาการศึกษาจากมหาวิทยาลัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบและขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี มี 4 ส่วน คือ 1.1) นโยบายและหลักการที่เกี่ยวข้อง 1.2) ผู้ปกครอง 1.3) กิจกรรมการการจัดการเรียนรู้ 1.4) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และ 1.5) ตัวชี้วัด ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.69) และ 2) ผลการพัฒนาขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี แยกเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) การเรียนรู้ 2) ค้นคว้าเพิ่มเติม 3) อภิปราย และ 4) ผู้ปกครองตรวจสอบงานหรือรับรองผลงานของนักเรียน กิจกรรมในห้องเรียนมี 4 ขั้นตอน คือ 1)ทบทวนความรู้ 2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 3) นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนร่วมกัน 4) การนำเสนอผลงาน และ 5) ครูมอบหมายภาระใหม่ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวีสรุปโดยรวมอยู่ ในระดับมากที่สุด($\overline{X}$ =4.81).

คำสำคัญ: การพัฒนากิจกรรม การเรียนรู้ร่วมมือ ห้องเรียนกลับด้าน สื่ออีดีแอลทีวี

Abstract

This research aimed 1) to develop the model of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media, 2) to develop the steps of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media and 3) to study the expertise towards the model and steps of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media. The target group of this research included 9 experts from 3 different groups: 1) Information Technology, 2) Computer academics, and 3) academics graduated from the university. The tools used in this research were: the expertise's questionnaire towards the model and the steps of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media. The statistics used in study were: mean ($\overline{X}$) and standard deviation (S.D.). The research results found that 1) the model of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media was consisted of 5 components: 1 .1) policies and relevant principles, 1 .2) parents, 1 .3)learning management activity,1 . 4) information technology and communications and 1 .5) indicators. The overall expertise

was at the highest level ($\overline{X}$ =4.69) and 2) according to the result of the development of the steps of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media, the activities could be separated as outside activities, including 4 steps: 1) learning, 2) additional research, 3) explanation and 4) parental examination and approval of student's work, and inside activities including 5 steps: 1) knowledge review, 2) knowledge exchange, 3) cooperative learning activities of students, 4) work presentation and 5) teacherwork assignment. The overall expertise on the model of cooperative learning activities of 'flipped classroom' by using eDLTV media was at the highest level ($\overline{X}$ =4.81)

Keywords: Activity Development, Cooperative Learning, Flipped Classroom, eDLTV Media.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดกิจกรรมและพัฒนาการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ โดยฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เพื่อนำความรู้และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในการพัฒนาตนเองและสังคมได้ [1] การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันโดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ในการเรียนร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งนักเรียนจะบรรลุถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่นๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายเช่นเดียวกัน ความสำเร็จของตนเองก็คือความสำเร็จของกลุ่มด้วย นวัตกรรมประเภทการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (The Flipped Classrooms)กำลังเป็นที่สนใจและจับตามองของนักการศึกษาหลายฝ่าย ทั้งในและต่างประเทศ ที่จะนำมาปรับใช้กับการจัดการ เรียนรู้ตามบริบทของแต่ละแห่ง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนให้เกิดขึ้นได้ภายใต้สถานการณ์ของ สังคมที่แปรเปลี่ยนไป และในส่วนของไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ก็มีแนวคิดที่นำเอานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านหรือ Flipped Classroom มาใช้แก้ปัญหาเรื่องการบ้านและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียน [2] ดังนั้นการนำแนวคิดการเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่ออีเลิร์นนิ่ง หรือสื่ออีดีแอลทีวีและการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนสมาชิกในเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ มีความรู้ความเข้าใจโดยเป็นการใช้งานสื่ออีดีแอลทีวีและการให้บริการไอซีทีแก่ชุมชนเพื่อเปิดโอกาสให้เยาวชนได้เรียนรู้ผ่านสื่ออีดีแอลทีวีโดยร่วมกับโรงเรียนขนาดเล็ก จัดกิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอล ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถประยุกต์การเรียนได้ทั้งแบบออนไลน์ หรือแบบออฟไลน์ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และสภาพแวดล้อม เพื่อให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล สอดคล้องกับบริบทของโครงการและครูผู้สอน [3]

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันปัญหาการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้เพื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอนยังไม่มากนัก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต33 เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในชั้นปีที่ 1-6 ซึ่งบทบาทสำคัญในการส่งเสริม และสนับสนุนการจัดการศึกษาจากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับเขตพื้นที่การศึกษาในภาพรวมการดำเนินการประเมินคุณภาพการศึกษา ยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมาย สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555จำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ[4]

จากสภาพปัจจุบัน ปัญหา ที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวีของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เพื่อการก้าวทันความเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการศึกษาค่อนข้างสูงรวมทั้งการปรับสภาพการณ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายใต้ กระแสแห่งการปฏิรูป

การศึกษาไทยในปัจจุบันที่มุ่งพัฒนาการศึกษาให้บรรลุ ผลตามเจตนารมณ์ ของการจัดการศึกษาโดยรวม

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

2.2 เพื่อพัฒนาขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

2.3 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบและขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีสอนที่นำไปประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาและหลายระดับชั้นโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่วไปมีสมาชิก 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คนและอ่อน 1 คน นักเรียนในกลุ่มที่ต้องเรียนและรับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน นักเรียนจะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนประสบผลสำเร็จ บรรลุเป้าหมายร่วมกัน จึงทำให้นักเรียนช่วยเหลือพึ่งพากัน และสมาชิกในกลุ่มจะได้รับรางวัลร่วมกัน เมื่อกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ [5] สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี [6] กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือคือการเรียนที่มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาอย่างมากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกันช่วยเหลือกันและแลกเปลี่ยนความรู้กัน ระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษา เนื้อหาสาระและวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัลเป็นประการสำคัญ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาการเรียนแบบร่วมมือสรุปได้ว่าการเรียนแบบร่วมมือทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและการทำให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เพราะการเรียนแบบร่วมมือในห้องเรียนเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหาซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในการช่วยพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต ห้องเรียนกลับด้านเป็นวัตกรรมและมุมมองหนึ่งของตัวอย่างจากประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้นในวงการศึกษา เป็นวิธีการใช้ห้องเรียนให้เกิดคุณค่าแก่เด็กโดยใช้ฝึกประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ “รู้จริง(Mastery Learning)” และเป็นวิธีจัดการเรียนรู้เพื่อยกระดับและคุณค่าแห่งวิชาชีพครูที่ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งให้เกิดขึ้นผ่านสื่อเทคโนโลยีที่นามาใช้กับการจัดการเรียนรู้ตามบริบทของแต่ละแห่ง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาเรื่องการบ้านและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียน [2]

ดังนั้นการนาแนวคิดการเผยแพร่ ถ่ายทอดและพัฒนาสื่อ อีเลิร์นนิ่ง หรือสื่ออีดีแอลทีวีและการนาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนในเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ มีความรู้ความเข้าใจ โดยเป็นการใช้งานสื่ออีดีแอลทีวีและการให้บริการไอซีทีแก่ชุมชนเพื่อเปิดโอกาสให้เยาวชนได้เรียนรู้ผ่านสื่ออีดีแอลทีวีโดยร่วมกับโรงเรียนขนาดเล็ก จัดกิจกรรมการเรียนรู้สื่ออีดีแอลทีวี ทั้งนี้ผู้เรียนสามารถประยุกต์การเรียนได้ทั้งแบบออนไลน์ หรือแบบออฟไลน์ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และสภาพแวดล้อม เพื่อให้การดาเนินงานเกิดประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล สอดคล้องกับบริบทของโครงการและครูผู้สอน [3]

ผู้วิจัยได้นำหลักการ แนวคิด และทฤษฎี จากวรรณกรรมที่ได้ ศึกษามาเป็ นแนวทางในการศึกษา วิเคราะห์แนวทางการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวีของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ในการวิจัยครั้งนี้

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 กลุ่มเป้าหมาย ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน จาก 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) กลุ่มนักวิชาการคอมพิวเตอร์ และ 3) กลุ่มนักวิชาการศึกษา จากมหาวิทยาลัย

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบและขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

4.3 ขั้นตอนการวิจัย

4.3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

4.3.2 สำรวจความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ของครู ผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาในเขตจังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด สุรินทร์ นครพนม และมุกดาหาร

4.3.3 สรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และจากการสำรวจความต้องการของครู นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

4.3.4 ร่างรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

4.3.5 ร่างขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

4.3.6 นำเสนอร่างรูปแบบ และร่างขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

4.3.7 นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบและขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้

4.3.8 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

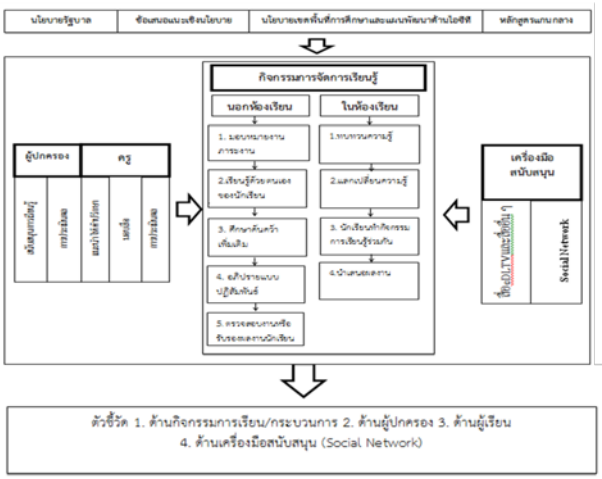
การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ [7]

4.51 – 5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

5.1.1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี จำนวน 4 ส่วน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

จากภาพที่ 1 องค์ประกอบแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

1) นโยบายและหลักการที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย นโยบายรัฐบาล ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย นโยบายเขตพื้นที่การศึกษาและแผนพัฒนาด้านไอซีทีและหลักสูตรแกนกลาง เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบการดำเนินงาน

2) ผู้ปกครอง มีบทบาทในการตรวจสอบ สอบถามในการเรียนรู้ด้วยตนเองและลงนามรับทราบในงานที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และทำงานแล้วเสร็จ

3) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จะใช้การเรียนร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านที่เน้นเป็นหลักการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

4) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นเครื่องมือสนับสนุนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ มีความรู้ความเข้าใจโดยใช้ประโยชน์จากการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์)Social Network)

5) ตัวชี้วัด จะระบุเป้าหมายผลสำเร็จที่ต้องการ

5.1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี โดยใช้แบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม แสดงในตารางที่ 1

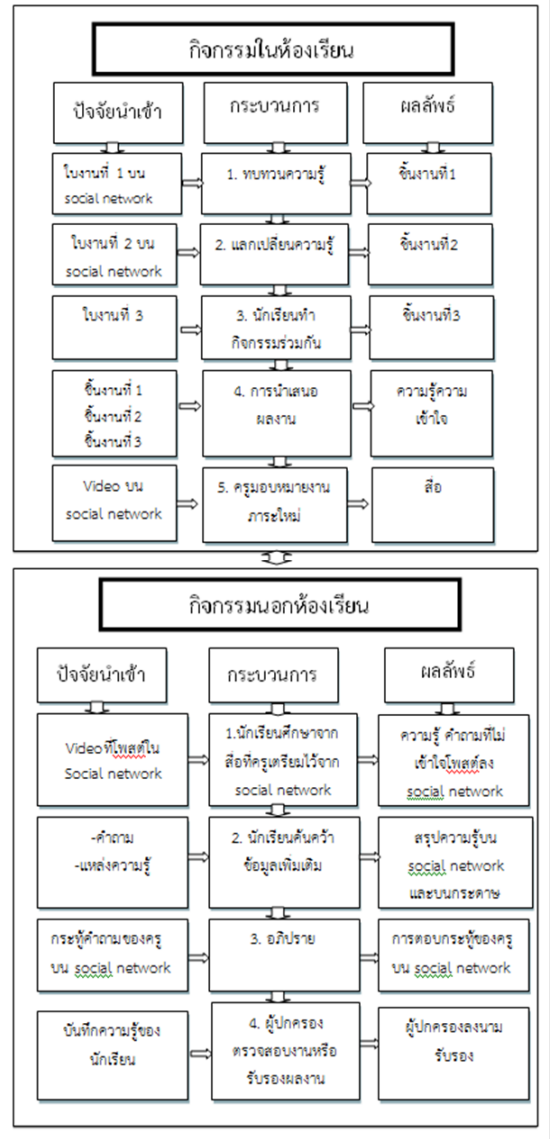
ตารางที่ 1: รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
นโยบายและหลักการที่เกี่ยวข้อง 1.1	4.67	0.50	มากที่สุด
ผู้ปกครอง 1.2	4.55	0.73	มากที่สุด
1.3 กระบวนการการจัดการเรียนรู้	4.89	0.33	มากที่สุด
เทคโนโลยีสารสนเทศและการ 1.4 สื่อสาร	4.89	0.33	มากที่สุด
ตัวชี้วัด 1.5	4.44	0.73	มาก
เฉลี่ย	4.69	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าภาพรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.69, S.D. = 0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านมีความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด

5.2 ผลการพัฒนาขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี

5.2.1ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี

จากภาพที่ 2 รายละเอียดขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี มีกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

1) กิจกรรมนอกห้องเรียน จะมี 4 ขั้นตอน คือ

(1.1) การเรียนรู้

(1.2) ค้นคว้าเพิ่มเติม

(1.3) อภิปราย

(1.4) ผู้ปกครองตรวจสอบงานหรือรับรองผลงานของนักเรียน

2) กิจกรรมในห้องเรียนมี 5 ขั้นตอน คือ

(2.1) ทบทวนความรู้

(2.2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้

(2.3) นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนร่วมกัน

(2.4) การนำเสนอผลงาน

(2.5) ครูมอบหมายภาระใหม่

5.2.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2:ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่อ อีดีแอลทีวี

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. กิจกรรมเรียนรู้ที่บ้าน	**4.75**	**0.38**	**มากที่สุด**
1.1 การเรียนรู้	4.86	0.30	มากที่สุด
1.2 ค้นคว้าเพิ่มเติม	4.78	0.41	มากที่สุด
1.3 อภิปราย	4.85	0.37	มากที่สุด
1.4 ผู้ปกครองตรวจสอบงานหรือรับรองผลงานของนักเรียน	4.44	0.70	มากที่สุด
2. กิจกรรมเรียนรู้ในห้องเรียน	**4.87**	**0.27**	**มากที่สุด**
2.1 ทบทวนความรู้	4.96	0.11	**มากที่สุด**
2.2 และเปลี่ยนความรู้	4.96	0.11	มากที่สุด
2.3 นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนร่วมกัน	4.85	0.37	มากที่สุด
2.4 การนำเสนอผลงาน	4.78	0.42	มากที่สุด
2.5 ครูมอบหมายงานภาระใหม่	4.78	0.49	มากที่สุด
รวม	**4.81**	**0.33**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X} = 4.81, S.D. = 0.33$) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

6. สรุป

การวิจัยในครั้งนี้ รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี มี 5 ส่วนคือ 1) นโยบายและหลักการที่เกี่ยวข้อง 2) ผู้ปกครอง 3) กระบวนการการจัดการเรียนรู้ 4) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และ 5 ตัวชี้วัด ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี แยกเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียน มี 4 ขั้นตอน คือ 1) การเรียนรู้ 2) ค้นคว้าเพิ่มเติม 3) อภิปราย และ 4) ผู้ปกครองตรวจสอบงานหรือรับรองผลงานของนักเรียน กิจกรรมในห้องเรียนมี5 ขั้นตอน คือ 1) ทบทวนความรู้ 2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 3) นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนร่วมกัน 4) การนำเสนอผลงานและ 5) ครูมอบหมายภาระใหม่ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำรูปแบบและขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมมือแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้สื่ออีดีแอลทีวี ที่พัฒนาได้ไปสู่การดำเนินการวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ฟาฏินา วงศ์เลขา .**อนาคตหนังสือเรียนไทยในยุคก้าวไกลของ IT.** ค้นเมื่อ 1 กันยายน 2556 จาก http://www.dailynews.co.th/Content/education/1701/67อนาคตหนังสือไทยในยุคก้าวไกลของ+IT

[2] สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). **ห้องเรียนกลับด้าน การศึกษาทศวรรษที่ 21.**ค้นเมื่อ .2556 กันยายน 1จาก http://www.kan.1go.th/tablet-for-education.pdf.

[3] วรปภา อารีราษฎร์ และคณะ . **การศึกษานวัตกรรมสื่ออีดีแอลทีวีเพื่อการเรียนการสอน**. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 วันที่ 9-10 พฤษภาคม 2557.

[4] สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33. **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2555**.สุรินทร์: กลุ่มนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา.2556.

[5] Slavin, R.E. **Cooperative Learning.** Massachusetts Allyn and bacon, 1990.Schoolwires. **The Flipped Classroom** : A New Way to Look at Schools.Available from 2013, May 10 http://www.schoolwires,com/cons/lip3/flipped_classroom_0612.pdf.

[6] ทิศนา แขมมณี. **กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา : กลยุทธ์การสอน.**ภาคีสมาชิก สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง. กรุงเทพมหานคร. 2553.

[7] บุญชม ศรีสะอาด,“การวิจัยเบื้องต้น,” พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ :สุวีริยาสาส์น, 2545.

AUTHOR INDEX

	Page
Aiyapan Eagobon	247
Amonrat Prasitsupparote	217
Amornchai Manopiya-anan	149
Anamai Na-udom	31
Anisara Pensuk Tibkaew	223, 283
Annop Sakachant	168
Anusorn Untao	137
Aongart Aun-a-nan	80
Apichat Lagdee	559
Apichaya Khwankaew	217
Apirak Tooltham	68
Apiwat Sawatdirat	162
Apiwut Wattanachai	143
Atikhom Siri	74
Atip Jundee	55
Banyapon Poolsawas	277
Boonsiri Masan	517
Bukhoree Sahoh	307
Burin Rujjanapan	229
Chaiporn Jaikaeo	92
Chaiwiwat Jantasarn	24
Chaiyaporn Khemapatapan	18
Chalermpong Intarat	487
Chanarong Tamasena	553
Charinthorn Aumgr	301
Chetarin Wongsin	1
Dechawut Wanichsan	493, 642
Duangjai Jitkongchuen	13

AUTHOR INDEX

	Page
Dusanee Supawantanakul	211
Ekapong Chuasuwan	7
Jakkarin Suksawatchon	390
Jakkree Srinonchat	162, 168
Jantima Polpinij	1, 259
Jaratsri Rungrattanaubol	31
Jeerasak Nampradit	346, 444
Jeerawan Nokeangthong	535
Jerasak Tubtong	143
Jirawat Thaenthong	143
Jongkol Janruang	271, 412, 432
Julaluk Watthananon	499
Jutarat Thochai	674
Kamol Boonlom	74
Kangkit Warayanon	271
Kanisorn Jeekratok	320
Kantida Nanon	217
Kassuda Kamluewong	74
Ketsraporn Sengprathom	193
Khamron Sunat	43
Kitti Surpare	235, 326
Konjanat Jantawong	289
Korapat Siriwan	680
Kraisak Kesorn	61, 418, 425
Kriengkrai Bhuvanij	541
Kritpapon Thitichaimongkhol	174
Kulthon Kasemsan	94
Laongthip Maturos	211

AUTHOR INDEX

	Page
Linda Sobin	456
Mahasak Ketcham	181, 187, 608
Maleerat Sodanil	118, 124, 131, 339, 359, 456, 475, 487, 571, 691
Mana Sopa	320
Meechai Lohakan	326
Monchai Tiantong	211
Mongkol Seemawong	529
Montean Rattanasiriwongwut	112, 450, 685, 691
Mulliga Khwankue	7
Nakornthip Prommol	295
Nakornthip Prompoon	621
Naruemon Mi-iam	332
Nathakarn Boonrod	481
Nattakit Srikarnjanaperd	1
Nattavee Utakrit	614, 668, 674, 680
Nattawat Payarach	553
Nawaporn Wisitpongphan	529
Nilubon Tongchai	469
Nipon Sungsuthi	320
Nitat Ninchawee	493, 642
Nitipat Petmongkonjaras	371
Nittaya Kamban	314
Nivet Chirawichitchai	535
Nonthachai Dubtuk	49
Noppamas Pukkhem	289
Nopparat Pojjiraporn	346
Noppasorn Wiriyadilok	505
Nuengwong Tuaycharoen	247, 253

AUTHOR INDEX

	Page
Nuttaluck Boonluecha	589
Nuttanan Pipitpattanaprap	630
Nuttanont Hongwarittorrn	149
Olarn Rojanapornpun	404, 589
Onjira Sitthisak	223, 283
Paisan Simalaotao	596
Pakorn Watanachaturaporn	384
Pansakorn Worawimolwanich	425
Paphonput Sopon	259
Passana Ekudompong	205
Patcharapol Norasarn	614
Patcharida Wisaiket	475
Patpong Armornwong	235
Pattanarat Putla	99
Penprapa Bootla	404
Phannika Kongjuk	493, 642
Phatcharaporn Sitikomfu	124
Phayung Meesad	352, 371
Phongphodsawat Sangthong	662
Phongthanat Sae-Joo	511
Phonphan Posrikaew	398
Phornsiri Phawapoothayanchai	418
Phumin Hongma	68
Phuriphong Phumirawi	217
Pichanita Seensat	131
Ponghathai Kanjanapart	112
Pongpisit Wuttidittachotiti	517, 662
Pongsakon Bamrungthai	332

AUTHOR INDEX

	Page
Pornchai Mongkolnam	404
Pornpimol Chaisanguan	571
Pornpon Thamrongrat	37
Pornthep Rojanavasu	24
Pramool Suksakaophong	352
Prasong Praneetpolgrang	535, 541
Premyupha Armonsak	621
Prudtipong Pengsiri	371
Pudsadee Boonrawd	523, 649, 656
Punyaphol Horata	43
Ratchada Khantong	691
Rawinun Praserttaweelap	156
Rud Wangrungarun	547
Rueangchai Saiprasopsuk	149
Sakchai Tangwannawit	199, 346, 630, 636
Salintip Sudsanguan	44
Salisa Hongsi	187
Sanun Karnka	412
Sanun Karnka	432
Sarawut Waleetorncheepsawasd	241
Sarintorn Wongyoksuriya	223
Sarunyoo Boriratrit	43
Sasakorn Pichetjamroen	384
Sataya Boonchaleaw	92
Shavan Tansap	656
Sirapat Chiewchanwattana	43
Siraya Sitthisarn	307
Sirinthorn Watcharaphuetphol	432

AUTHOR INDEX

	Page
Siripinyo Chantamunee	9
Siriporn Imporn	547
Sirirak Khanthanurak	205
Sithipong Chimthai	436
Sitichai Chumjai	253
Siwaporn Klabpadung	462
Somjet Poosri	559
Somkuan Faisanoi	412
Sommai kaewkanha	697
Somnuk Puangpronpitag	86, 99
Sompong Valuvanathon	137
Somsak Wichaikit	359
Somyot Kiatwanidvilai	55, 156
Songkran Totiya	602
Sujittra Sarakon	31
Sukuma Uamcharoe	564
Sunantha Sodsee	371
Surakiat Rattanarod	668
Sureewan Jangjit	106
Sutasinee Yokradubshan	608
Suteera Puengsawad	332
Taksaporn Phanjhan	636
Tanaporn Jesadamethakajorn	649
Tanasaneee Phienthrakul	371
Tanun Jaruvitayakovit	265
Taratip Suwannasart	241
Taweep Janjaroen	283
Taweesak Rattanakom	493, 642

AUTHOR INDEX

	Page
Thanawat Chalermpong	265
Thanawut Thanavanich	74
Tharach Arreerard	697
Thawatchai Sarawong	547
Theerasak Nitlarp	571
Theerasak Thongyan	86
Therdpong Daengsi	517
Thimaporn Phetkaew	37, 49
Thippaya Chintakovid	193, 398, 481
Thiptep Manpholsri	685
Thongparn Suksamer	259
Tichakorn Netsuwon	61
Tipparat Sinlapaphongwarakorn	18
Tulanun Jiangpradit	295
Twittie Senivongse	174, 505, 571, 602
Ubonrat Sirisukpoca	596
Ujchara Pooraya	339
Upady Hatthasin	553
Uraiwan Inyaem	364
Ureerat Suksawatchon	390
Usanad Ua-apisitwong	582
Veerachai Khonchoho	80
Wanida Saetang	199
Waranya Prachanban	450
Warissara Suranun	181
Wasin Treesinthuros	271
Watcharavut Deklee	143
Watcharawalee Tangkuptanon	462

AUTHOR INDEX

	Page
Worapapha Arreerard	211, 559, 697
Worasit Choochaiwattana	314
Worawut Yimyam	80
Yuttana Lungkatoong	118



THE 12TH NATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING AND INFORMATION TECHNOLOGY

7TH – 8TH JULY 2016

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK

WWW.NCCIT.NET

Conference Organizers



ECU



OSU


Fern



KMUTNB



HNUE


Chemnitz


Gesellschaft für Informatik




MSU


UBU


RMU


KRU


NPRU


PBRU


RMUTL


RMUTK


RMUTT


PSU


NIDA

King Monkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
FernUniversitaet in Hagen, Germany
Chemnitz University, Germany
Oklahoma State University, USA
Edith Cowan University, Western Australia
Hanoi National University of Education, Vietnam
Gesellschaft für Informatik
Mahasarakham University
Ubon Ratchathani University
Kanchanaburi Rajabhat University

Nakhon Pathom Rajabhat University
Mahasarakham Rajabhat University
Phetchaburi Rajabhat University
Rajamangala University of Technology Lanna
Rajamangala University of Technology Krungthep
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Prince Of Songkla University, Phuket Campus
National Institute of Development Administration
Council of IT Deans of Thailand