

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์  
Journal of Applied Informatics and Technology

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2565

กองบรรณาธิการ ● วารสารวิทยาการสารสนเทศ  
และเทคโนโลยีประยุกต์

บรรณาธิการ ● ผศ.ดร.โอฬาริก สุรินตะ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ ● รศ.ดร.จันทิมา พลพินิจ  
รศ.ดร.พงษ์พัฒน์ สายทอง  
ผศ.ดร.พัฒนพงษ์ ชมภูวิเศษ  
ผศ.ดร.ปวิวัติ ฤทธิเดช  
ผศ.สุวิช ธีระโคตร  
ผศ.พวงชมพู ไชยอาลา แสงรุ่งเรืองโรจน์  
ดร.นภัสกร กรวยสวัสดิ์

เลขานุการ ● นางสาวสุวิชา ไชยเมือง

เจ้าของ ● คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานกองบรรณาธิการ ● คณะวิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150  
อีเมล jit@msu.ac.th

ISSN: 2586-8136 (Online)

กองบรรณาธิการในประเทศ

เกรียงศักดิ์ เดมีย์  
แกมภาณุจน์ สมประเสริฐศรี  
ไกรศักดิ์ เกษร  
คชากฤษ เหลี่ยมไธสง  
จิตตราภรณ์ สุทธิวรเศรษฐ์  
จิตมินต์ อังสกุล  
จุฑารัตน์ ศราวณะวงศ์  
ธันสนี เพียรตระกูล  
นิยม วงศ์พงษ์คำ  
บุชนาฏ บัวศรี  
ปรีชา สาคร  
พยุง มีสีง  
ทิพย์ธนี เรืองแสง  
ไพบุลย์ เกียรติโกมล  
ภัทธิรา สุวรรณโค  
มนัสวี แก่นอำพันพันธ์  
มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ  
ระพีพันธ์ ปิตาคะโส  
รัชดา คงคะจันทร์  
รัตน์โชติ เทียนมงคล  
ฤทัย นิ่มน้อย  
วิมลมาศ ปฐมวณิชกุล  
วีรพงษ์ พลนิกรกิจ  
สมนึก พ่วงพรพิทักษ์  
สัญญา สราภิรมย์  
สายชล ใจเย็น  
สายสุนีย์ จับใจ  
สิริพร กมลธรรม  
สุชาดา น้ำใจดี  
สุรพล บุญลือ  
เสกสรร สายสีเสด  
เสกสรรค์ แยมพินิจ  
หนึ่งทัย ขอมผลกลาง  
อนันตพร พรชकुณาชัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กองบรรณาธิการต่างประเทศ

Abhaya Nayak  
Akhilesh Kumar Sharma  
Antonis Bikakis  
Christopher Khoo Soo Guan  
Joyce Chai-chen Chen  
Laxman Rao Nagubandi  
Manik Sharma  
Mohd Shahrizal Sunar  
Richard Booth  
Riri Fitri Sari  
Suhaidi Hassan  
Thiri Haymar Kyaw  
Tin Myat Htwe  
Tusar Kanti Mishra  
Macquarie University, Australia  
Manipal University Jaipur, India  
University College London, United Kingdom  
Nanyang Technological University, Singapore  
National Taiwan Normal University, Taiwan  
Osmania University, India  
DAV University Jalandhar, India  
University of Technology Malaysia, Malaysia  
Cardiff University, Wales  
University of Indonesia, Indonesia  
Universiti Utara Malaysia, Malaysia  
University of Information Technology, Myanmar  
University of Computer Studies, Myanmar  
Vellore Institute of Technology, India

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความที่เผยแพร่ในวารสาร ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 จะทำให้ผู้อ่านได้รับความรู้ทางด้านเหมืองข้อมูล (Data Mining) อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) สื่อดิจิทัล (Digital Media) และสามารถนำเอาแนวคิด กระบวนการวิจัย ไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยของท่านเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไปทั้งภาคปฏิบัติ และการพัฒนางานวิจัยต่อยอดในอนาคต ทั้งนี้ บทความที่เผยแพร่ในวารสารได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 ท่าน และผู้แต่งได้ปรับแก้บทความให้มีความสมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะเป็นที่เรียบร้อย กองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้แต่งที่ได้ส่งบทความเข้ามาเพื่อเผยแพร่ และผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้อ่านและพิจารณาบทความ รวมทั้งได้ให้คำแนะนำที่ดีต่อผู้แต่ง กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์จะได้ก้าวมาเป็นวารสารที่ได้รับความนิยมและอยู่ในฐานข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับต่อไปในอนาคต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาริก สุรินดี๊ะ

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

### จุดมุ่งหมาย

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์ (JIT) มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่เปิดรับบทความงานวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาการสารสนเทศ เทคโนโลยี สื่อดิจิทัล นิเทศศาสตร์ และงานวิจัยในหัวข้ออื่นที่เกี่ยวข้อง บทความที่เปิดรับสามารถเป็นได้ทั้งบทความปริทัศน์ (Review Article) บทความวิชาการ (Academic Article) และบทความวิจัย (Research Article)

### ขอบเขตของงานวิจัย

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์พิจารณาเปิดรับบทความที่มุ่งเน้นทางด้านทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ โดยหัวข้องานวิจัยที่เปิดรับ ประกอบด้วย

- เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)
- วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science)
- ภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics)
- สารสนเทศศาสตร์และการจัดการ (Information Science and Management)
- สื่อดิจิทัล (Digital Media)
- นิเทศศาสตร์ (Communication Arts)

### เจ้าของ:

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

### สำนักงานกองบรรณาธิการ:

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

อีเมล [jit@msu.ac.th](mailto:jit@msu.ac.th)

ISSN: 2586-8136 (Online)

**Journal of Applied Informatics and Technology (JIT)** is a peer-reviewed and open-access journal that aims to publish leading edge researches on any possible topic in informatics, technology, and other related areas, both from theoretical and empirical perspectives. Topics of interest include, but are not limited to, the following:

- Information Technology
- Computer Science
- Geo-Informatics
- Information Science and Management
- Digital Media
- Communication Arts

**OWNERSHIP:**

Faculty of Informatics, Maharakham University

**EDITORIAL OFFICE:**

Faculty of Informatics, Maharakham University, Khamriang,  
Kantarawichai, Maharakham, 44150 THAILAND

e-mail: [jit@msu.ac.th](mailto:jit@msu.ac.th)

ISSN: 2586-8136 (Online)

## ข้อมูลสำหรับผู้แต่ง

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์ (JIT) เปิดรับพิจารณาบทความปริทัศน์ (Review Article) บทความวิชาการ (Academic Article) และบทความวิจัย (Research Article) ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาการสารสนเทศ เทคโนโลยี สื่อดิจิทัล นิเทศศาสตร์ และงานวิจัยในหัวข้ออื่นที่เกี่ยวข้อง โดยเปิดรับทั้งบทความที่มุ่งเน้นทางด้านทฤษฎีและการประยุกต์ใช้

บทความที่จะส่งเข้ามาพิจารณาในวารสารกำหนดให้มีจำนวนหน้าสูงสุด 15 หน้า โดยที่ผู้แต่งต้องแทรกรูปภาพ (Figure) และตาราง (Table) ลงในบทความให้เรียบร้อย โดยวารสารเลือกวิธีการพิจารณาบทความแบบ double-blind (กรรมการพิจารณาไม่รู้ว่าเป็นบทความของผู้แต่งท่านใด) แต่ทั้งนี้ ผู้แต่ง (Author) จะต้องพิมพ์ชื่อ และสถาบัน (Affiliation) ของท่านลงมาในบทความต้นฉบับด้วย โดยที่วารสารจะปิดชื่อของผู้แต่งก่อนที่จะส่งให้กรรมการพิจารณาบทความ (Reviewer)

ตัวอย่างเทมเพลตบทความ

โปรดเตรียมบทความต้นฉบับโดยใช้เทมเพลตของวารสาร ซึ่งใช้โปรแกรม MS-Word ในการเขียนบทความ โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากลิงก์ต่อไปนี้

> <http://shorturl.at/psEM5>

หากพบปัญหาระหว่างการส่งบทความกรุณาติดต่อวารสารทางอีเมล [jit@msu.ac.th](mailto:jit@msu.ac.th)

## กระบวนการพิจารณาบทความ (Peer Review Process)

### ผู้วิจัยและผู้พิจารณาบทความไม่สามารถทราบข้อมูลกันและกัน (Fully Blind Peer Review)

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์ ใช้กระบวนการพิจารณาบทความโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Reviewer) จำนวนทั้งสิ้น 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ความใหม่ (Novelty) และความสำคัญ (Importance) ของงานวิจัย ทั้งนี้ ผู้แต่งจะต้องพิมพ์ชื่อ และสถาบัน (Affiliation) ลงในบทความต้นฉบับ โดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจะไม่ทราบข้อมูลของผู้แต่งและผู้แต่งก็จะไม่ทราบข้อมูลของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind Review) ซึ่งทุกบทความที่ส่งเข้ามาพิจารณาจะเข้าสู่กระบวนการพิจารณา (Peer-review process) โดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนอย่างน้อย 3 คน เมื่อได้รับผลการพิจารณาจากกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ จะเข้าสู่ขั้นตอนการพิจารณาจากบรรณาธิการ (Editor-in-Chief) โดยผลการพิจารณาประกอบด้วยผ่านการพิจารณา (Acceptance) ขอให้ปรับแก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะ (Revision) และปฏิเสธการเผยแพร่บทความ (Rejection)

### นโยบายแหล่งสารสนเทศแบบเสรี (Open Access Policy)

วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์เปิดให้ผู้อ่านได้เข้าถึงบทความโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เผยแพร่บทความสู่สาธารณะและทำให้ผู้อ่านทั่วโลกได้แลกเปลี่ยนความรู้จากบทความที่เผยแพร่

ประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง กิตติศักดิ์ ขำจิตร, ดารภา ใจคุ้มเก่า, วัชรพงษ์ ภูมิรัง, อาทิตยา สัตนาโค, อนุพงศ์ สุขประเสริฐ .....	87
การพัฒนาคลังข้อมูลสรุปงบประมาณภายในคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร กิตติพงศ์ ส่งศิริ, เกรียงศักดิ์ เตมีย์ .....	99
การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู อิสระพงศ์ อินไผ่, กัลยา เย็นใจ, นฤพนธ์ พนาวางค์ .....	114
การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ ปรมินทร์ จันทร์ศรี, ศิริประเสริฐ มากถาวร, กฤษณะ พิลา, ฉันทวรรณ สุทธิ, เอกวิทย์ สิทธิวะ .....	128
การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์ตีนเป็ดในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์ นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี, สาธิต แสงประดิษฐ์, ดำรงศักดิ์ ชูศรีทอง, อรจรรยา พิมกีนีย์ .....	142
การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์เข็มในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์ นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี, สาธิต แสงประดิษฐ์, ดำรงศักดิ์ ชูศรีทอง, ชิตฐิยา กานต์ แสกนา .....	154

The Efficiency of Data Mining Technique for the Prognosis of Cerebrovascular Disease <i>Kittisak Kumjit, Darapa Jaikoomkao, Watcharaphong Phumirang, Artitaya Sattanako, Anupong Sukprasert</i> .....	87
Development of Data Warehouse for Financial Report in Faculty of Science, Naresuan University <i>Kittipong Songsiri, Kreangsak Tamee</i> .....	99
Developing IoT Devices to Catch Mouse <i>Isarapong Inphai, Kanlaya Yenjai, Naruepon Panawong</i> .....	114
Development of Mobile Application to Present 3D Interactive Animation for Supporting of Emotional and Friend Relationship with Early Childhood: Miracle of Heart <i>Poramin Chansri, Siriprasert Makthaworn, Kitsana Phira, Tanyatorn Sutti, Ekkawit Sittiwa</i> .....	128
Application of Geo-informatics for Study Diversity the Plants of Apocynaceae in Phu Faek Forest Park, Kalasin Province <i>Narueset Prasertsri, Satith Sangpradid, Damrongsak Chusritong, Onjanya Pimkinree</i> .....	142
Application of Geo-informatics for Study Diversity the Plants of Rubiaceae in Phu Faek Forest Park, Kalasin Province <i>Narueset Prasertsri, Satith Sangpradid, Damrongsak Chusritong, Titthiyakan Haekna</i> .....	154



## ประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง

### The Efficiency of Data Mining Technique for the Prognosis of Cerebrovascular Disease

กิตติศักดิ์ ขำจิตร<sup>1</sup>, ดารภา ใจคุ้มเก่า<sup>1</sup>, วชรพงษ์ ภูมิรัง<sup>1</sup>, อาทิตยา สัตนาโค<sup>1</sup>, อนุพงศ์ สุขประเสริฐ<sup>2,\*</sup>  
Kittisak Kumjit<sup>1</sup>, Darapa Jaikoomkao<sup>1</sup>, Watcharaphong Phumirang<sup>1</sup>,  
Artitaya Sattanako<sup>1</sup>, Anupong Sukprasert<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Business Computer Maharakham Business School, Maharakham University, Maharakham 44150, Thailand

<sup>2</sup> Lecturer at Maharakham Business School, Maharakham University, Maharakham 44150, Thailand

\* Corresponding Author: Anupong Sukprasert, anupong.s@acc.msu.ac.th

#### Received:

7 March 2022

#### Revised:

22 March 2022

#### Accepted:

27 April 2022

#### คำสำคัญ:

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ,  
เทคนิคเหมืองข้อมูล, โรคหลอดเลือด  
ในสมอง

#### Keywords:

Efficiency Comparison,  
Data Mining Technique,  
Cerebrovascular Disease

**บทคัดย่อ:** งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูล และหาเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง โดยข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง จำนวน 5,110 ราย ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากโรงพยาบาลคลินิกซานการ์โลส ประเทศสเปน ซึ่งได้ถูกรวบรวมไว้ในเว็บไซต์ [www.kaggle.com](http://www.kaggle.com) จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานของการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลจำนวน 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมองที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยตัวชี้วัดทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) และค่าความไว (Sensitivity) ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมที่สุดในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมองในครั้งนี้ โดยให้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 95.11% ค่าวัดประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 97.49% และค่าความไว เท่ากับ 99.98%

**Abstract:** The purpose of this research is to compare the efficiency of data mining techniques to find the suitable model for prognosis of cerebrovascular disease. The 5110 patients with cerebrovascular disease was used in this research. The data was collected from Clínico San Carlos Hospital, Spain via www.kaggle.com. The data was analyzed in 4 different techniques of data mining consisting of (1) Naïve Bayes, (2) Deep Learning, (3) Decision Tree, and (4) Random Forest to simulate cerebrovascular disease prediction. The efficiency of data classification was compared in 3 different criteria which are accuracy, f-measure, and sensitivity to determine the most appropriate simulation for prognosis. The result suggested that the Deep Learning technique was the most appropriate technique to simulate prognosis of cerebrovascular disease with 95.11% of accuracy, 97.49% of f-measure, and 99.98% of sensitivity.

## 1. บทนำ

โรคหลอดเลือดในสมอง (Cerebrovascular Disease หรือ Stroke) เป็นโรคที่พบได้บ่อยที่สุดของโรคระบบประสาท ซึ่งสาเหตุเกิดจากการแตก ตีบ อุดตันของเส้นเลือดในสมอง ทำให้เนื้อสมองบริเวณนั้นเกิดการตายเนื่องจากการขาดเลือดไปเลี้ยง ทำให้การทำหน้าที่ของสมองส่วนนั้นลดลง และความผิดปกติของการไหลเวียนเลือดที่ไปเลี้ยงสมอง โดยที่หลอดเลือดอาจมีการอุดตัน ตีบ หรือแตก อาการมักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และอยู่นานเกิน 24 ชั่วโมง โรคหลอดเลือดสมองแบ่งตามลักษณะของพยาธิสรีรวิทยาออกเป็น 2 ประเภท คือ โรคหลอดเลือดในสมองที่เกิดจากการขาดเลือด (Ischemic Stroke) และโรคหลอดเลือดในสมองที่เกิดจากเลือดออก (Hemorrhagic Stroke) เมื่อหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมองเกิดตีบ ตัน หรือแตกจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเนื้อสมองเป็นผลจากการขาดเลือด ออกซิเจน และกลูโคส จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของเมตะบอลิซึมรวมทั้งสูญเสียการทำงานของ Blood Brain Barrier พบว่าความรุนแรงของโรคจะขึ้นอยู่กับขนาด และบริเวณของสมองที่ขาดเลือด และระยะเวลาของการขาดเลือด ซึ่งสมองจะทนต่อภาวะการขาดเลือดได้ในเวลาหนึ่ง และจะเสียการทำงานอย่างถาวรเมื่อขาดเลือดนานกว่า 3-6 ชั่วโมง อาการของผู้ป่วยจึงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสมองด้านที่มีพยาธิสภาพ อาการที่

เกิดขึ้นทันทีทันใด ได้แก่ อาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหน้า แขน หรือขาอ่อนแรง และเป็นซีกใดซีกหนึ่ง เดินเซ หรือเสียการทรงตัว พูดจาสับสน พูดไม่ชัด การมองเห็นภาพไม่ชัดอาจเป็นข้างเดียวหรือสองข้าง หรือมีอาการปวดศีรษะรุนแรง โดยไม่ทราบสาเหตุ และกว่าผู้ป่วยจะมีอาการคงที่จะใช้เวลาประมาณ 1-14 วัน อาจกลายเป็นอัมพาตทันที รู้สึกตัวแต่มีกล้ามเนื้อแขนขาข้างที่เป็นจะอ่อนปวกเปียก อาจไม่รู้สึกร่วมด้วย และจากการศึกษาของกูลาริกพบว่า เมื่อสมองส่วนนั้นได้รับอันตราย มีการสูญเสียการทำงานที่ของสมอง อาการที่พบจะขึ้นอยู่กับขนาด และตำแหน่งของพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น ถ้าตำแหน่งของโรคอยู่ซีกขวาที่เป็นสมองเดิน จะทำให้พูดไม่ได้ กลืนลำบาก สูญเสียการรับความรู้สึกซีกซ้าย อัมพาตของซีกซ้าย การรับรู้ลดลงโดยเฉพาะสิ่งใหม่ๆ ถ้าตำแหน่งของโรคอยู่ซีกซ้ายจะทำให้พูดไม่ชัด สูญเสียความรู้สึก อัมพาตของซีกขวา อารมณ์เปลี่ยนแปลง (สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ, 2560) ซึ่งโรคหลอดเลือดในสมองถือเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญปัญหาหนึ่งของประชากรโลก จากรายงานขององค์การอนามัยโลกพบว่า โรคหลอดเลือดในสมองเป็นสาเหตุการตาย 10 อันดับแรกทั่วโลก และเป็นสาเหตุการตายอันดับที่ 3 ของประเทศสหรัฐอเมริกา และจะมีจำนวน 5.7 ล้านคนในแต่ละปีซึ่งจะเพิ่มมากขึ้นเป็น 6.3 ล้านคนในปี ค.ศ. 2015 และ 7.8 ล้านคน

ในปี ค.ศ. 2030 สำหรับในประเทศไทยพบว่า โรคหลอดเลือดในสมองเป็นสาเหตุการตายอันดับที่ 4 โดยมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคนี้ถึง 11,663 คนในปี พ.ศ. 2562 และคิดเป็นอัตราการตายถึง 18.9 รายต่อประชากร 100,000 คน และในปี พ.ศ. 2563 มีอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดในสมองในประชากรไทยเท่ากับ 77.4 รายต่อประชากร 100,000 คน แม้ว่าโรคหลอดเลือดในสมองจะมีอัตราการเกิดโรคสูงในกลุ่มอายุ 45 ปีขึ้นไปแต่ปัจจุบันพบว่า โรคหลอดเลือดในสมองเกิดในผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไปซึ่งในปัจจุบันโรคหลอดเลือดในสมองเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญ อันดับที่ 3 รองจากโรคหัวใจ และโรคมะเร็ง อุบัติการณ์จะสูงขึ้นตามอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีอายุเกิน 65 ปี และจากสถิติผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายใหม่ que พบในโรงพยาบาลนครนายกในปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีจำนวน 337 รายต่อปี และโดยเฉลี่ย 28 รายต่อเดือน (รัตนพร สายตรี และคณะ, 2562)

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในการนำทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้นๆ และในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท เช่น การพยากรณ์ผู้ป่วยเพื่อพยากรณ์การอุบัติของโรคต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง โดยสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) ในการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง โดยการแบ่งข้อมูลด้วยสำหรับการสร้างแบบจำลอง (Training set) และการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Testing set) ด้วยเทคนิค

10-fold cross validation และใช้เกณฑ์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) และค่าความไว (Sensitivity) เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการคัดกรองผู้ป่วยที่มีโอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดในสมองต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง

2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่ใช้สำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง

## 3. ขอบเขตงานวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองที่มารับบริการในปี พ.ศ. 2563 ของโรงพยาบาลคลินิกซานการ์โลส ประเทศสเปน เป็นเวลา 1 ปี จำนวน 5,110 ระเบียบ 12 แอตทริบิวต์ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้ในเว็บไซต์ <https://www.kaggle.com> และจัดเก็บอยู่ในไฟล์ชื่อ healthcare-dataset-stroke-data.csv (Rahman, 2564)

3.2 ปัจจัยในการวิเคราะห์ผู้ป่วยหลอดเลือดในสมองในประเทศสเปน คือ โรคความผิดปกติทางร่างกายและพฤติกรรม มีจำนวน 8 แอตทริบิวต์ ได้แก่ รหัสผู้ป่วย (ID) เพศ (Gender) อายุ (Age) ความดันโลหิต (Hypertension) โรคหัวใจ (Heart\_disease) ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) สถานะการสูบบุหรี่ของผู้ป่วย (Smoking\_status) และ ผลสรุปหลอดเลือดสมอง (Stroke)

3.3 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์คือ เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

(Decision Tree) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest)

3.4 โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย คือ โปรแกรม RapidMiner Studio สำหรับการเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง (อนุพงศ์ สุขประเสริฐ, 2563)

## 4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหา รูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม การทำเหมืองข้อมูลเปรียบเสมือนวิวัฒนาการหนึ่งในการจัดเก็บและตีความหมายข้อมูล จากเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างง่าย มาสู่การจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูลที่สามารถดึงข้อมูลสารสนเทศมาใช้จนถึงการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถค้นพบความรู้ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล (ชนิดาภา บุญประสม และจรัญ แสงราช, 2561) ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูลเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูลมีดังนี้

4.1 กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือวัตถุที่เกิดขึ้นพร้อมกัน ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้กฎเชื่อมโยง เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลการขายสินค้าโดยเก็บข้อมูลจากระบบ ณ จุดขาย (Point of Sales: POS) หรือร้านค้าออนไลน์ แล้วพิจารณาสินค้าที่ผู้ซื้อมักจะซื้อพร้อมกัน เช่น ถ้าพบว่าคนที่ซื้อเทปวีดีโอ มักจะซื้อเทปกาวยด้วย ร้านค้าก็อาจจะจัดร้านให้สินค้าสองอย่าง

อยู่ใกล้กันเพื่อเพิ่มยอดขาย (อนุพงศ์ สุขประเสริฐ, 2563)

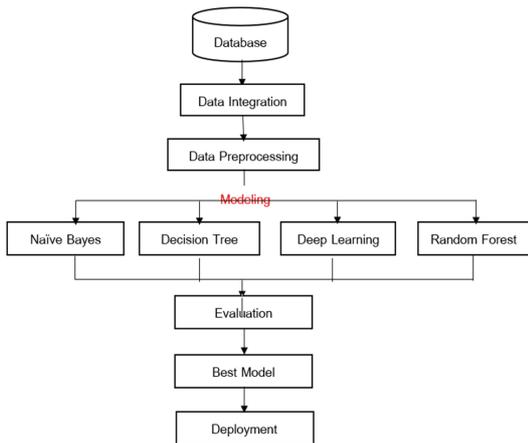
4.2 การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) เป็นการหากฎเพื่อระบุประเภทของวัตถุจากคุณสมบัติของวัตถุ เช่น หากความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจร่างกายต่างๆ กับการเกิดโรค โดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยและการวินิจฉัยของแพทย์ที่เก็บไว้ เพื่อนำมาช่วยวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย หรือการวิจัยทางการแพทย์ ในทางธุรกิจจะใช้เพื่อดูคุณสมบัติของลูกค้าที่จะก่อหนี้ดีหรือหนี้เสีย เพื่อประกอบการพิจารณาการอนุมัติเงินกู้

4.3 การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) เป็นการแบ่งข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม เช่นการแบ่งกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรคเดียวกันตามลักษณะอาการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์สาเหตุของโรค โดยพิจารณาจากผู้ป่วยที่มีอาการคล้ายคลึงกัน

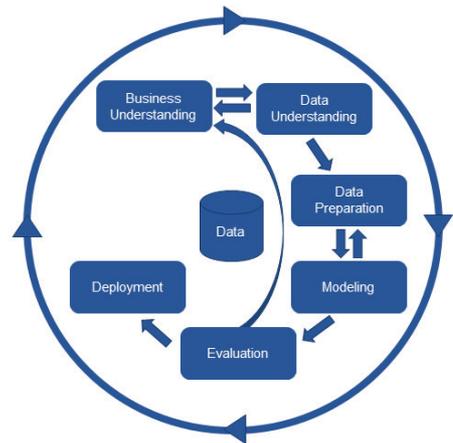
4.4 การสร้างมโนภาพ (Visualization) เป็นการสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างครบถ้วนแทนการใช้ข้อความนำเสนอข้อมูลที่ อาจพบข้อมูลที่ซ่อนเร้นเมื่อดูข้อมูลชุดนั้นด้วยจินตทัศน์ (อนุพงศ์ สุขประเสริฐ, 2563)

## 5. วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง โดยการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เพื่อให้ทราบลักษณะการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง และเพื่อหาแนวทางการรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญรักษาโดยตรง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพประกอบ 2 กระบวนการมาตรฐาน  
การทำเหมืองข้อมูล

## 6. กระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross Standard Process for Data Mining)

วิธีการดำเนินงานวิจัยสำหรับการแบ่งกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยอ้างอิงตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) ทั้ง 6 ขั้นตอน

6.1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจ (Business Understanding) ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง พบปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเกี่ยวกับเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง คือ ผู้ที่ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง ไม่ทราบว่าลักษณะของอาการที่จะเกิดการเกิดโรคหลอดเลือดในสมองมีลักษณะอาการใดบ้างที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง สำหรับงานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง เพื่อหาแนวทางป้องกันให้กับผู้ที่มีโอกาสเสี่ยงเป็นโรคหลอดเลือดในสมอง เพื่อลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

6.2 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding) งานวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลจริงเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง ที่เข้ารับการรักษา

ณ โรงพยาบาลคลินิกซานการ์โลส ประเทศสเปน ประจำปี พ.ศ. 2563 จำนวน 5,110 แถว และมีจำนวน 12 แอตทริบิวต์ ได้แก่ รหัสผู้ป่วย เพศ อายุ ความดันโลหิตสูง การเป็นโรคหัวใจ สถานะแต่งงาน ประเภทงานของผู้ป่วย ประเภทที่อยู่อาศัยของผู้ป่วย ระดับน้ำตาลในเลือด ค่าดัชนีที่ใช้ชี้วัดความสมดุลของน้ำหนักตัว สถานะการสูบบุหรี่ของผู้ป่วย สรุปผลโรคหลอดเลือดสมอง และได้ถูกรวบรวมไว้ในเว็บไซต์ [www.kaggle.com](http://www.kaggle.com) ซึ่งจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ CSV (Rahman, 2020)

6.3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นการเตรียมข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ในงานวิจัย ได้แบ่งขั้นตอนการเตรียมข้อมูลออกเป็น 4 ขั้นตอน

6.3.1 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) ผู้วิจัยได้ตัดแอตทริบิวต์ที่ไม่สามารถอธิบายค่าข้อมูลอื่นๆ ได้ ซึ่งได้แก่ แอตทริบิวต์สถานะแต่งงาน (ever\_married) และแอตทริบิวต์ ประเภทที่อยู่อาศัยของผู้ป่วย (Residence) ซึ่งจะเหลือแอตทริบิวต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดมีจำนวน 10 แอตทริบิวต์ จำนวน 5,110 ระเบียบ

6.3.2 การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) หลังจากสำรวจข้อมูล (Explore Data) พบว่ามีข้อมูลที่ไม่มีทราบค่าเกิดขึ้นในแอตทริบิวต์ค่า

**ตาราง 1** แสดงแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ใช้ในการวิเคราะห์

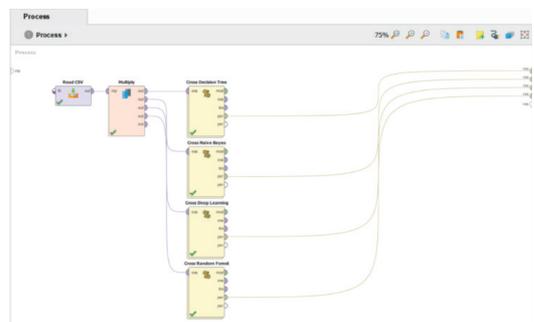
No.	Name	Data Type	Description
1	Id (ID)	Integer	รหัสผู้ป่วย
2	Gender	binominal	เพศ
3	Age	Integer	อายุ
4	Hypertension	binominal	ความดันโลหิตสูง
5	heart_disease	binominal	เป็นโรคหัวใจ
6	work_type	polynomial	ประเภทงานของผู้ป่วย
7	avg_glucose_level	real	ระดับน้ำตาลในเลือด
8	bmi	real	ค่าดัชนีที่ใช้ชี้วัดความสมดุลของน้ำหนักตัว
9	smoking_status	polynomial	สถานะการสูบบุหรี่ของผู้ป่วย
10	stroke (Label)	binominal	สรุปผลโรคหลอดเลือดสมอง

ดัชนีที่ใช้ชี้วัดความสมดุลของน้ำหนักตัว (bmi) ที่มีค่าเป็น “N/A” และในแอตทริบิวต์สถานะการสูบบุหรี่ของผู้ป่วย (smoking\_status) ที่มีค่าเป็น “Unknown” ผู้วิจัยได้กำหนดให้ค่า “N/A” และ “Unknown” นี้เป็นค่าสูญหาย และไม่นำค่าสูญหายมาใช้วิเคราะห์ในครั้งนี้

6.3.3 กำหนดหน้าที่ให้กับแอตทริบิวต์รหัสผู้ป่วย (ID) ให้มีหน้าที่เป็น “ID” เพื่อใช้ระบุกับข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์ หรือไม่ซ้ำกับข้อมูลในแถวอื่นๆ ดังนั้น “รหัสผู้ป่วย” จึงไม่ได้ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในครั้งนี้ และกำหนดหน้าที่ให้กับแอตทริบิวต์สรุปผลโรคหลอดเลือดสมอง (stroke) ให้มีหน้าที่เป็น “Label” เพื่อใช้ระบุกับข้อมูลที่เป็นคลาสคำตอบ

6.3.4 การแปลงรูปข้อมูล (Data Transformation) งานวิจัยนี้บันทึกข้อมูลจัดเก็บในโปรแกรม Microsoft Excel อยู่ในรูปไฟล์นามสกุล .CSV ดังแสดงในตาราง 1 เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

6.4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling) ขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองและทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้เทคนิค 10-fold cross validation ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio ในการสร้างแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองในแต่ละแบบจำลอง ดังแสดงในภาพประกอบ 3



**ภาพประกอบ 3** แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดลการวัดประสิทธิภาพโมเดล

สำหรับเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลที่  
ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิค  
นาอ็อบเบย์ (Naïve Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก  
(Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision  
Tree) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest)  
ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

#### 6.4.1 เทคนิคนาอ็อบเบย์ (Naïve Bayes)

เป็นเทคนิคที่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นตามกฎของเบย์  
(Bayes' Theorem) (รุ่งโรจน์ บุญมา และ นิเวศ  
จิระวิชิตชัย, 2562) เพื่อหาสมมติฐานใดน่าจะถูกต้อง  
ที่สุด โดยใช้ความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge)  
ได้แก่ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าสำหรับสมมติฐาน  
หนึ่งๆ ร่วมกับข้อมูล เช่น ความน่าจะเป็นที่สังเกตได้  
สำหรับสมมติฐานหนึ่งๆ เพื่อหาสมมติฐานที่ดีที่สุด  
การเรียนรู้แบบเบย์อาศัยหลักการของการคำนวณ  
ความน่าจะเป็นของแต่ละสมมติฐาน ในที่นี้คือคลาส  
เป้าหมายหรือผลลัพธ์การทำนายโดยการเรียนรู้แบบ  
เบย์เป็นการเรียนรู้เพิ่มเติม เนื่องจากตัวอย่างใหม่ที่  
ได้มาถูกนำมาปรับเปลี่ยนการแจกแจงซึ่งมีผลต่อ  
การเพิ่มหรือลดความน่าจะเป็นทำให้มีการเรียนรู้  
ที่เปลี่ยนไป วิธีการนี้ตัวแบบจะถูกปรับเปลี่ยนไปตาม  
ตัวอย่างใหม่ที่ได้โดยผนวกกับความรู้เดิมที่มี ซึ่งการ  
ทำนายค่าคลาสเป้าหมายของตัวอย่างใช้ความน่าจะเป็น  
เป็นมากที่สุดของทุกสมมติฐานจากทฤษฎีของเบย์  
เราสามารถคำนวณความน่าจะเป็นของสมมติฐาน  
ต่างๆ โดยใช้สมการ ดังสมการ (1)

$$P(h|D) = \frac{P(D|h)P(h)}{P(D)} \quad (1)$$

เมื่อ

$P(h)$  คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของ  
สมมติฐาน  $h$

$P(D)$  คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของชุด  
ข้อมูลตัวอย่าง  $D$

$P(h|D)$  คือ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข  
ของสมมติฐาน  $h$  ภายใต้ข้อมูล  $D$

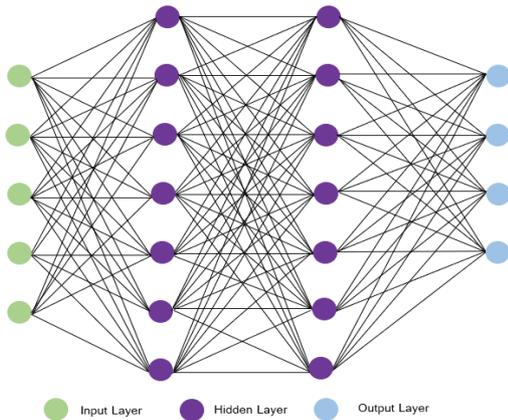
$P(D|h)$  คือ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข  
ของชุดข้อมูล  $D$  ภายใต้สมมติฐาน  $h$

ความน่าจะเป็นที่  $h$  เกิดก่อน และ  $D$  เกิด  
ตามมาความ น่าจะเป็นที่  $D$  และ  $h$  เกิดร่วมกัน โดย  
ใช้สมการ นาอ็อบเบย์ ดังสมการ (2)

$$P(h|D) = \frac{P(h \cap D)}{P(D)} \quad (2)$$

#### 6.4.2 เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

เป็นเทคนิคในกลุ่มโครงข่ายประสาท  
เทียม (Artificial Neural Network: ANN) ที่มี  
โครงสร้างขนาดใหญ่ประกอบด้วยนิวรอนและชั้นซ่อน  
จำนวนมากเป็นอัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการ  
เรียนรู้ของเครื่องจักรแต่ละระดับ Hidden Layer ของ  
การเรียนรู้เชิงลึกมีมากกว่า ANN ซึ่ง แต่ละเลเยอร์  
จะเปรียบเสมือนประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neural)  
จำนวนมากที่มีหน้าที่ในการประมวลผลโดยเลเยอร์  
แรกสุดจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูล (Input Layer)  
และส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปยังเลเยอร์  
สุดท้าย (Output Layer) การส่งข้อมูลแบบนี้มีข้อดีคือ  
แต่ละเลเยอร์อาจทำให้มีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ค่า  
ความเอนเอียงของข้อมูล (Bias) และวิธีการประมวล  
ผลทางคณิตศาสตร์ (Activation Function) เป็นอิสระ  
ต่อกันถ้าป้อนข้อมูลเข้าไปให้กับโมเดลมากเท่าไร  
แต่ละเลเยอร์ก็จะสามารถสกัดคุณลักษณะที่มีความ  
ซับซ้อนมากขึ้นทำให้ระบบสามารถตัดสินใจได้ใกล้เคียง  
กับมนุษย์มากยิ่งขึ้น (สมศักดิ์ ศรีสวการย์ และ  
สมัย ศรีสว, 2563) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงโครงข่ายประสาทเทียม  
แบบเชิงลึก

6.4.3 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นเทคนิคในกลุ่มการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งจะจำลองลักษณะกิ่งก้านของต้นไม้จะประกอบด้วยโหนดแทนคุณลักษณะ และโหนดล่างสุดแทนหมวดหมู่การสร้างกิ่งสาขาจะพิจารณาจากค่าความจริงของคุณลักษณะ โดยค่าที่ใช้จะมาจากการคำนวณจากค่า Information Gain การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ C4.5 ใช้ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน (Gain Ratio) เพื่อเลือกคุณลักษณะที่จะใช้เป็นรากหรือโหนด ถ้าให้ชุดข้อมูล  $M$  ประกอบด้วยค่าที่เป็นไปได้ คือ  $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$  และให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า  $m_1$  มีค่าเท่ากับ  $P(m_1)$  จะได้ว่าค่าเกนสารสนเทศ (Information Gain) ของ  $M$  เขียนแทนด้วย  $I(M)$  (เดช ธรรมศิริ และพยุ่ง มีสังข์, 2556) คำนวณได้ดังสมการ (3)

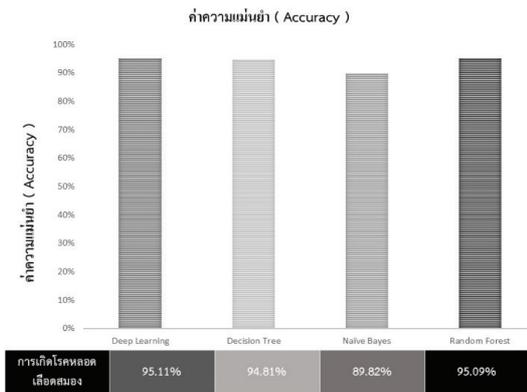
$$I(M) = \sum_{i=1}^n -P(m_i) \log_2 P(m_i) \quad (3)$$

คำนวณค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน (Gain ratio) ได้จาก  $\text{Gain Ratio} = \text{Gain} - \text{Split Information}$  ท้ายสุดจึงเลือกค่า Gain ratio สูงสุดเป็นคุณลักษณะเริ่มต้น และเลือกคุณสมบัติถัดไปตามค่า Gain ratio

น้อยลงตามลำดับ (วัชรวัชรณ จิตต์สกุล และ สุนันทา สดสี, 2560)

6.4.4 เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) เป็นอัลกอริทึมประเภทหนึ่งของอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจที่มีลักษณะแบบ Unpruned หรือ Regression Trees ซึ่งถูกสร้างจากการนำข้อมูลไปสุ่มเลือกตัวอย่างข้อมูล หลักการของ Random Forest คือ สร้าง model จาก Decision Tree หลายๆ model (ตั้งแต่ 10 model ถึง มากกว่า 1000 model) โดยแต่ละ model จะได้รับ data set ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็น subset ของ data set ทั้งหมด ตอนทำ prediction ก็ให้แต่ละ Decision Tree ทำ prediction แต่ละตัว และคำนวณผล prediction ด้วยการ vote output ที่ถูกเลือกโดย Decision Tree มากที่สุด หรือ หาค่าเฉลี่ยจาก output ของแต่ละ Decision Tree (กรณี regression) Decision Tree แต่ละ model ใน Random Forest ถือว่าเป็น weak learner เป็น model ที่ไม่เก่งเท่าไร แต่เมื่อนำเอาแต่ละ Decision Tree มาทำการพยากรณ์ร่วมกัน ก็จะได้ model ที่มีความเก่ง และแม่นยำมากกว่า Decision Tree ที่ทำการพยากรณ์แบบเดี่ยว (ปิยวรรณ นิลธอนม และคณะ, 2563)

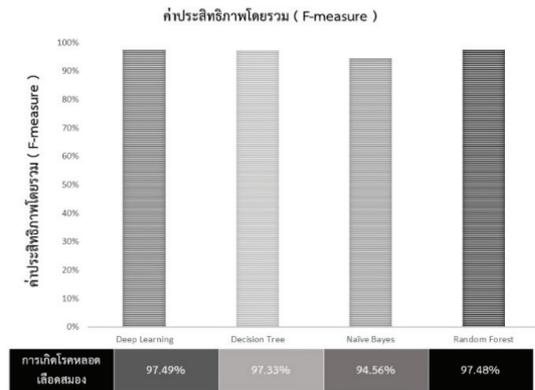
6.5 การประเมินผล (Evaluation) สำหรับการประเมินผลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง ได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ด้วยวิธี Cross Validation คือ ส่วนสำหรับสร้างตัวแบบ (training set) และส่วนสำหรับการทดสอบ (testing set) โดยมีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation) วัดค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ด้วย ค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) และค่าความไว (Sensitivity) โดยมีผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงจากภาพประกอบ 5-7 ดังนี้



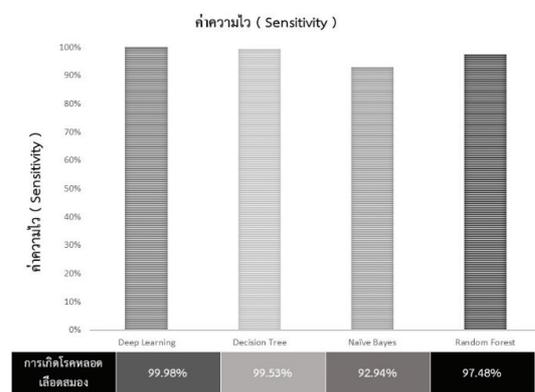
**ภาพประกอบ 5** แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy)

จากภาพประกอบ 5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy) โดยใช้เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) ในการพยากรณ์การเกิดโรคผลปรากฏว่าในข้อมูลการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง พบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกสามารถสร้างแบบจำลองได้ค่าความแม่นยำ ในการพยากรณ์สูงสุดเท่ากับ 95.11% เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 94.81% เทคนิค เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม ให้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 95.09% และคือเทคนิคนาอิวเบย์ ให้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 89.82% ตามลำดับ

จากภาพประกอบ 6 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) โดยใช้เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และ เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) ในการพยากรณ์การเกิดโรคผลปรากฏว่าในข้อมูลการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง พบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก สามารถสร้างแบบจำลองได้ค่าประสิทธิภาพโดยรวม ในการพยากรณ์สูงสุดเท่ากับ 97.49%



**ภาพประกอบ 6** แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure)



**ภาพประกอบ 7** แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าความไว (Sensitivity)

เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 97.33% เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม ให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 97.48% และน้อยที่สุดคือเทคนิคนาอิวเบย์ ให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 94.56%

ภาพประกอบ 7 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าความไว (Sensitivity) โดยใช้เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive Bayes) เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และเทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) ในการพยากรณ์การ

เกิดโรคผลปรากฏว่าในข้อมูลการเกิดโรคหลอดเลือด  
ในสมอง พบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก สามารถ  
สร้างแบบจำลองที่ค่าความไว ในการพยากรณ์สูงที่สุด  
เท่ากับ 99.98% เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ให้ค่าความไว  
เท่ากับ 99.53% เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม ให้ค่าความไว  
เท่ากับ 97.48% และน้อยที่สุดคือเทคนิคนาอิวเบย์  
ให้ค่าความไว เท่ากับ 97.48%

### 6.5 การนำไปใช้งาน (Deployment)

เมื่อทำการวิเคราะห์ตามกระบวนการ  
มาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูลทั้ง 5 ขั้นตอนแล้ว  
พบว่าเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิค  
การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นเทคนิค  
ที่มีความเหมาะสมที่สุดในการสร้างแบบจำลองสำหรับ  
การพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดสมอง เนื่องจาก  
ในการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ค่าความ  
แม่นยำ (Accuracy) ของเทคนิค 3 เทคนิคมีความ  
ใกล้เคียงกัน ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ให้ค่า  
ความแม่นยำเท่ากับ 95.17% เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม  
(Random Forest) ให้ค่าความแม่นยำเท่ากับ 95.09%  
และเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ให้ค่า  
ความแม่นยำเท่ากับ 94.81% ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือก  
เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับ  
สองเทคนิคแล้วค่าประสิทธิภาพไม่ต่างกันมาก เนื่องจาก  
เป็นเทคนิคที่ไม่มีความซับซ้อนในการวิเคราะห์

และอ่านผลลัพธ์ได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้  
สร้างตัวแบบในการพยากรณ์ การพยากรณ์การเกิด  
โรคหลอดเลือดสมองต่อไป

## 7. สรุปผล

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิค  
การทำเหมืองข้อมูลสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรค  
หลอดเลือดในสมอง ครั้งนี้ ใช้ชุดข้อมูลจริงเกี่ยวกับ  
ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองของประเทศสเปน จาก  
เว็บไซต์ [www.kaggle.com](http://www.kaggle.com) ศึกษาประสิทธิภาพของ  
มาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานในการทำ  
เหมืองข้อมูล (CRISP-DM) โดยใช้เทคนิคการจำแนก  
ประเภทข้อมูล 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้  
เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคนาอิวเบย์ (Naive  
Bayes) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และ  
เทคนิคต้นไม้แบบสุ่ม (Random Forest) นำมาสร  
สร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือด  
ในสมองและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ  
การจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 4 เทคนิคนี้ด้วยเกณฑ์  
การวัดประสิทธิภาพทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ค่าความแม่นยำ  
(Accuracy) ค่า ประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure)  
และค่าความไว (Sensitivity) ซึ่งผลของการวิเคราะห์  
ประสิทธิภาพของตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์  
การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบค่าทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การเกิด  
โรคหลอดเลือดในสมอง

เทคนิค	ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล		
	Accuracy	F-measure	Sensitivity
การจำแนกประเภทข้อมูล			
Naïve Bayes	89.82%	94.56%	92.94%
Decision Tree	94.81%	97.33%	99.53%
Random Forest	95.09%	97.48%	99.96%
Deep Learning*	95.17%	97.52%	99.99%

\* เทคนิคที่มีความเหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง

จากตาราง 2 พบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมที่สุดในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง โดยให้ความแม่นยำสูงสุด เท่ากับ 95.17% ค่าประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 97.52% และค่าความไว เท่ากับ 99.99% จึงสรุปได้ว่าเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก มีความเหมาะสมในการนำสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง เพราะสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีหลายตัวแปรได้เป็นอย่างดี เป็นเทคนิคที่ไม่มีความซับซ้อนในการวิเคราะห์ อ่านผลลัพธ์ได้ง่าย และมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือมากที่สุด

## 8. ข้อเสนอแนะ

1. ชุดข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลผู้ป่วยที่ได้มาจากประเทศสเปน ซึ่งถ้าหากนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ความเสี่ยงโรคหลอดเลือดในสมองกับผู้ป่วยในประเทศไทยก็อาจจะไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรของผู้ป่วยในประเทศไทย

2. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้นี้ยังมีน้อยจำนวนเกินไป และค่า accuracy มีค่าที่สูงมาก จึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับ แอตทริบิวต์ ที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งผลสรุปของงานวิจัยไม่สามารถไปใช้กับข้อมูลที่มี แอตทริบิวต์ อื่นๆ นอกเหนือจากนี้ได้

3. การเตรียมข้อมูลมีความสำคัญมากในการทำเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยควรศึกษาข้อมูลให้ครบถ้วนและทำความเข้าใจในข้อมูล ความสำคัญของแอตทริบิวต์ต่างๆ ที่มีความสำคัญในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในการทำเหมืองข้อมูล การผสมผสานข้อมูลเข้าด้วยกัน และจัดทำข้อมูลให้เป็นกลุ่มเดียวกัน

## 9. เอกสารอ้างอิง

ชนิดาภา บุญประสม และจรัญ แสนราช. (2561). การวิเคราะห์การทำนายการลาออกกลางคันของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 9(1). 142-151.

เดช ธรรมศิริ และพยุ่ง มีสัจ. (2556). การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีแบบร่วมกันตัดสินใจจากพื้นฐานของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนร่วมกับการเลือกตัวแทนที่เหมาะสมด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 21(2), 293-303.

ปิยวรรณ นิลถนอม, ธนพร มาลัย และสายชล สิ้นสมบุญทอง. (2563). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายผลการแปลงข้อมูลในการจำแนกด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. *Thai Journal of Science and Technology*, 10(1), 14-25.

รัตนาพร สายตรี, ปุณณพัฒน์ ไชยเมธ และสมเกียรติยศ วรเดช. (2562). ความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. *วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน*, 5(2), 1-13.

รุ่งโรจน์ บุญมา และนิเวศ จิระวิจิตชัย. (2562). การจำแนกประเภทผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและการเลือกคุณลักษณะจากความสัมพันธ์ของข้อมูล. *วารสารวิชาการชาชนเขต*, 3(2), 11-19.

วัชรวิวรรณ จิตต์สกุล และสุนันทา สดสี. (2560). การวิเคราะห์การจำแนกข้อความด้วยการเปรียบเทียบความเสถียรของอัลกอริทึม. *ศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9, 19-31.

สมศักดิ์ ศรีสุวรรณ และสมัย ศรีสวย. (2563). การวิเคราะห์เหมืองความคิดเห็นโดยใช้เทคนิคการสกัดคำ. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, ปีที่ 6 (2), 95-104.

สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. (2560). รายงานภาระโรคและการบาดเจ็บของประชากรไทย พ.ศ. 2557. *Burden of Disease Thailand*. สืบค้น 5 ตุลาคม 2564, สืบค้นจาก <http://bodthai.net/download/รายงานภาระโรคและการบาดเจ็บ>

อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2563). *คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio*. พิมพ์ครั้งที่ 3. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม:มหาสารคาม.

Rahman, M. (2020). Stroke Prediction Dataset. *kaggle*. Retrieved 25 September 2021, Retrieved from <https://www.kaggle.com/fedesoriano/stroke-prediction-dataset/version/1>

## การพัฒนาคลังข้อมูลสรุปงบประมาณภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

### Development of Data Warehouse for Financial Report in Faculty of Science, Naresuan University

กิตติพงษ์ ส่องศิริ<sup>1</sup>, เกียรติศักดิ์ เตมีย์<sup>1\*</sup>

Kittipong Songsiri<sup>1</sup>, Kreangsak Tamee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

\* Corresponding Author: Kreangsak Tamee, Kreangsakt@nu.ac.th

#### Received:

9 March 2022

#### Revised:

30 March 2022

#### Accepted:

27 April 2022

#### คำสำคัญ:

คลังข้อมูล, คลังข้อมูลสรุป  
งบประมาณ, OLAP, ETL

#### Keywords:

Data Warehouse, Financial  
Report Data Warehouse  
OLAP, ETL

**บทคัดย่อ:** เทคโนโลยีคลังข้อมูลมีประโยชน์ต่อการบริหารจัดการข้อมูลที่มีปริมาณมาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่มีในองค์กร เพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ และทิศทางขององค์กรตนเอง ซึ่งในบทความวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาคลังข้อมูลตามวิธีการของ Ralph Kimball ตั้งแต่ การศึกษาแหล่งข้อมูล กระบวนการในการสกัด แปลง และถ่ายโอนข้อมูล หรือ Extract Transform Loading (ETL) จนกระทั่งได้มาซึ่งคลังข้อมูลสรุปงบประมาณ ทั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาในการเรียกดูรายงานสรุปงบประมาณของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งประสบปัญหาในการเรียกดูรายงานจากฐานข้อมูล Online Transaction Processing (OLTP) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ใช้บริหารจัดการด้านการเบิกจ่ายงบประมาณที่มีข้อมูลจำนวนมาก โดยนำคลังข้อมูลซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ Online Analytical Processing (OLAP) มาใช้งานทดแทนในส่วนของการออกรายงานเพื่อวิเคราะห์และติดตามผลการดำเนินการเบิกจ่ายได้สะดวกยิ่งขึ้น ผ่านหน้าต่างระบบต้นแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซึ่งจากผลการทดสอบการใช้งานคลังข้อมูลผ่านหน้าต่างระบบต้นแบบสามารถพิสูจน์ได้ว่า คลังข้อมูลสามารถช่วยแก้ปัญหาการประมวลข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP ที่มีปริมาณข้อมูลจำนวนมากได้ อีกทั้งยังนำคลังข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเบิกจ่ายงบประมาณในหลากหลายมิติอีกด้วย

**Abstract:** Data warehouse technology is useful for managing large data. The purpose of them are analyzing organization's datasets to formulate a strategy and direction of the organization. In this paper have present method of the development of data

warehouse based on Ralph Kimball's methodology, starting from the study of the data source. Process of Extraction, Transformation and Loading (ETL) until we finished to get for summary financial data warehouse of Faculty of Science, Naresuan University. That they have problem about reporting from Online Transaction Processing (OLTP) database that use for large data of financial management system. We using the data warehouse which is an Online Analytical Processing (OLAP) database instead report function to analyze and follow up on the disbursement process more conveniently. The result of performance testing of the prototype system is proof the concept that the data warehouse can be fix the problem of large data processing from OLTP and we can usage from this data warehouse for analysis the financial data in many dimensions.

## 1. บทนำ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีการบริหารจัดการข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ภายใต้รูปแบบระบบสารสนเทศ โดยจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยระบบสารสนเทศหลัก ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลส่วนบุคคล ระบบสารสนเทศเบิกจ่ายงานการเงินและพัสดุ ระบบฐานข้อมูลงานวิจัย ระบบสารสนเทศบริหารจัดการโครงการ และระบบสารสนเทศแฟ้มสะสมงานอาจารย์ ซึ่งระบบสารสนเทศดังกล่าวนี้ต่างดำเนินการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลของแต่ละระบบ (งานนโยบายและแผน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,

2563) โดยในส่วนของระบบเบิกจ่ายงานการเงินนั้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการเบิกจ่ายงบประมาณภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตามงบประมาณ กองทุน หมวดเงิน และโครงการที่บุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการเบิกจ่าย แล้วบันทึกผลการเบิกจ่ายลงในระบบเบิกจ่ายงานการเงิน โดยในแต่ละเดือนนั้นคณะกรรมการประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จะทำการประชุมและเรียกดูรายงานสถานะการเบิกจ่าย และสถานะการวางฎีกาของงบประมาณแต่ละโครงการผ่านทางหน้าต่างรายงานสรุปงบประมาณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดังที่แสดงตัวอย่างหน้าต่างรายงานในภาพประกอบ 1

งบประมาณรายไดปีงบประมาณ 2564 (ตามเล่ม) - กองทุนเพื่อการศึกษา - แผนงานจัดการศึกษาอุดมศึกษา

สำนักงานเลขาธิการ คณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2564 วันที่ 01 ตุลาคม 2563 - 31 กรกฎาคม 2564

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณ			รายรับ - รายจ่าย						สรุปสถานะการเบิกจ่าย				
	งบทที่ได้รับ	รับโอนเงิน	โอนเงินออก	งบทที่ได้รับหลัง	รายจ่ายของงบที่	(%)	คงเหลือ	(%)	รวมฎีกาอนุมัติ	%	ดำเนินการ	%	วางฎีกา	%
งานสนับสนุนการจัดการศึกษา														
ค่าจ้างชั่วคราวรายเดือน	4,985,200	120,000	0	5,105,200	4,586,770	89.85%	518,430	10.15%	3,802,270	74.48%	784,500	17.10%	0	0.00%
ค่าจ้างชั่วคราวรายวัน	281,000	0	0	281,000	184,540	65.67%	96,460	34.33%	18,700	6.65%	27,340	14.82%	138,500	75.05%
ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงาน	300,000	0	0	300,000	180,180	60.06%	119,820	39.94%	162,180	54.06%	12,000	6.66%	6,000	3.33%
ค่าตอบแทนคณะกรรมการ	50,000.00	0	0	50,000.00	0	0.00%	50,000.00	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
ค่าเบี้ยประชุม	10,000.00	0	0	10,000.00	500	5.00%	9,500.00	95.00%	500	5.00%	0	0.00%	0	0.00%

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างหน้าต่างรายงานสรุปงบประมาณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากกระบวนการออกรายงานสรุปงบประมาณดังกล่าว เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มีจำนวนมาก และต้องทำการเรียกดูข้อมูลจากหลายตารางในฐานข้อมูลระบบเบิกจ่ายงานการเงิน ทำให้การประมวลผลออกรายงานดังกล่าวเกิดปัญหา กล่าวคือใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่มากจนเกินไป จนไม่สามารถออกรายงานผลผ่านทางหน้าต่างระบบในขณะที่ทำการประชุมประจำเดือนได้ อีกทั้งในการระหว่างที่ทำการประมวลผลเพื่อออกรายงานนั้นต้องใช้ปริมาณหน่วยความจำสำรองเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลกระทบต่อให้ระบบสารสนเทศอื่นๆ ที่ประมวลผลอยู่บนเครื่องแม่ข่ายเดียวกันกับระบบเบิกจ่ายงานการเงินเกิดอาการขัดข้องไปด้วย ซึ่งเป็นผลกระทบในวงกว้างในด้านการใช้งานระบบสารสนเทศภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ฉะนั้นลักษณะการออกรายงานผลสรุปการเบิกจ่ายเงินจึงเป็นไปในรูปแบบการนำออกข้อมูลจากฐานข้อมูลในเครื่องแม่ข่าย แล้วจึงนำฐานข้อมูลเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์สำนักงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นทำการประมวลผลออกรายงานผ่านทางหน้าต่างระบบเบิกจ่ายงานการเงินที่ติดตั้งบนเครื่องสำนักงาน จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลจากหน้าต่างรายงานอยู่ในรูปแบบเอกสาร Spreadsheet แล้วจึงนำข้อมูลไปใช้ประกอบประชุม ซึ่งการบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความสะดวกการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังเป็นอีกประการหนึ่ง

จากปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจะได้มาซึ่งข้อมูลรายงานสรุปงบประมาณในแต่ละเดือนออกมานั้น มีขั้นตอนและกระบวนการที่ค่อนข้างมาก อีกทั้งในแต่ละขั้นตอนยังจำเป็นต้องใช้บุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นผู้ดำเนินการในทุกๆ ครั้งที่ต้องการออกรายงาน ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีในการจัดการข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถประมวลผลได้ด้วยฐานข้อมูลแบบ Online Transaction Processing (OLTP) โดยตรง และนำไปใช้โยชน์ในด้านการวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารองค์กร หรือบุคลากรที่

เกี่ยวข้องกับข้อมูลนั้นๆ เรียกว่า คลังข้อมูล (Data warehouse) โดยการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของคลังข้อมูลนั้นจะดำเนินการอยู่รูปแบบ Online Analytical Processing (OLAP) ซึ่งจะเกิดจากการนำข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP มาผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Extract Transform Loading (ETL) จนได้เป็นคลังข้อมูลที่น่าไปใช้อออกรายงานการเงินต่อไป

ในบทความวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างฐานข้อมูล OLAP เพื่อจัดทำชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบคลังข้อมูลรายงานสรุปงบประมาณ โดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP มาดำเนินการผ่านกระบวนการ ETL ไปสู่ฐานข้อมูล OLAP จากนั้นนำข้อมูลจากฐานข้อมูล OLAP ที่ได้ไปทำการออกรายงานผ่านการแสดงข้อมูล (Data visualization) ในรูปแบบต่างๆ ได้

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการ ETL คือกระบวนการหนึ่งในการสร้างคลังข้อมูล (Kimball และคณะ, 2008) ซึ่งมีการออกแบบไว้ให้สามารถดึงข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และมาจากหลายแหล่งข้อมูล อีกทั้งข้อมูลในแต่ละแหล่งนั้นอาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันทั้งแบบที่มีโครงสร้าง (Structure) และไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) โดยโครงสร้างคลังทั่วไปของคลังข้อมูลจะประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ แหล่งข้อมูล, พื้นที่พักข้อมูล (Data Staging Area: DSA) และส่วนของคลังข้อมูลหลัก โดยกระบวนการ ETL จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ 1) Extract คือการสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต้นทาง ซึ่งจะมีทั้งข้อมูลที่มีโครงสร้าง เช่น DBMS หรือข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง เช่น text file, spreadsheet โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเลือกฟิลด์หรือคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับฟิลด์ในตาราง Dimension หรือ ตาราง Fact ในคลังข้อมูล 2) Transform คือการแปลงข้อมูล โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการทำความสะอาดข้อมูล เช่น ลบข้อมูลที่ผู้ใช้งานระบบทำการกรอกซ้ำ แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการหาผลรวมหรือค่าที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลที่ทำความสะดวกแล้ว

3) Loading คือการถ่ายโอนข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็น การนำข้อมูลที่ทำความสะอาดและแปลงเรียบร้อยแล้ว ไปจัดเก็บยังฐานข้อมูล OLAP ที่มีโครงสร้างแบบ star หรือ snow flake ทั้งนี้การถ่ายโอนข้อมูลในแต่ละครั้ง จะทำการตรวจสอบข้อมูลเดิมในฐานข้อมูล OLAP และข้อมูลที่กำลังทำการจัดเก็บว่ามีการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมหรือไม่ เพื่อป้องกันการซ้ำซ้อนของข้อมูล (AliEl-Sappagh, 2011)

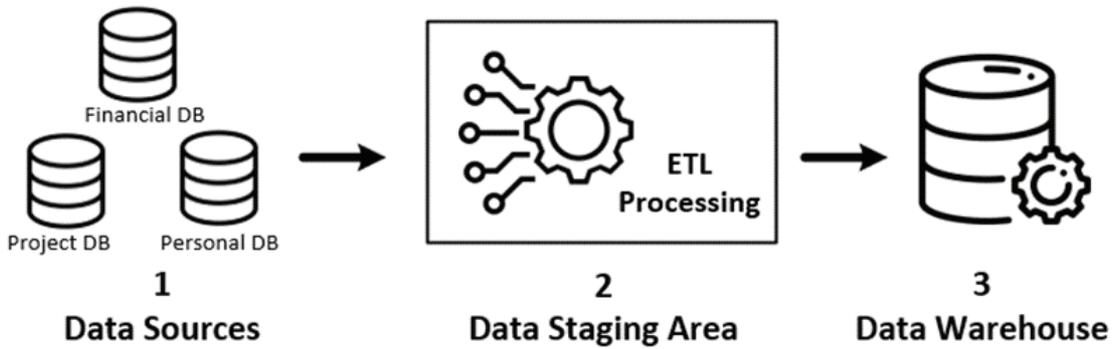
ในปัจจุบันมีการนำคลังข้อมูลมาใช้ในการ ประกอบการตัดสินใจอย่างแพร่หลาย โดยหนึ่งใน งานวิจัยที่นำเสนอการนำคลังข้อมูลมาใช้ในการ วิเคราะห์และตัดสินใจในองค์กรคืองานวิจัยของ Harvy และคณะ (2019) ได้นำเทคโนโลยีคลังข้อมูล มาใช้กับข้อมูลการขายหนังสือของร้าน GIS Bookstore ที่ต้องการนำข้อมูลการขายหนังสือมาวิเคราะห์ในทุกๆ เดือน แต่เนื่องจากฐานข้อมูล OLTP ที่เก็บข้อมูลการขายในแต่ละวันนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้นทุกขณะ ส่งผลให้เกิด ปัญหาต่อการประมวลผลเพื่อการวิเคราะห์ จึงได้ทำการ นำข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP มาเข้ากระบวนการ ETL จนได้โครงสร้างรูปดาว (Star schema) สำหรับฐานข้อมูล OLAP ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลลงในคลังข้อมูล จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากคลังข้อมูลผ่านระบบ ธุรกิจอัจฉริยะ (Business intelligence: BI) ซึ่งทำให้ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งในด้านยอดขายหนังสือ ตามหมวดหมู่ ยอดขายหนังสือตามชื่อผู้แต่ง และการ เปรียบเทียบยอดขายหนังสือในแต่ละปี ซึ่งในแต่ละ รายงานนั้นสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองให้ยืดหยุ่น ได้ตามขอบเขตที่ต้องการ ต่อมาในงานวิจัยของ Kryeziu และคณะ (2019) ได้ทำการออกแบบและ พัฒนากลังข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัท KEDS ที่เป็นผู้ให้บริการด้านพลังงาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อบริณาการระบบการรายงานที่มีอยู่ให้ดีขึ้น เร็วขึ้น โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP จาก ด้านต่างๆ ของบริษัทจำนวน 7 ฐานข้อมูล มาผ่าน กระบวนการ ETL จนได้เป็นโครงสร้างเดียวแบบ รูปดาว เมื่อหลังจากทำการถ่ายโอนข้อมูลไปยัง

คลังข้อมูลแล้วจึงทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ความเร็วในการออกรายงานระหว่างฐานข้อมูล OLTP และ คลังข้อมูล พบว่ารายงานข้อมูลที่เรียกดูจากคลังข้อมูล มีประสิทธิภาพที่ดีกว่ารายงานที่เรียกดูจากฐานข้อมูล OLTP ในทุกรายงานที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่ง แสดงให้เห็นว่าคลังข้อมูลมีประสิทธิภาพในการค้นหา ข้อมูลที่ดีกว่าฐานข้อมูล OLTP ในด้านของความเร็วใน การประมวลผลเพื่อค้นหาข้อมูลนั่นเอง และยังมี การนำเทคโนโลยีคลังข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการขายสำหรับธุรกิจโทรคมนาคมอีกด้วย อย่าง ในงานวิจัยของ Vincentdo และคณะ (2019) ได้ทำการสร้างคลังข้อมูลสำหรับเครดิตเต็มเงินโทรศัพท์ มือถือออนไลน์ ซึ่งเป็นธุรกิจ e-commerce หนึ่งใน ของ บริษัท XYZ ซึ่งทำการเก็บข้อมูลการเติมเงินโทรศัพท์ มือถือออนไลน์ไว้ที่ฐานข้อมูล OLTP แต่ยังคงขาดการนำ ข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อ การตัดสินใจหรือกำหนดทิศทางของธุรกิจ ทางทีม วิจัยของ Vito Vincentdo จึงทำการวิเคราะห์และ ออกแบบโครงสร้างรูปดาว (Star schema) สำหรับ ฐานข้อมูล OLAP จากนำชุดข้อมูลที่ทำการคัดเลือก แล้วมาผ่านกระบวนการ ETL จนได้เป็นคลังข้อมูล จากการทำการรายงานข้อมูลผ่านระบบ BI จนสามารถ วิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ ได้ เช่น รายงานยอดขาย ของผลิตภัณฑ์ รายงานการขายเครดิตโทรศัพท์มือถือ ที่ประกอบไปด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ขายดีที่สุด รายชื่อ ลูกค้าที่ใช้บริการเป็นประจำ รายงานยอดขายรายเดือน และยอดขายรวมของเครดิตโทรศัพท์มือถือ ช่วยให้ ทีมธุรกิจของบริษัทสามารถกำหนดกลยุทธ์ในการ ดำเนินธุรกิจเพื่อสร้างรายได้ที่ดีขึ้นต่อไป

นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Wang และคณะ (2020) ได้นำเทคโนโลยีคลังข้อมูลมาใช้งานกับข้อมูล ของระบบจัดการโครงการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชื่อว่า Data Warehouse of Science and Technology Projects (STPDW) ซึ่งมีแหล่ง ข้อมูลมากจากระบบ NSTIS และ ISIS ในประเทศจีน อีกทั้งระบบ PIMS และ RDM ที่มีการพัฒนาจาก

ประเทศอินเดีย แล้วนำมาผ่านกระบวนการ ETL ซึ่งแต่ละระบบดำเนินการอยู่ภายใต้ขั้นตอนการพิจารณาโครงการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (การสมัคร การพิจารณา การแก้ไขโครงการ และการตอบรับ) โดยระบบแบ่งกระบวนการเป็น 5 ชั้น คือ ชั้นต้นทาง ชั้นการแปลงข้อมูล ชั้นการตรวจสอบและทำความสะอาดข้อมูล ชั้นจัดเก็บข้อมูล และชั้นการให้บริการข้อมูล เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลลงใน STPDW แล้ว จึงได้พัฒนาระบบต้นแบบซึ่งนำเสนอข้อมูลภาพรวมของโครงการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในประเทศจีน โดยจำแนกมุมมองออกเป็นรายงานโครงการจำแนกตามสถานะ รายงานสถานะโครงการจำแนกตามสาขา และรายงานสถานะโครงการจำแนกตามเขตมณฑลในประเทศจีนนั่นเอง ซึ่งเป้าหมายสำคัญของงานวิจัยนี้คือการสกัดเอาสารสนเทศที่ซ่อนอยู่ในคลังข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ นั้นเอง อีกทั้งในงานวิจัยของ Ramadhani และคณะ (2021) ได้ทำการพัฒนาคลังข้อมูลที่ใช้แหล่งข้อมูลจาก Superstore Europe แล้วนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน Business Intelligence Dashboard โดยใช้วิธีการ Kimball Lifecycle (Kimball และคณะ, 2008) ซึ่งในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการขายและการส่งมอบสินค้าโดยใช้ Django Framework, Python และ PostgreSQL เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ประกอบไปด้วยแผนภูมิแสดงประสิทธิภาพการขายในแผนกขายและการกระจายสินค้าในแผนกโลจิสติกส์นั่นเอง อีกทั้งยังมีการนำคลังข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความนิยมของผู้ชมรายการโทรทัศน์ อย่างเช่นในงานวิจัยของ Bhatnagar และคณะ (2021) ได้พัฒนาคลังข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลความนิยมในการรับชมการแข่งขันรถ Formula One โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจัดอันดับความนิยมในการรับชมการแข่งขันรถ Formula One ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดภาระการค้นหาข้อมูลการแข่งขันจากหลายแหล่งข้อมูล และมีเป้าหมาย

หลักคือการช่วยเผยแพร่การแข่งขันให้มากขึ้น โดยนำผลการรายงานที่ได้ไปทำการกำหนดเป้าหมายผู้ชมที่เหมาะสม ซึ่งมีผลมาจากวิกฤติการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 ที่ทำให้ยอดจำนวนผู้เข้าชมลดลงนั่นเอง โดยใช้ Pentaho Server, MySQL workbench เป็นเครื่องมือในการพัฒนาคลังข้อมูลซึ่งนอกจากงานวิจัยในด้านของการพัฒนาคลังข้อมูลแล้ว ยังมีงานวิจัยในด้านของการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของคลังข้อมูลอีกเช่นกัน อย่างในงานวิจัยของ Gupta และคณะ (2021) ได้นำเสนอเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพความเร็วให้กับสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล ได้แก่ 1) การกรอง และประมวลผลข้อมูลในระดับต้นทางของคลังข้อมูล 2) การใช้เทคนิค Slowly Changing Dimension (SCD) 3) การออกแบบกระบวนการทำงานของคลังข้อมูลโดยมีพื้นฐานมาจาก Data Mart 4) การรักษาความสมบูรณ์ถูกต้องของข้อมูลโดยใช้ Hash Algorithm แบบ Message Digest (MD5) 5) การแบ่งพื้นที่เก็บข้อมูลและการทำดัชนีแบบตารางในคลังข้อมูล 6) การใช้ ELT และ ETL ร่วมกัน คือกระบวนการ ETLT 7) การนำ 6 เทคนิคข้างต้นมาใช้งานแบบผสมผสานกัน 8) การทำความสะอาดข้อมูลในอดีตโดยยึดตามช่วงเวลาและกลไกทางธุรกิจ 9) การจำกัดปริมาณข้อมูลที่ทำให้การดึงเข้าสู่คลังข้อมูลโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสมกับเงื่อนไขในการใช้งานข้อมูล และ 10) การปรับปรุง OLAP Server และการประมวลผลแบบ Grid หลังการติดตั้งคลังข้อมูล ซึ่งเทคนิคเหล่านี้ จะช่วยให้การประมวลผลสำหรับการเข้าถึงข้อมูลในคลังข้อมูลนั้นมีประสิทธิภาพเร็วขึ้น และอีกวิธีหนึ่งในงานวิจัยของ Hassan และคณะ (2022) ซึ่งนำเสนอวิธีการสืบค้นข้อมูลในคลังข้อมูลจากหน่วยความจำแคช (Cache) เพื่อเพิ่มความเร็วในการสืบค้นข้อมูลโดยใช้หลักการ Least Frequently Used (LFU) คือการเลือกล้างอัลกอริธึมที่ใช้งานบ่อยที่น้อยที่สุด, Least Recently Used (LRU) คือการเลือกล้างอัลกอริธึมที่ใช้งานน้อยที่สุด และการล้างอัลกอริธึม



ภาพประกอบ 2 ระบบผังงานกระบวนการในการเตรียมแหล่งข้อมูล พื้นที่พักข้อมูล และคลังข้อมูล

มีเนื้อที่น้อยที่สุด (SIZE) ออกจากหน่วยความจำแคชก่อนตามลำดับ ซึ่งเป็นกลไกที่นำไปสู่การใช้งานหน่วยความจำแคชอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยเติมเต็มช่องว่างด้านประสิทธิภาพขนาดใหญ่ระหว่างคลังข้อมูลกับเงื่อนไขการใช้งานทางธุรกิจได้ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของแต่ละหลักการทั้ง LFU, LRU และ SIZE นั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของข้อมูลและเครื่องแม่ข่ายของฐานข้อมูล OLAP เป็นปัจจัยสำคัญ

จากการค้นคว้างานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของการศึกษาและพัฒนาคลังข้อมูลคือการนำข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูลมาผ่านกระบวนการ ETL แล้วมาทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร หรือผู้เกี่ยวข้องกับงานด้านนั้นๆ และเป็นไปเพื่อการกำหนดทิศทาง หรือกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจหรือดำเนินงานขององค์กร

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

จากวิธีการพัฒนาคลังข้อมูลของ Kimball และคณะ (2008) ผู้วิจัยนำเสนอกระบวนการทำงานเพื่อให้ได้มาซึ่งคลังข้อมูลสรุปงบประมาณภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ โดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกรายงานสรุปงบประมาณมาเข้าสู่กระบวนการ ETL จากนั้นทำการถ่ายโอนข้อมูลประมวลผลแล้วเข้าสู่คลังข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบไว้ในรูปแบบ Star schema

โดยแบ่งระบบงานดังกล่าวออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ การจัดเตรียมแหล่งข้อมูล (Data Sources), พื้นที่พักข้อมูล (Data Staging Area) และคลังข้อมูล (Data Warehouse) ดังที่แสดงในภาพประกอบ 2

จากระบบผังงานกระบวนการในการเตรียมแหล่งข้อมูล พื้นที่พักข้อมูล และคลังข้อมูลในภาพประกอบ 2 สามารถอธิบายวิธีการแต่ละขั้นตอนดังนี้ 1) Data sources เป็นการเลือกแหล่งข้อมูล จากการศึกษารายละเอียด ความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างฐานข้อมูล OLTP ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้งานการออกรายงานสรุปงบประมาณ ในระบบสารสนเทศการเบิกจ่ายงานการเงินและพัสดุ โดยแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการออกรายงานสรุปงบประมาณนั้นมาจากฐานข้อมูลการเงิน (Financial DB), ฐานข้อมูลโครงการ (Project DB) และฐานข้อมูลบุคคล (Personal DB) ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมตามที่ออกรายงานสรุปงบประมาณ ในระบบสารสนเทศเบิกจ่ายงานการเงินและพัสดุ 2) Data Staging Area (DSA) ในกระบวนการนี้จะพื้นที่สำหรับพักข้อมูลเพื่อทำกระบวนการ ETL ก่อนนำข้อมูลที่ได้ถ่ายโอนสู่คลังข้อมูลต่อไป โดยหลังจากสกัดข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาถ่ายโอนสู่ฐานข้อมูล OLAP แล้ว ระบบจะทำการแปลงข้อมูลโดยเริ่มจากทำความสะอาดข้อมูลโดยกำจัดข้อมูลสถานะการเบิกจ่ายที่ซ้ำของรายการเบิกออก ทำการคำนวณผลสรุปงบประมาณตามรายละเอียดของรายงานสรุปงบประมาณตามแต่ละ

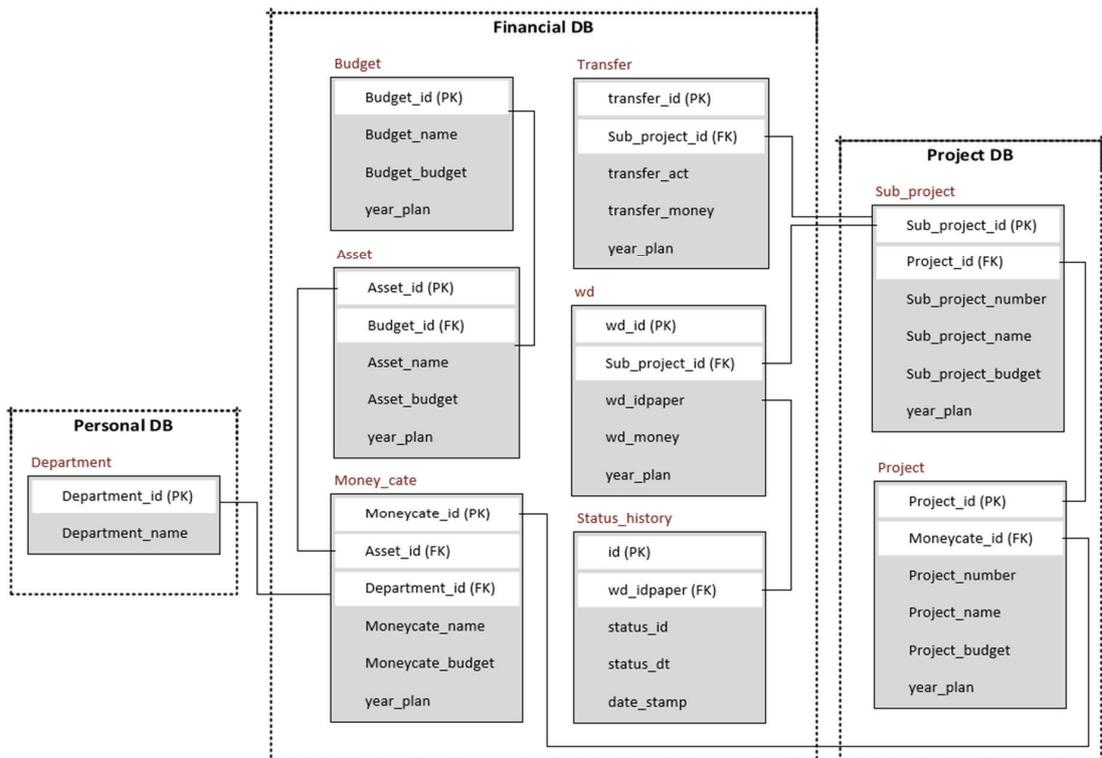
เดือนที่มีการบันทึกข้อมูลการเบิกจ่ายการเงินของบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จากนั้นทำการถ่ายโอนข้อมูลที่ได้จากการแปลงค่าเข้าสู่ฐานข้อมูล OLAP โดยการทำงานของกระบวนการ ETL จะทำงานเป็นรายเดือน 3) Data Warehouse เมื่อทำการถ่ายโอนข้อมูลลงสู่ OLAP แล้ว จะได้คลังข้อมูลสรุปงบประมาณการเงิน โดยชุดข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลสรุปงบประมาณในทุกๆ เดือนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งสามารถนำชุดข้อมูลนี้ไปจัดเตรียมเป็น Data Mart เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 แหล่งข้อมูล (Data Sources)

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาค้างข้อมูลสรุปงบประมาณนั้น ประกอบไปด้วยฐานข้อมูล OLTP จำนวน 3 ฐานข้อมูลได้แก่ฐานข้อมูลการเงิน

(Financial DB), ฐานข้อมูลโครงการ (Project DB) และฐานข้อมูลบุคคล (Personal DB) ซึ่งประกอบไปด้วยตาราง และฟิลด์ที่เกี่ยวข้องดังที่แสดงในภาพประกอบ 3

จากแผนผัง ER-Diagram ในภาพประกอบ 3 มีการใช้งานข้อมูลจากตารางต่างๆ ในฐานข้อมูล OLTP ดังนี้ ฐานข้อมูลบุคคล (Personal DB) ที่มีการใช้งานข้อมูลจากตาราง Department ซึ่งเก็บข้อมูลหน่วยงานภายในคณะวิทยาศาสตร์ กับฐานข้อมูลโครงการ (Project DB) ที่เป็นฐานข้อมูลการขออนุมัติจัดโครงการภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้งานตาราง Project เก็บข้อมูลโครงการหลัก และตาราง Sub\_project เก็บข้อมูลโครงการย่อยภายใต้โครงการหลักแต่ละโครงการ จากนั้นเชื่อมความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลทั้งสองเข้ากับฐานข้อมูลการเงิน (Financial DB) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ตาราง Budget ที่เก็บข้อมูลประเภทงบประมาณ 2) ตาราง Asset ที่เก็บ



ภาพประกอบ 3 ER-Diagram ของฐานข้อมูล OLTP

**ตาราง 1** แสดงลำดับและรายละเอียดตารางแหล่งข้อมูลไปยังตารางของฐานข้อมูล OLAP

No.	Table / Data Sources	Process	Destination Table
1	Server Date	Create, Load	dateDim
2	Budget	Update, Load	budgetDim
3	Asset	Update, Load	assetDim
4	Department	Update, Load	departmentDim
5	Money_cate	Update, Load	categoriesDim
6	Project	Update, Load	projectDim
7	Sub_project	Update, Load	subProjectDim
8	Sub_project, Transfer, wd, Status_history	Cleansing, Aggegrate, Create, Load	financeFact

ข้อมูลกองทุนซึ่งจำแนกตามประเภทงบประมาณ 3) ตาราง Money\_cate เก็บข้อมูลหมวดเงิน โดยจำแนกตามกองทุน และจำแนกตามข้อมูลหน่วยงาน (ตาราง Department) ที่เป็นผู้ใช้กองทุน 4) ตาราง Transfer เก็บข้อมูลประวัติการโอนย้ายประมาณระหว่างโครงการย่อย 5) ตาราง wd เก็บข้อมูลการเบิกจ่ายตามรหัสเอกสารซึ่งอยู่ภายใต้โครงการย่อย และ 6) ตาราง Status\_history เก็บข้อมูลสถานะของการวางฎีกาของรายการเบิกจ่ายของแต่ละรหัสเอกสาร โดยในทุกครั้งที่มีการบันทึกสถานะการวางฎีกา ระบบจะบันทึกวันเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเ็นตารางนี้เช่นกัน

### 3.2 พื้นที่พักข้อมูล (Data Staging Area: DSA)

พื้นที่พักข้อมูลเป็นส่วนของการที่นำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลมาผ่านกระบวนการ ETL โดยจะทำการคัดเลือกฟิลด์ของตารางจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำความสะอาดข้อมูล เช่น รายการเบิกจ่ายที่กรอกซ้ำ ต่อมาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงของข้อมูลในตาราง Dimension ให้เป็นปัจจุบันตามลำดับความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูล OLTP จากนั้นจึงทำการนำข้อมูลในตารางที่เป็นตัวเลข

สำหรับออกรายงานมาทำการคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน แล้วจึงทำการถ่ายโอนข้อมูลผลลัพธ์ลงในตาราง Fact ซึ่งลำดับและรายการข้อมูลที่เป็นแหล่งข้อมูล (OLTP) กระบวนการที่กำกับข้อมูล และตารางปลายทางของฐานข้อมูล OLAP ที่เก็บข้อมูลจะแสดงอยู่ในตาราง 1

จากตาราง 1 กระบวนการที่กระทำใน DSA นั้นเริ่มจากขั้นตอนที่ 1) การรับข้อมูลเวลาจากตั้งในเครื่องแม่ข่ายให้ประมวลผลถ่ายโอนข้อมูลทุกๆ วันที่ 5 ของเดือนซึ่งมีความหมายถึงการเรียกดูข้อมูลของเดือนก่อนหน้า จากนั้นทำการเพิ่มข้อมูลของเดือนที่ทำการเก็บข้อมูลรายงานลงในตาราง dateDim 2) รับข้อมูลจากตาราง Bidget มาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูล แล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง budgetDim 3) รับข้อมูลจากตาราง Asset มาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูลแล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง assetDim 4) รับข้อมูลจากตาราง Department มาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูลแล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง departmentDim 5) รับข้อมูลจากตาราง Money\_cate มาทำการตรวจสอบการ

เปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูล แล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง categoriesDim 6) รับข้อมูลจากตาราง Project มาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูล แล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง projectDim 7) รับข้อมูลจากตาราง Sub\_project มาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนในแต่ละรายการ จากนั้นทำการปรับปรุงข้อมูล แล้วถ่ายโอนเข้าสู่ตาราง subProjectDim แล้วจึงดำเนินการถ่ายโอนข้อมูลลงสู่ตาราง financeFact ในขั้นตอนที่ 8 เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งในขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูลของตาราง financeFact นั้นเป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการซับซ้อนที่สุดในการดำเนินการวิจัยนี้

สำหรับการดำเนินการถ่ายโอนข้อมูลลงสู่ตาราง financeFact นั้นจะทำการรับข้อมูลจากตาราง Sub\_project, ตาราง Transfer, ตาราง wd และตาราง Status\_history ไปคำนวณหาผลรวมตามที่แสดงในรายงานสรุปงบประมาณแล้วถ่ายโอนลงในฟิลด์ของตาราง financeFact ตามลำดับดังนี้

- 1) รับข้อมูลจำนวนงบประมาณประจำโครงการย่อยจากตาราง Sub\_project ไปยังฟิลด์ amount และ cost
- 2) รับข้อมูลการตัดโอนงบประมาณจากตาราง Transfer ไปยังฟิลด์ transferrIn, transferOut และ transferAmount
- 3) คำนวณงบประมาณคงเหลือจากผลต่างของฟิลด์ tranferAmount และ cost แล้วถ่ายโอนลงสู่ฟิลด์ totalAmount
- 4) รับข้อมูลสถานะการวางฎีกา ณ ช่วงเดือนที่เรียกดูรายงานจากตาราง Status\_history นำมาประมวลผลจน

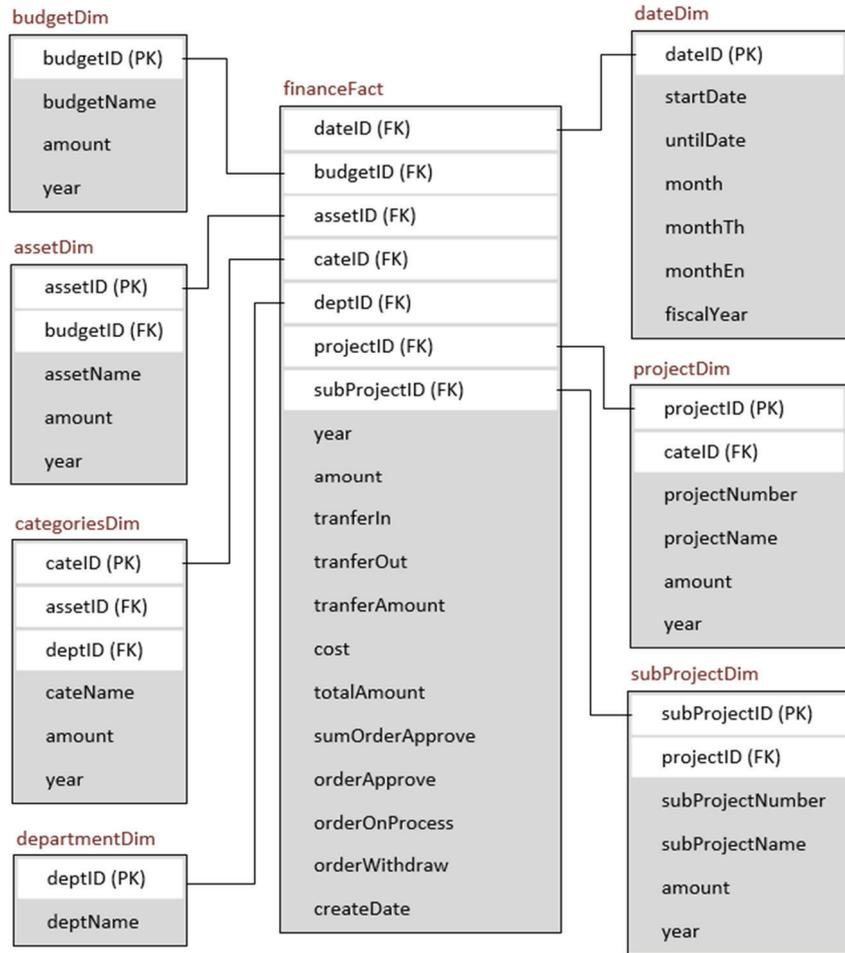
ได้จำนวนงบประมาณในแต่ละสถานะการวางฎีกาลงในฟิลด์ sumOrderApprove, orderApprove, onderOnProcess และ orderWithdraw ทั้งนี้ในตาราง financeFact จะรับเอา Primary key จากตาราง Dimension ทั้งหมดมาบันทึกลงในแต่ละรายการเช่นกัน

จากรายละเอียดในกระบวนการ DSA จะเห็นได้ว่าเป็นส่วนที่มีการประมวลผลมากที่สุด ซึ่งส่วนนี้เป็นหัวใจหลักในกระบวนการพัฒนาคลังข้อมูล เนื่องจากผู้วิจัยต้องทำการศึกษาความหมายข้อมูล, ประเภทข้อมูล (Data type), ขนาดความกว้าง (Length) ของข้อมูลต้นทางคือ OLTP เพื่อนำมาพัฒนาโครงสร้างข้อมูล OLAP แล้วจึงนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการ ETL ทั้งนี้เพื่อให้ได้คลังข้อมูลที่มีความถูกต้องและมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการออกรายงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.3 คลังข้อมูล (Data Warehouse)

คลังข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูล OLAP ที่ถูกออกแบบขึ้นมานั้นใช้โครงสร้างรูปแบบดาว (Star schema) ซึ่งประกอบไปด้วยตาราง Dimension 7 ตาราง และตาราง Fact 1 ตาราง ซึ่งโครงสร้างของคลังข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้งานเป็น Data mart เพื่อออกรายงานสรุปงบประมาณตามที่ได้ศึกษารายละเอียดและเก็บข้อมูลความต้องการจากบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ดังภาพประกอบ 4

จากโครงสร้าง Star schema ในภาพ



ภาพประกอบ 4 Star schema ของฐานข้อมูล OLAP

ประกอบ 4 มีรายละเอียดของโครงสร้างของฐานข้อมูล OLAP ที่ประกอบไปด้วย 1) budgetDim เก็บข้อมูลประเภทงบประมาณ 2) assetDim เก็บข้อมูลกองทุนจำแนกตามประเภทงบประมาณ 3) categoriesDim เก็บข้อมูลหมวดเงินจำแนกตามกองทุน และหน่วยงาน 4) departmentDim เก็บข้อมูลหน่วยงาน 5) projectDim เก็บข้อมูลโครงการหลักจำแนกตามหมวดเงิน และหน่วยงาน 6) subProjectDim เก็บข้อมูลโครงการย่อยภายใต้แต่ละโครงการหลัก 7) dateDim เก็บข้อมูลเดือนที่ทำการประมวลผลออกรายงานสรุปงบประมาณ โดยจะจำแนกตามปีงบประมาณ และ 8) financeFact เป็นตารางที่

เก็บข้อมูลสรุปผลของงบประมาณประจำเดือนในด้านต่างๆ ลงในแต่ละปีงวด ทั้งงบประมาณที่รับ (amount) งบประมาณที่ได้รับโอน (transferIn) งบประมาณที่ถูกโอนออก (transferOut) งบประมาณหลังจากตัดโอน (transferAmount) รายจ่ายของงบประมาณที่ได้รับ (cost) งบประมาณคงเหลือ (totalAmount) งบประมาณที่วางฎีกาแล้ว งบประมาณที่กำลังเดินการออกฎีกา และงบประมาณที่ฎีกาอนุมัติแล้ว ซึ่งข้อมูลจากตาราง Fact เหล่านี้คือข้อมูลที่ฝ่ายบริหารใช้ในการติดตามผลการดำเนินงานของแต่ละโครงการในด้านของการบริหารจัดการงบประมาณ

#### 4. ผลการดำเนินการวิจัย

จากการทำงานทั้ง 3 ขั้นตอน (Data Sources, Data Staging Area และ Data Warehouse) ในวิธีดำเนินการวิจัย ทำให้ได้คลังข้อมูลสรุปงบประมาณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการประมวลผลเพื่อออก

รายงานระหว่างฐานข้อมูลจากระบบเบิกจ่ายงานการเงิน (OLTP) และคลังข้อมูลสรุปงบประมาณ (OLAP) ผ่านทางหน้าต่าง Web browser โดยทำการทดสอบจากรายงานที่จำแนกตามประเภทกองทุนจำนวน 3 กองทุนได้แก่ กองทุนเพื่อการศึกษา กองทุนสินทรัพย์ถาวร และกองทุนวิจัย ได้ผลการเปรียบเทียบดังภาพประกอบ 5-7

**OLTP Database**

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
reportforacc.php	200	docu...	Other	69.6 kB	25.7 min	

**OLAP Database**

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
index.php?page=project	200	docu...	Other	8.1 kB	26 ms	

ภาพประกอบ 5 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาในการประมวลระหว่าง OLTP และ OLAP (รายงานจำแนกตามกองทุนเพื่อการศึกษา)

**OLTP Database**

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
reportforacc.php	200	docu...	Other	69.7 kB	15.3 min	

**OLAP Database**

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
index.php?page=project	200	docu...	Other	8.1 kB	24 ms	

ภาพประกอบ 6 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาในการประมวลระหว่าง OLTP และ OLAP (รายงานจำแนกตามกองทุนสินทรัพย์ถาวร)

**OLTP Database**

Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
reportforacc.php	200	docu...	Other	38.0 kB	6.0 min	

**OLAP Database**

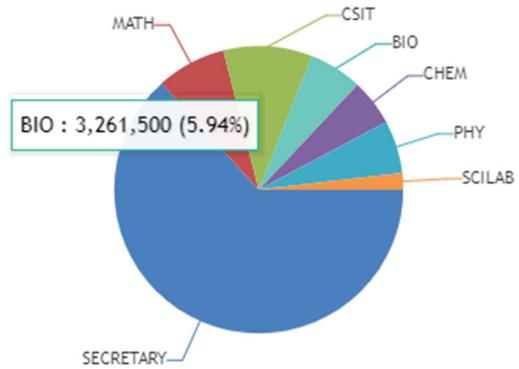
Name	Status	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
index.php?page=project	200	docu...	Other	5.8 kB	21 ms	

ภาพประกอบ 7 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาในการประมวลระหว่าง OLTP และ OLAP (รายงานจำแนกตามกองทุนวิจัย)

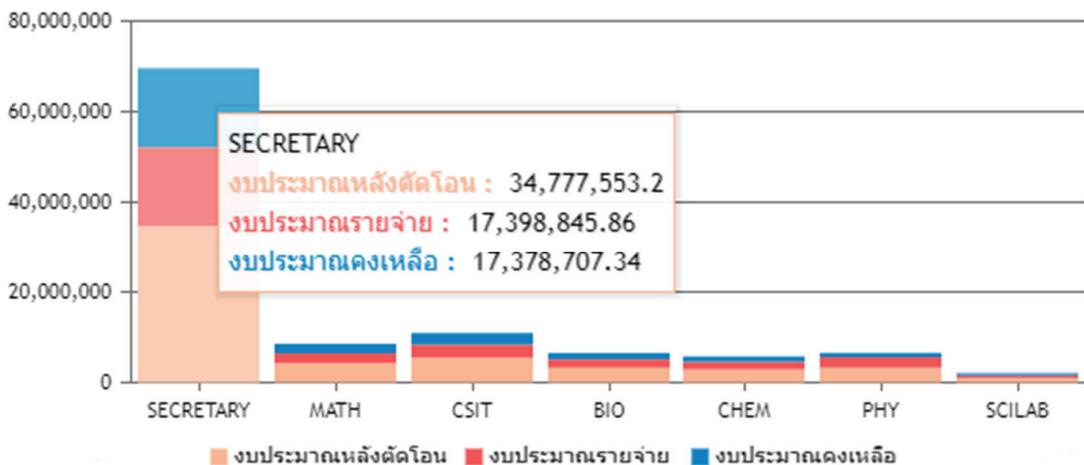
จากข้อมูลเปรียบเทียบในภาพประกอบ 5-7 จะเห็นว่าที่คอลัมน์ Time ของรายงานที่แสดงผลจากคลังข้อมูล (OLAP) นั้นใช้เวลาในการประมวลผลเร็วกว่ารายงานที่แสดงผลจากฐานข้อมูลจากระบบเบิกจ่ายงานการเงิน (OLTP) อยู่เป็นจำนวนมาก โดยผลการเปรียบเทียบเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 รายงานที่จำแนกตามประเภทกองทุน (รายงานกองทุนเพื่อการศึกษา 25.7 minute: 26 millisecond, รายงานกองทุนกองทุนสินทรัพย์ถาวร 15.3 minute: 24 millisecond และรายงานกองทุนวิจัย 6.0 minute: 21 millisecond) ทำให้บุคลากรผู้เกี่ยวข้องสามารถเรียกดูรายงานสรุปงบประมาณผ่านหน้าต่างระบบสารสนเทศเบิกจ่ายงานการเงินได้อย่างรวดเร็ว และไม่เกิดผลกระทบต่อการทำงานของระบบสารสนเทศอื่นๆ บนเครื่องแม่ข่ายเดียวกัน ซึ่งพิสูจน์ได้ว่าคลังข้อมูลซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ OLAP เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประมวลผลข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์หรือข้อมูลที่เป็นรายงานสรุปมากกว่าฐานข้อมูลแบบ OLTP

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูลไปสู่คลังข้อมูล และขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของคลังข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อออกรายงานสรุปงบประมาณของแต่ละ

หน่วยงานหลักภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรในด้านต่างๆ โดยจำแนกตามประเภทงบประมาณ กองทุน หมวดเงิน โครงการ และโครงการย่อย ซึ่งข้อมูลงบประมาณที่นำไปใช้ในการติดตามหรือวิเคราะห์ในเบื้องต้นนั้นได้แก่ งบประมาณหลังการตัดโอน งบประมาณรายจ่าย และงบประมาณคงเหลือ นอกจากนี้ในการเรียกดูรายงานในแต่ละด้านนั้นยังสามารถเรียกดูรายงานสรุปงบประมาณย้อนหลังของแต่ละรอบเดือนตามปีงบประมาณที่กำหนดดังแสดงในภาพประกอบ 8 และ 9



ภาพประกอบ 8 รายงานภาพรวมงบประมาณหลังการตัดโอน



ภาพประกอบ 9 รายงานภาพรวมงบประมาณ

จากภาพประกอบ 8 เป็นส่วนของรายงาน ภาพรวมงบประมาณของแต่ละโครงการย่อยซึ่งได้รับหลังจากทำการตัดโอนงบประมาณระหว่างรอบเดือนที่แสดงรายงาน โดยจำแนกตามหน่วยงานหลักภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และจำแนกตามประเภทงบประมาณต่างๆ ซึ่งในแต่ละส่วนของแผนภูมิจะแสดงยอดเงิน และสัดส่วนจากยอดเงินทั้งหมดของทุกหน่วยงานหลักภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากภาพประกอบ 9 เป็นส่วนของรายงาน ภาพรวมงบประมาณของแต่ละโครงการย่อยซึ่งเป็นงบประมาณที่ได้รับหลังจากทำการตัดโอน งบประมาณรายจ่าย และงบประมาณคงเหลือระหว่างรอบเดือนที่แสดงรายงาน โดยจำแนกตามหน่วยงานหลักภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และจำแนกตามประเภทงบประมาณต่างๆ ซึ่งในรายงานภาพรวมนี้ใช้ในการติดตามงบประมาณคงเหลือของแต่ละหน่วยงาน โดยจะนำไปประกอบการวางแผนการใช้จ่ายงบประมาณของแต่ละโครงการย่อยภายใต้แต่ละหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต่อไป

## 5. อภิปรายผลการดำเนินการวิจัย

จากผลการดำเนินการวิจัยที่ได้ผู้วิจัยได้นำเสนอระบบต้นแบบให้กับผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องได้ทดลองใช้งาน พบว่าสามารถเรียกดูรายงานสรุปงบประมาณได้ผ่านหน้าต่างระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น และสามารถเรียกดูรายงานย้อนหลังในแต่ละเดือนได้ในขณะที่กำลังทำการประชุมอยู่ โดยเมื่อตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลกับรายงานรูปแบบเดิม (Spread sheet) พบว่าข้อมูลถูกต้อง ฉะนั้นจึงพิสูจน์ได้ว่ากระบวนการ Transform ข้อมูลหรือการคำนวณผลรวมของรายงานทำงานได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างที่ทำการถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูล OLTP ไปสู่ฐานข้อมูล OLAP นั้นไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบสารสนเทศอื่นๆ ที่ทำงานภายใต้เครื่องแม่ข่าย

เดียวกัน เนื่องจากการถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลนั้นสามารถกระทำล่วงหน้าได้ก่อนที่จะทำการประชุม จึงสามารถสั่งการประมวลให้กระทำในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานระบบสารสนเทศอื่นอยู่ กล่าวคือทำการกำหนดเวลาสั่งการให้ชุดคำสั่งทำงานในเวลากลางดึก (24.00 น. เป็นต้นไป) นั้นเอง

แม้ว่าการพัฒนาคลังข้อมูลที่ได้จะช่วยแก้ปัญหาในการนำข้อมูลรายงานออกมาวิเคราะห์ที่ได้สะดวกและมีมิติมากยิ่งขึ้น แต่ในปัจจุบันนั้นเทคโนโลยีและเครื่องมือในการพัฒนาคลังข้อมูลมีความรวดเร็วไปมากทั้งเครื่องมือที่เป็นแบบ Open source เช่น Apache Spark หรือแบบ Commercial เช่น Microsoft SQL Server Analysis Services ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการพัฒนาคลังข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับงานวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาคลังข้อมูลดังกล่าว (Apache Spark หรือ Microsoft SQL Server Analysis Services) และนำมาใช้งานกับการพัฒนาคลังข้อมูลสรุปงบประมาณ และคลังข้อมูลด้านอื่นๆ ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านข้อมูลบุคลากร ข้อมูลงานวิจัย ข้อมูลนิสิต ในอนาคตต่อไป ทั้งนี้จำเป็นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยในด้านต่างๆ ที่จะนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้เครื่องมือดังกล่าว ทั้งเรื่องสภาพแวดล้อมของเครื่องแม่ข่าย งบประมาณ และความต้องการใช้งานของบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นสำคัญ

## 6. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การพัฒนาคลังข้อมูลที่เก็บข้อมูลสรุปงบประมาณประจำเดือนของคณะวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของฐานข้อมูล OLAP เพื่อแก้ไขปัญหาในการเรียกดูรายงานสรุปงบประมาณประจำเดือนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ไม่สามารถประมวลผลเพื่อออกรายงานจากฐานข้อมูล

OLTP ของระบบการเงินได้ เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มีจำนวนมาก จึงทำให้เกิดความขัดข้องของเครื่องแม่ข่ายหากมีการประมวลผลออกรายงานในขณะที่ทำการประชุมอยู่ ฉะนั้นเมื่อมีการนำเทคโนโลยีการบริหารจัดการข้อมูลในรูปแบบคลังข้อมูลเข้ามาใช้งาน แทนการเรียกดูรายงานหรือข้อมูลที่มีจำนวนมากจากฐานข้อมูล OLTP โดยตรง จะช่วยลดปัญหาได้อย่างมาก อีกทั้งยังให้ประโยชน์ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลในหลากหลายมิติอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อการกำหนดทิศทางในการบริหารจัดการงานด้านการเบิกจ่ายงบประมาณของโครงการภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างสูงสุดต่อไป เพื่อให้สอดคล้องกับกลไกในการบริหารจัดการองค์กรในปัจจุบันที่ใช้ข้อมูลมาขับเคลื่อนองค์กรนั่นเอง

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณธนวัน ม่วงดี และ คุณตระกูลศิลป์ ตั้งรัตนประเสริฐ จากงานนโยบายและแผน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นอย่างสูง ที่ช่วยอนุเคราะห์ข้อมูล

## 8. เอกสารอ้างอิง

งานนโยบายและแผน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2563). *รายงานผลการปฏิบัติงานของคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครบรอบปีที่ 1 วาระที่ 1*. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

AliEl-Sappagh, S.H., Hendawi, A.M.A., & Bastawissy, A.H. (2011). A proposed model for data warehouse ETL processes. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 23(2), 91-104. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2011.05.005>

Bhatnagar, D., & Urolagin, S. (2021). Data warehousing for formula one (racing) popularity rating using Pentaho tools. In *6<sup>th</sup> International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCA)* (pp. 1-7). IEEE.

Gupta, A., Sahayadhas, A., & Gupta, V. (2020). Proposed techniques to design speed efficient data warehouse architecture for fastening knowledge discovery process. In *Third International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE)* (pp. 200-201). IEEE.

Harvy, I., Matitaputty, G. A., Girsang, A. S., Michael, S., & Isa, S. M. (2019). The use of book store GIS data warehouse in implementing the analysis of most book selling. In *7<sup>th</sup> International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965404>

Hassan, C.A.U., Hammad, M., Uddin, M., Iqbal, J., Sahi, J., Hussian, S., & Ullah, S.S. (2022). Optimizing the performance of data warehouse by query cache mechanism. *IEEE Access*, 10, 13472-13480.

Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). *The data warehouse lifecycle toolkit*. (2<sup>nd</sup> Edition). Wiley.

- Kryeziu, N., Ismaili, F., Ajdari, J., Raufi, B., & Zenuni, X. (2019). Energy provider data warehouse design and implementation - Case study. In *International Conference on Information Technologies (InfoTech)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/InfoTech.2019.8860876>.
- Ramadhani, P.P., Hadi, S., & Rosadi, R. (2021). Implementation of data warehouse in making business intelligence dashboard development using PostgreSQL database and Kimball lifecycle method. In *International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics* (pp. 88-92). IEEE.
- Vincentdo, V., Pratama, A.R., Girsang, A.S., Suwandi, R., & Andrian, Y.P. (2019). Reporting and decision support using data warehouse for E-commerce top-up cell-phone credit transaction. In *7th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965349>
- Wang, D., Li, Q., Xu, C., Wang, P., & Wang, Z. (2021). Research of data warehouse for science and technology management system. In *International Conference on Service Science (ICSS)* (pp. 65-69). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSS53362.2021.00018>

## การพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู

### Developing IoT Devices to Catch Mouse

อิสระพงษ์ อินไผ่<sup>1</sup>, กัลยา เย็นใจ<sup>1</sup>, นฤพนธ์ พนาวงศ์<sup>1,\*</sup>

Isarapong Inphai<sup>1</sup>, Kanlaya Yenjai<sup>1</sup>, Naruepon Panawong<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000, Thailand

\* Corresponding Author: Naruepon Panawong, naruepon.p@nsru.ac.th

#### Received:

2 March 2022

#### Revised:

20 March 2022

#### Accepted:

27 April 2022

#### คำสำคัญ:

อุปกรณ์ดักจับหนู, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เซนเซอร์อัลตราโซนิก, เซนเซอร์อินฟราเรด

#### Keywords:

Mousetrap, Internet of Things, Ultrasonic Sensor, IR Sensor

**บทคัดย่อ:** หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ชอบกัดแทะทำลายสิ่งของและเป็นพาหะนำโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อไปยังมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ภายในอุปกรณ์ประยุกต์ใช้เซนเซอร์อยู่ 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด ถ้ามีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ดักจับหนู เซนเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ปิดประตูอุปกรณ์ จากนั้นบอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ จากผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนู พบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.5 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 90.2 และเมื่อการเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองอุปกรณ์ พบว่า อุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

**Abstract:** Mice are mammals that always gnaw and destroy belongings and they can transmit diseases rapidly to humans and pets. This research aims to develop an IOT device to trap a mouse by using applied internet technology of things. There are two types of applied sensors in the device that are Ultrasonic Sensors and IR Sensors. If a mouse is into a mousetrap device, both sensors will send a signal to ESP32 DevKit V1 board to order the Servo Motor to close the device door. The board then sends a notification message to the user's LINE application. The user can also control

an on-off module through the Blynk application. From the results of testing the accuracy of the mousetrap device's operation, it was found that the average accuracy was 95.5%, the users' satisfaction was 90.2%. And the results of comparison of the two devices found that devices using infrared sensors would perform better than devices with ultrasonic sensors.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นจนเรียกได้ว่าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุปกรณ์ราคาไม่แพงและง่ายต่อการพัฒนา เช่น การประยุกต์ในระบบรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน การดูแลสุขภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน การตรวจจับผู้บุกรุก เป็นต้น ซึ่งการทำงานจะถูกประมวลผลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มีความเสถียรสูง ช่วยลดเวลา ลดภาระในการทำงานและอำนวยความสะดวกให้มนุษย์ได้เป็นอย่างดี

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวงจรชีวิตประมาณ 3-4 เดือนมีลำตัวยาวประมาณ 35-45 เซนติเมตร มีฟันแหลมคม 2 คู่ ทั้งบนและล่างที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษและคม มีลักษณะโค้งยื่น เพื่อใช้สำหรับกัดหรือแทะสิ่งต่างๆ ฟันของหนูสามารถเจริญงอกได้ตลอดชีวิต หนูเป็นศัตรูที่สำคัญของมนุษย์นำความเสียหายแก่เศรษฐกิจจำนวนมากในทางตรง คือ การกัดกินพืชผลทางการเกษตร เครื่องอุปโภคและบริโภค และหนูยังเป็นสัตว์พาหะสำคัญที่นำโรคหลายชนิดมาสู่มนุษย์และสัตว์เลี้ยง เช่น โรคฉี่หนู กาฬโรค เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ส่วนในทางอ้อมคือ การกัดแทะตามสิ่งก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน หนูที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะหนูที่อาศัยทำรัง

และหากินอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบๆ บ้าน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ มี 4 ชนิด ได้แก่ หนูนอร์เว หนูท้องขาวบ้าน หนูจิ้งจอกและหนูหริ่งบ้าน (บริษัท พี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด, 2564) โดยทั่วไปมักจะพบหนูจำนวนมากในตลาดที่ขายอาหารสด ยิ่งปล่อยไว้นานวันยิ่งพบเห็นประชากรหนูเพิ่มมากขึ้นในทุกวัน ซึ่งหนูจะกินอาหารและเศษอาหารแล้วทิ้งเชื้อโรคไว้ และเชื้อโรคงกล่าวอาจแพร่เชื้อโรคกระจายไปสู่มนุษย์ได้ นอกจากนี้ หนูยังทำลายทรัพย์สินต่างๆ ภายในตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและทำให้แม่ค้าในตลาดเกิดความเดือดร้อนจากภัยที่เกิดจากหนู สำหรับการดักหนูโดยทั่วไปนั้นจะใช้กาวดักหนู หรือกับดักหนูหรือกรงดักหนู ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถรู้ได้ว่าหนูมาติดกับดักแล้วหรือยัง ผู้ใช้จะต้องคอยวนเวียนมาตรวจกับดักบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและในบางครั้งหนูมาติดกับดักเป็นเวลานานแล้วตายจนส่งกลิ่นเหม็น รวมถึงกับดักหนูโดยทั่วไปนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้หากไม่ระมัดระวัง เช่น ทำให้บาดเจ็บ ทำให้เปราะเปื้อน เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอทีมาสร้างอุปกรณ์ดักจับหนูเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการกำจัดหนูตามบริเวณที่พบเห็นหนูเป็นจำนวนมากและลดการแพร่เชื้อโรคที่เกิดจากหนู โดยเฉพาะในตลาดสดที่มักจะมีหนูอาศัยอยู่จำนวนมาก ซึ่งภายในอุปกรณ์จะใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง 2 รูปแบบ คือ เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟราเรด รวมถึงผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองเซนเซอร์เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับหนู อีกทั้งผู้วิจัยยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ดักจับหนูและ

ดูสถานะของอุปกรณ์ตรวจจับผ่านโทรศัพท์มือถือแบบ  
สมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เมื่อมีหนุมาคิดกับดัก ระบบจะ  
ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้  
เพื่อให้ผู้ใช้นำหนูไปจัดการ

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา  
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปณิสตา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560)  
ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเซนเซอร์  
อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิคในการประยุกต์  
ใช้งาน โดยนำอาร์ดูโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน  
ร่วมกับเซนเซอร์อินฟราเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิคใน  
การสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัล  
และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ด้วยความสะดวก  
และรวดเร็ว วัดค่าได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย  
ผลการศึกษาพบว่าพิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์  
อินฟราเรดอยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร การทำงานของ  
เซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่น  
หรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟราเรด แต่สี  
ของวัตถุและสภาวะแสงรอบมีผลต่อความถูกต้องใน  
การวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิคมีพิสัย  
ในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพ  
ของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนา  
แน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิค แต่ไม่ขึ้น  
กับสีของวัตถุ ในการวัดระยะทางในทางการแพทย์  
สามารถนำเซนเซอร์ทั้งสองมาใช้งานได้ เช่น การวัด  
ความหนาและความสูงของผู้ป่วย โดยเซนเซอร์  
อินฟราเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของ  
ผู้ป่วย และเซนเซอร์อัลตราโซนิคเหมาะที่จะนำไปใช้  
การวัดความสูงของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามในการใช้งาน  
ต้องคำนึงถึงพื้นผิว ชนิดและสีของวัตถุ ตำแหน่งของ  
เซนเซอร์ สภาวะแวดล้อม

วิหวัศ จันทพิทักษ์ (2561) ได้สร้างเครื่องมือ  
ตรวจจับพฤติกรรมสัตว์ทดลองสำหรับใช้กับหนูทดลอง

โดยประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นทำการ  
อ่านและประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ ซึ่งโครงการนี้  
มีการทดลองกับเซนเซอร์อยู่ทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่  
1) เซนเซอร์พาสซีฟอินฟราเรดดีเทกเตอร์ ทำการตรวจจับ  
ความเคลื่อนไหวของหนูทดลอง ซึ่งจะตรวจจับเป็น  
เวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลอง และ  
2) Photodiode จะใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแสง  
และจะใช้ควบคู่กับ NIR LED เพื่อเป็นแหล่งกำเนิด  
แสงให้กับ Photodiode และจะทำการตรวจจับ  
เวลาและทิศทางการเคลื่อนที่ของหนูทดลองเช่นกัน  
ผู้ใช้นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมหนูทดลองได้  
เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการ  
สอนและการวิจัยด้านพฤติกรรมสัตว์ได้

ธีรพงษ์ แจกวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงค์ (2562)  
ได้พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติ  
โดยใช้อินเทอร์เนตของสรรพสิ่ง โดยทำการจำลองเป็น  
โมเดลโรงรถขนาดเล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้บอร์ด ESP8266  
เชื่อมต่อโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว โมดูล RFID  
และเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดโรงรถ เมื่อรถ  
เคลื่อนที่ผ่านจุดรับสัญญาณ RFID และตรวจสอบรหัส  
RFID ตรงกัน บอร์ดจะสั่งเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำการ  
เปิดประตูอย่างอัตโนมัติ จากนั้นประตูก็จะปิดอย่าง  
อัตโนมัติเช่นกัน แต่หากพบการเคลื่อนไหวในขณะที่  
ประตูโรงรถกำลังปิดนั้น ประตูจะหยุดชั่วคราวทั้งนี้  
เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ รวมถึงผู้  
ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานเปิด-ปิดประตูโรงรถ  
ได้เองผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน จากการทดลอง  
พบว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและควบคุมการ  
ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทำงานของ  
ระบบนั้นสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้ตาม  
เป้าหมายที่ตั้งไว้

กาญจนา จันทรประเสริฐ (2563) ได้พัฒนา  
เครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา  
เพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตาที่มีความปลอดภัยในการ  
ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการพัฒนาคือได้เครื่อง  
แจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตาที่ประกอบ

ด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว และส่วนขา อาศัยหลักการทำงานของการทำงานของคลื่น โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก SRF05 และ HC-SR04 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 ที่ทำหน้าที่ตัวประมวลผล โดยการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไร้สายเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน การแสดงสัญญาณเตือนผู้พิการทางสายตาให้รับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางมี 2 ลักษณะ คือ การสั่นของมอเตอร์และเสียง 3 แบบ คือ “โปรดระวังศีรษะคะ”, “โปรดระวังผู้คนพลุกพล่านคะ” และ “โปรดระวังขาคะ” ซึ่งโปรแกรมควบคุมเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตาจะเริ่มเตือนเมื่อสิ่งกีดขวางอยู่ห่างจากผู้พิการทางสายตา 40-60 เซนติเมตร

จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi 4 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว กล้อง Raspberry Pi Camera V2 และลำโพง Buzzer เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เมื่อพบความเคลื่อนไหวระบบส่งเสียงแจ้งเตือนเจ้าของบ้านผ่านลำโพง Buzzer จากนั้นจะถ่ายภาพและส่งข้อความพร้อมรูปภาพแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถส่งข้อความไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้ตรงตามความต้องการ แต่ยังไม่สามารถแยกประเภทได้ว่าเป็นบุคคลภายในบ้านหรือบุคคลภายนอกได้

จากงานวิจัยนี้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟาเรดและอัลตราโซนิกจากงานวิจัยของของปณัสดา อวิคุณประเสริฐ และคณะ (2560) โดยศึกษาวงจรชีวิต วิเคราะห์การเคลื่อนที่และพฤติกรรมของหนูเมื่อติดกับดักจากงานวิจัยของ วิทวัส จันทพิทักษ์ (2561) รวมถึงนำแนวคิดการใช้เซอร์โวมอเตอร์จาก

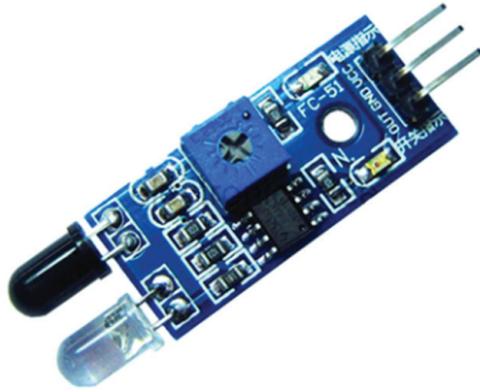
งานวิจัยของธีรพงษ์ แจ็กวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) มาประยุกต์ใช้กับการเปิด-ปิดประตูของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู อีกทั้งนำแนวคิดจากงานวิจัยของกาญจนา จันทรประเสริฐ (2563) ในการประยุกต์ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด รวมถึงการเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ดักจับหนูที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกและเซนเซอร์อินฟาเรด และนำแนวคิดจากงานวิจัยของจิราภรณ์ วาสนาเชิดชู และคณะ (2564) มาประยุกต์ใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

### 3. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอที

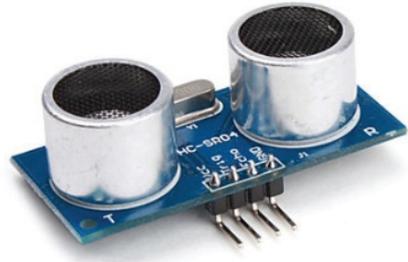
3.1 ESP32 DevKit V1 Development Board พัฒนาโดยบริษัท DOIT มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 30 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32 DevKit V1 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + Bluetooth 4.2+ Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160 MHz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัปโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30 ขาคงความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit (โรบอทสยาม, 2563) สามารถเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงบอร์ด ESP32 DevKit V1  
ที่มา: <https://grobotronics.com/images/detailed/119/hs0204.jpg>



ภาพประกอบ 2 แสดงเซนเซอร์แสง  
ที่มา: [https://oa1web.net/wp-content/  
uploads.jpg](https://oa1web.net/wp-content/uploads.jpg)



ภาพประกอบ 3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ  
ประเภท Ultrasonic  
ที่มา: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/  
images?q.jpg](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q.jpg)

3.2 เซนเซอร์แสง โมดูลเซนเซอร์แสงใช้สำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง (IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module) โดยโมดูลนี้ จะมีตัวรับและตัวส่งอินฟราเรดในตัว ตัวสัญญาณ (สีขาว) อินฟราเรดจะส่งสัญญาณออกมา และเมื่อมีวัตถุมาบัง คลื่นสัญญาณ อินฟราเรดที่ถูกส่งออกมาจะสะท้อนกลับไปที่ตัวรับสัญญาณ (สีดำ) สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ และสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับ โกล์หรือไกลได้ ภายตัวเซนเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่งเรียกว่า Emitter และตัวรับเรียกว่า Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซนเซอร์เอง โดยโพโต้เซนเซอร์แบบนี้ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซนเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และทำให้ทำงานผิดพลาดได้ (ไซเบอร์ไทป์, 2563) ดังภาพประกอบ 2

3.3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ประเภท Ultrasonic หรือ เซนเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซนเซอร์ที่ต้องอาศัยหลักการของการสะท้อนคลื่นความถี่ ใช้ในการตรวจจับวัตถุต่างๆ เซนเซอร์อัลตราโซนิกนั้นจำเป็น

ต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เช่น อากาศ แก๊ส หรือของเหลว จึงทำให้เซนเซอร์อัลตราโซนิกสามารถใช้งานตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด ซึ่งวัตถุที่มีสถานะของเหลวโดยที่เป็นสารเคมีหรือมีความหนืดก็สามารถใช้ เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับได้ และ เซนเซอร์อัลตราโซนิกมีความถี่ไปตั้งแต่ 20000Hz ขึ้นไปซึ่งเป็นความถี่ที่สูงเกินกว่ามนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ (อดิสร แซ่ฉั่ว, 2563) ดังภาพประกอบ 3

3.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่นๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบ วอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics) การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะทำที่สาย Signal โดยป้อนสัญญาณ PWM ความถี่ 50Hz เข้าไป โดยมีความกว้างพัลส์บวกที่ 0.5mS (ค่าต่ำสุด) ถึง 2.5mS (ค่าสูงสุด) หรือ 1mS



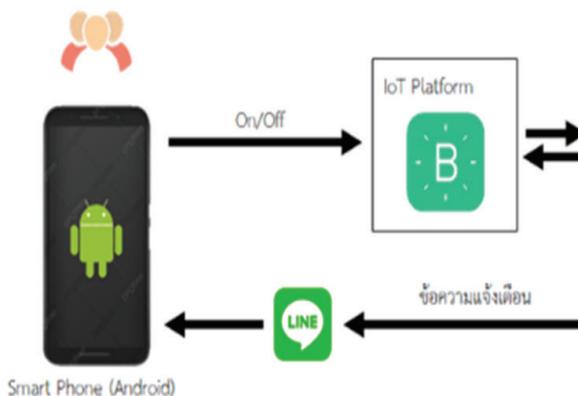
ภาพประกอบ 4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)  
ที่มา: [https://encrypted.com/  
images?q=e6iel-U&=CAU](https://encrypted.com/images?q=e6iel-U&=CAU)

(ค่าต่ำสุด) ถึง 2mS (ค่าสูงสุด) ตามแต่รุ่นของเซอร์โวมอเตอร์ โดยหากป้อนสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างช่วงบวกเข้าไปเท่าค่าต่ำสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 0 องศา หากป้อนสัญญาณ PWM เข้าไปเท่าค่าสูงสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 180 องศา (ฉัตรชัย ธิบรรณทรัพย์, 2563) ดังภาพประกอบ 4

#### 4. วิธีพัฒนาโครงการงาน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานและการออกแบบซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

##### 4.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ



ภาพประกอบ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ

ระบบสามารถเชื่อมต่อ WiFi/3G/4G/5G เพราะเมื่อมีหนูเข้ามาในอุปกรณ์ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ โดยโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนของผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi เพื่อดูสถานะและควบคุมอุปกรณ์ดักจับหนู

#### 4.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

ในการพัฒนาอุปกรณ์จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่างๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 5

จากภาพประกอบ 5 ผู้วิจัยได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงการ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

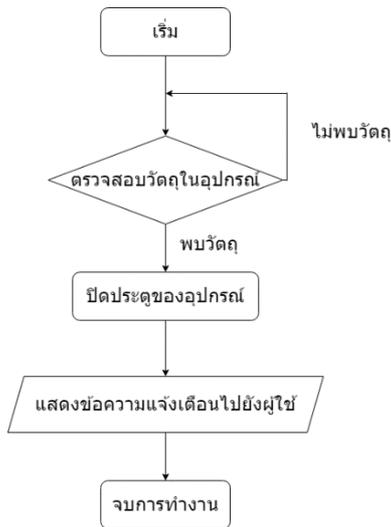
##### 1. ส่วนอุปกรณ์ไอทีเพื่อดักจับหนู

1.1 เมื่อมีหนูวิ่งเข้าในกล่องเซนเซอร์อัลตราโซนิกหรือเซนเซอร์อินฟราเรดจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด

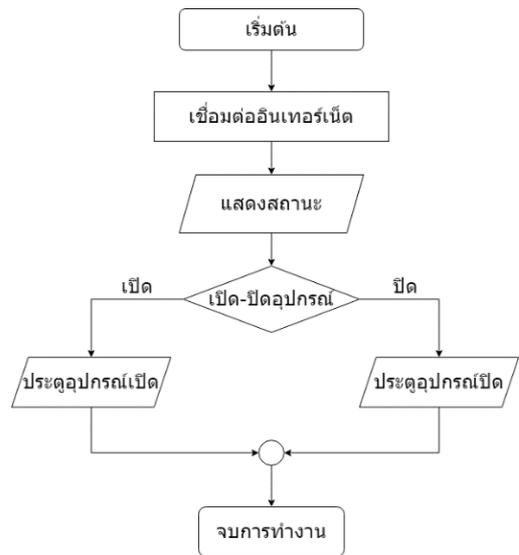
1.2 บอร์ดจะส่งการให้มอเตอร์เซอร์โวเปิดอุปกรณ์ดักจับหนูจากนั้นจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้

##### 2. ส่วนของผู้ใช้งาน

2.1 ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดักจับหนูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้



ภาพประกอบ 6 ผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู



ภาพประกอบ 7 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน

2.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

### 4.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนากระบวนการต่าง ๆ ออกเป็นดังนี้

4.3.1 Flowchart Diagram ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของกระบวนการดักจับหนูและส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. ส่วนของกระบวนการดักจับหนู

จากภาพประกอบ 6 แสดงผังงานส่วนของกระบวนการดักจับหนู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เริ่มต้นเซนเซอร์จะตรวจสอบหาวัตถุภายในอุปกรณ์หากไม่พบวัตถุใดๆ อุปกรณ์จะไม่เกิดการ ทำงาน หากเซนเซอร์พบวัตถุภายในอุปกรณ์ อุปกรณ์จะปิดประตูอัตโนมัติ บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้จึงจะจบการทำงาน

#### 2. ส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน

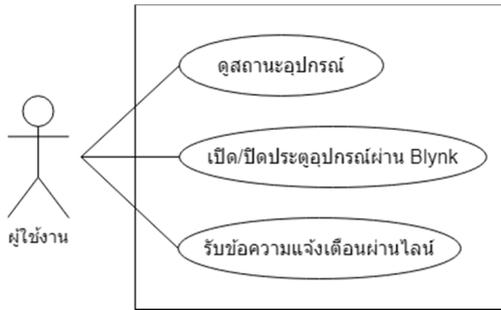
จากภาพประกอบ 7 แสดงผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อเริ่มแอปพลิเคชันจะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเมื่อสำเร็จจะแสดงสถานะการเปิดปิดของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะสามารถเลือกว่าจะเปิดหรือปิดอุปกรณ์ หากเปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการเปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน หากปิดอุปกรณ์ไฟสถานะก็จะแสดงการปิดอุปกรณ์และจบการทำงาน

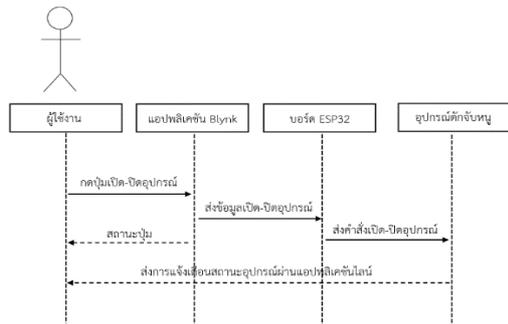
#### 4.3.2 Use Case Diagram

จากภาพประกอบ 8 ผู้วิจัยได้แสดง Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำงานวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน
2. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน
3. ผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 8 Use case Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

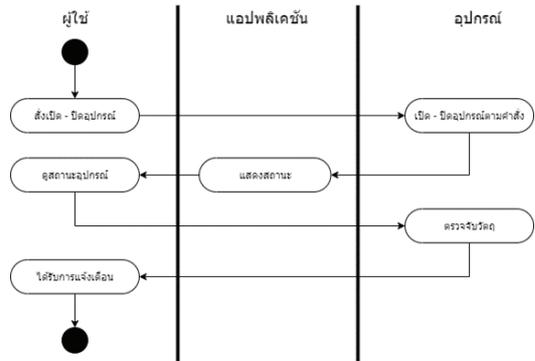


ภาพประกอบ 9 Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

#### 4.3.3 Sequence Diagram

จากภาพประกอบ 9 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเปิด-ปิดอุปกรณ์ในแอปพลิเคชัน Blynk และสถานะของปุ่มก็จะแสดงขึ้น
2. แอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไปที่บอร์ด ESP32
3. บอร์ด ESP32 ส่งคำสั่งเปิด-ปิดไปที่อุปกรณ์แล้วอุปกรณ์จะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 10 Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชัน

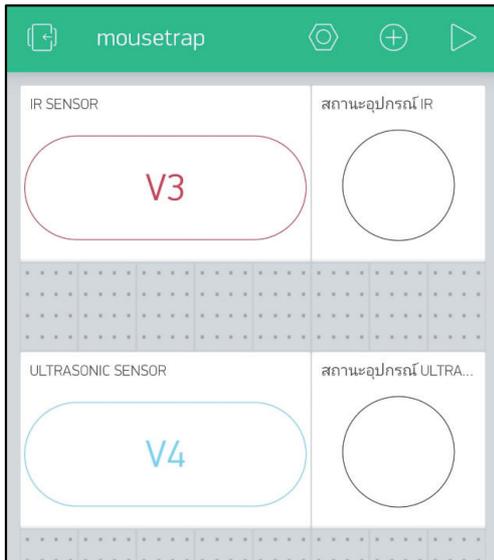
#### 4.3.4 Activity Diagram

จากภาพประกอบ 10 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของแอปพลิเคชันในการจัดทำวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน อุปกรณ์จะทำงานตามคำสั่ง
2. อุปกรณ์จะส่งสถานะไปที่แอปพลิเคชัน เพื่อแสดงต่อผู้ใช้งาน
3. เมื่อตรวจพบวัตถุผู้ใช้งานจะได้รับข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์

### 4.4 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน

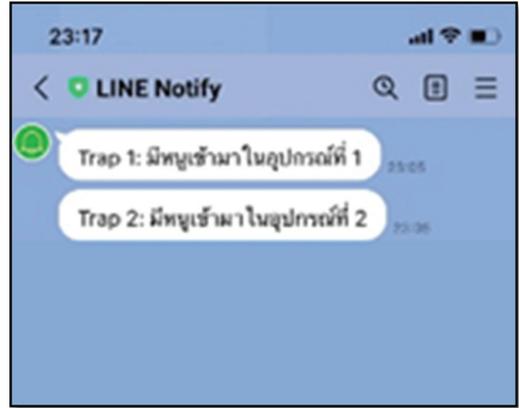
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอส่วนควบคุมอุปกรณ์ แสดงสถานะของอุปกรณ์เมื่อมีหนูเข้ามาติดกับดัก และหน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ ดังแสดงตามภาพประกอบ 11 และภาพประกอบ 12



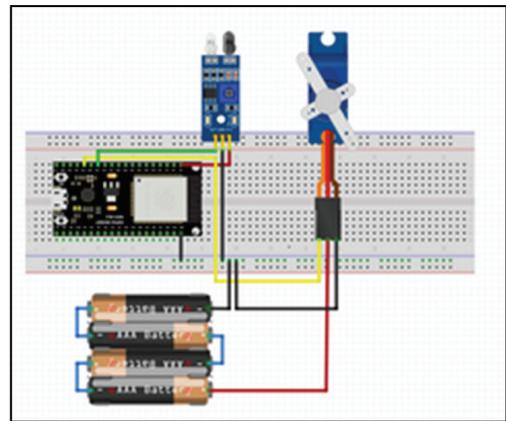
ภาพประกอบ 11 การออกแบบหน้าจอ  
ส่วนควบคุมอุปกรณ์

#### 4.5 การออกแบบแผงวงจร อิเล็กทรอนิกส์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรม Fritzing ในการออกแบบต่อแผงวงจรสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรดแสดงดังภาพประกอบ 13 และสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกแสดงดังภาพประกอบ 14 ซึ่งโปรแกรม Fritzing นั้นเป็นโปรแกรมฟรีที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่างๆ เช่น Raspberry Pi, Arduino, ESP8266, ESP32 เป็นต้น ช่วยในการออกแบบวงจรลงบน Breadboard วาดวงจร Schematic การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB) โดยมีจุดเด่นในเรื่องการใช้งานง่ายด้วยการลากวางอุปกรณ์ลงไปไปตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB รวมถึงมีภาพกราฟฟิกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบหรือแก้ไขส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดลงบนบอร์ด Arduino ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอุปกรณ์ เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์ของทรานซิสเตอร์ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถแบ่ง



ภาพประกอบ 12 หน้าจอแจ้งเตือน  
ในแอปพลิเคชันไลน์

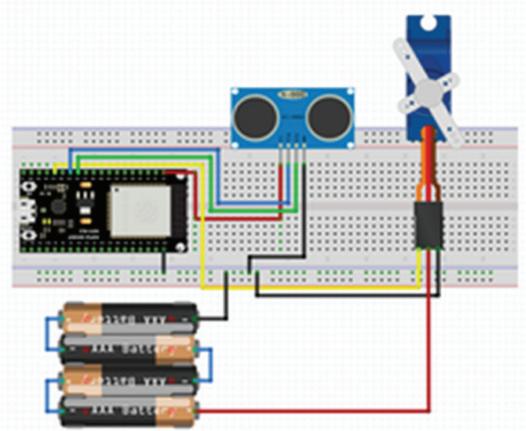


ภาพประกอบ 13 การออกแบบระบบ  
ที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรด

ปันผลงานด้วยการแชร์บนอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย (AB-Maker, 2564)

จากภาพประกอบ 13 แสดงการออกแบบวงจรกล่องที่กำหนดที่ใช้เซนเซอร์อินฟราเรด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์
2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อินฟราเรดและมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ดESP32 ไว้



ภาพประกอบ 14 การออกแบบระบบ  
ที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก

3. ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ  
(สีแดง) ของมอเตอร์เซอร์โว

4. ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ  
ขาข้อมูล (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

5. ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้  
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6. ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อินฟาเรด  
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3 ของ  
บอร์ด ESP32 ไว้

7. ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับขา  
OUT ของเซนเซอร์อินฟาเรด

จากภาพประกอบ 14 แสดงการออกแบบ  
วงจรกล่องตรวจจับที่ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งมี  
รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้  
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน  
GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

และมอเตอร์เซอร์โว เข้ากับไฟลบของบอร์ดทดลอง  
ที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32 ไว้

3. ต่อขาสีแดงจากแหล่งจ่ายเข้ากับขาไฟ  
(สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

4. ต่อขา 13 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ  
ขาข้อมูล (สีส้ม) ของมอเตอร์เซอร์โว

5. ต่อขา 3v3 ของบอร์ด ESP32 ขาใดก็ได้  
ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก

6. ต่อขา VCC ของบอร์ดเซนเซอร์อัลตรา  
โซนิกลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวก ที่ต่อกับขา 3v3  
ของบอร์ด ESP32 ไว้

7. ต่อขา 12 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ  
ขา Trig ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

8. ต่อขา 14 จากบอร์ด ESP32 เข้ากับ  
ขา echo ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

## 5. ผลการดำเนินงานโครงการ

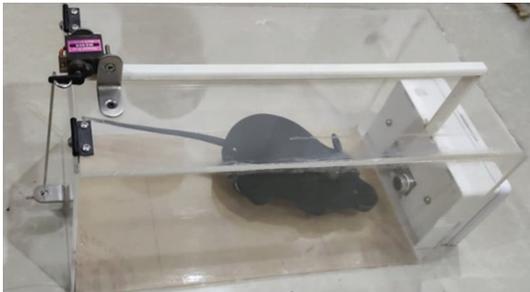
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แหล่งจ่ายไฟ DC  
5V จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อตรวจจับหนูทั้ง 2  
อุปกรณ์ โดยทำการติดตั้งและเดินสายไฟให้ปลอดภัย  
จากการทำลายของหนู โดยแบ่งส่วนการทำงานทดสอบ  
การทำงานของระบบเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียด  
ดังต่อไปนี้

### 5.1 การทดลองอุปกรณ์ตรวจจับหนู

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวนเข้ามาในอุปกรณ์ตรวจจับ  
หนู ระบบจะทำการปิดประตูอุปกรณ์ และระบบจะ  
ทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์  
ว่า “IR Sensor: หนูติดกับแล้ว” หรือ “Ultrasonic  
Sensor: หนูติดกับแล้ว” ดังแสดงภาพประกอบ 15,  
16 และ 17 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 15 แสดงการทำงานของอุปกรณ์  
ด้วยเซนเซอร์อินฟราเรด



ภาพประกอบ 16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์  
ด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก



ภาพประกอบ 17 แสดงการแจ้งเตือนผ่าน  
แอปพลิเคชันไลน์



ภาพประกอบ 18 แสดงหน้าจอควบคุม  
ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

## 5.2 การทดสอบคำสั่งงานเปิด-ปิด อุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบ สมาร์ทโฟน

ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ดัก  
จับหนูในแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม reset  
อุปกรณ์ดักจับหนูจะเปิดประตูขึ้นดังภาพประกอบ 18

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการทดสอบถูกต้อง  
จากการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ จำนวน 50 ครั้ง  
คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลการทดลองสรุปได้  
ดังแสดงตามตาราง 1

ตาราง 1 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน

หัวข้อประเมิน	ทำงานถูกต้อง (%)	ทำงานไม่ถูกต้อง (%)
1. การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อินฟราเรด	96%	4%
2. การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก	94%	6%
3. การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์	96%	4%
4. การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์	96%	4%
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>95.5%</b>	<b>4.5%</b>

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าความเสถียรภาพ และการทำงานตามฟังก์ชัน การดักจับหนูด้วย เซนเซอร์อินฟราเรดทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 การดักจับหนูด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิกทำงานถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 94 การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ทำงาน ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 และการแจ้งเตือนผ่าน แอปพลิเคชันไลน์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 96 สำหรับการใช้เซนเซอร์อินฟราเรดนั้นจะสามารถดัก จับหนูได้แม่นยำกว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิก เพราะ เซนเซอร์อัลตราโซนิกจะตรวจสอบวัตถุได้ก็ต่อเมื่อหนู เข้าในระยะตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ก่อนอุปกรณ์จึง จะทำงาน เมื่อหนูมีการขยับไปมาหรือยังไม่เข้ามาใน ระยะของเซนเซอร์อุปกรณ์จึงไม่ทำงาน แต่เซนเซอร์ อินฟราเรดใช้ตรวจจับวัตถุโดยใช้หลักการสะท้อนของ แสงไปชนวัตถุ เมื่อหนูขยับไปมาก็ยังสามารถทำงาน ได้ตามปกติ

### 5.3. ผลการสำรวจความพึงพอใจระบบ

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ขำนิประศาสน์ (2547) ได้อธิบายการเลือกใช้สถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล มี 2 ประเภทที่นิยมใช้ใน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัย คือ สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงเส้น โดยสถิติเชิงพรรณนาเป็นสถิติ ที่บรรยายลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ เช่น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ฐานนิยม มัชยฐาน เป็นต้น ส่วนสถิติ เชิงอ้างอิง คือ สถิติที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้มา จากการสุ่มหรือการเลือกแล้วอ้างอิงไปยังประชากร โดยประมาณค่าจากค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไป ประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร สำหรับการ ประเมินความพึงพอใจของระบบนี้ ผู้วิจัยได้สถิติเชิง พรรณนาโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเชิงปริมาณ เป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ซึ่งวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แยกวิเคราะห์ ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดในการ กำหนดระดับคะแนนและขอบเขตน้ำหนักความพึง พอใจที่มีต่อระบบตามตาราง 2

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ ใช้งานอุปกรณ์ไอทีเพื่อดักจับหนู โดยมีผู้ตอบ แบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อการประเมิน ดังตาราง 3

ตาราง 2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	ผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.50-5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 – 4.50	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 – 3.50	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 – 2.50	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 – 1.50	ระดับน้อยที่สุด

### ตาราง 3 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	(S.D)
1. การออกแบบหน้าจอได้เหมาะสม	4.40	0.56
2. ความเหมาะสมของขนาดของอุปกรณ์	4.63	0.49
3. การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน	4.40	0.67
4. แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย	4.50	0.63
5. ความเหมาะสมของวัสดุโครงสร้างอุปกรณ์	4.60	0.50
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.51</b>	<b>0.57</b>

จากตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.51

## 6. สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา

### 6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู ผู้วิจัยได้ใช้บอร์ด ESP32 DevKit V1 ในการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิก โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ และสามารถดูข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีหนูมาติดกับดักระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการกับหนูได้อย่างทันที ไม่เสียเวลา รอจนทำให้หนูตายและส่งกลิ่นเหม็นเน่า

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานตามฟังก์ชันต่างๆ พบว่าการทำงานอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนูทำงานได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด (4.51) และการใช้งาน

เซนเซอร์อินฟราเรดจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้งานเซนเซอร์อัลตราโซนิก

### 6.2 แนวทางการพัฒนา

ในอนาคตผู้วิจัยจะมีการเพิ่มกล้องส่วนในอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อดักจับหนู เพื่อให้กล้องถ่ายภาพภายในอุปกรณ์แล้วส่งรูปภาพภายในอุปกรณ์ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งาน เพราะอาจมีสัตว์อื่นที่เป็นอันตราย หรือวัตถุอื่นๆ เข้าไปในอุปกรณ์ที่ไม่ใช่หนู หากผู้ใช้งานพบว่าเป็นสัตว์อื่นๆ ผู้ใช้งานจะได้สั่งเปิดอุปกรณ์โดยไม่ต้องเดินมาดูที่อุปกรณ์ อีกทั้งจะเพิ่มโมดูล GPS เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของอุปกรณ์จับหนูได้ รวมถึงการเก็บสถิติของจำนวนหนูที่ดักจับได้ในแต่ละพื้นที่ เพื่อใช้วิเคราะห์จำนวนของหนูว่าลดลงหรือไม่ อีกทั้งจะทำการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ในกรณีดักจับหนูที่มีขนาดใหญ่และมีแรงดันหรือแรงชนสูง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการดักจับหนูได้มากยิ่งขึ้น

## 7. เอกสารอ้างอิง

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2563). การพัฒนาเครื่องแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางเพื่อผู้พิการทางสายตา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 137-147.

- จิราภรณ์ วาสนาเชิดชู, ช่อผกา ลิงประโคน, กนกพร มูลสุวรรณ, เปนต์ หมายถึง และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ. (2564). ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกภายในที่พักอาศัยผ่าน Line Notify. ใน *การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 9*. (หน้า 918-923). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- ฉัตรชัย ธิบริวมทรัพย์. (2563). *เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR)*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://www.advance-electronic.com/blog/detil/th>
- ไซเบอร์ไทซ์. (2563). *หลักการทํางานของเซนเซอร์แสง*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.cybertice.com/product/infrared-photoelec-sensor-module>
- ธีรพงษ์ แจกวงษ์ และนฤพนธ์ พนาวงศ์. (2562). การพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดโรงรถอัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน *การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 7* (หน้า 1478-1485). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- บริษัท พี เอ็ม แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด. (2564). *ความรู้เกี่ยวกับหนู*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.doctorplouk.com/archives/1172>
- ปณัสดา อวิคุณประเสริฐ, อรุมา วาโยพัฑ, ธัญญารัตน์ วงศ์เก้, ธีรยุทธ ชาญนวงศ์, เพชรกร หาญพานิชย์ และชยานนท์ อวิประเสริฐ. (2560). ประสิทธิภาพเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิกในการประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 33(1), 135-145.
- โรบอทสยาม. (2563). *ข้อมูลการใช้งาน DOIT ESP32 DevKit V1*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://www.robotsiam.com/product/119/doit-esp32-devkit-v1-development-board>
- ลัดดาวลัย เพชรโรจน์ และอัจฉรา ขำนิประศาสน์. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัย*. พิมพ์ดีการพิมพ์.
- วิทวัส จันพิทักษ์ และกัญญา หาญมนต์ (2561). *เครื่องมือตรวจจับพฤติกรรมสัตว์*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7237/2/Fulltext.pdf>
- อดิศร แซ่ฉั่ว. (2563). *การใช้งานข้อควรระวังของ ULTRASONIC SENSOR*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.omi.co.th/th/arti/ultrasonic-sensor>
- AB-Maker. (2564). *Fritzing ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ Arduino*. สืบค้น 14 กันยายน 2564, สืบค้นจาก <https://www.ab.in.th/article/34/fritzing-ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ-arduino>

# การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุน ทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ

## Development of Mobile Application to Present 3D Interactive Animation for Supporting of Emotional and Friend Relationship with Early Childhood: Miracle of Heart

ปรามินทร์ จันทร์ศรี<sup>1</sup>, ศิริประเสริฐ มากถาวร<sup>1</sup>, กฤษณะ พิลา<sup>1</sup>, ฉันทยธรณ์ สุทธิ<sup>1</sup>, เอกวิทย์ สิทธิจิระ<sup>1,\*</sup>  
Poramin Chansri<sup>1</sup>, Siriprasert Makthaworn<sup>1</sup>, Kitsana Phira<sup>1</sup>,  
Tanyatorn Sutti<sup>1</sup>, Ekkawit Sittiwa<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000, Thailand

\* Corresponding Author: Ekkawit Sittiwa, ekkawit@nsru.ac.th

### Received:

03 March 2022

### Revised:

30 March 2022

### Accepted:

27 April 2022

### คำสำคัญ:

แอปพลิเคชัน, การ์ตูน, ปฏิสัมพันธ์,  
แอนิเมชัน 3 มิติ

### Keywords:

Application, Cartoon,  
Interactive, 3D Animation

**บทคัดย่อ:** โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย และให้ข้อคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยมีรูปแบบการนำเสนอเป็นแอนิเมชัน 3 มิติ โดยผู้ชมสามารถมีส่วนร่วมในการตัดสินใจกับสถานการณ์จำลองผ่านทางโมบายแอปพลิเคชันพัฒนาโดยใช้โปรแกรมดังนี้ โปรแกรม blender ในการปั้นโมเดล ฉากและทำแอนิเมชัน Adobe Premier Pro CC ตัดต่อวิดีโอ Adobe After Effects CC สำหรับสร้างกราฟิกเคลื่อนไหว Adobe Photoshop CC ออกแบบหน้าตาของแอปพลิเคชันด้วย Adobe XD และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันโดยใช้ Kodular.io ใช้สร้างแอปพลิเคชันเมื่อถือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพแอนิเมชัน 3 มิติ 2) แบบประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันหลังใช้งาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำไปประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีผลประเมินทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ดีมาก และผลการประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้รับชม จำนวน 53 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37

**Abstract:** The purpose of this project was to create mobile application to present 3D Interactive Animation for emotional support and relationships between friends for early childhood children and develop their skill concerning friendship as 3D Animation «Miracle of Heart». Viewers can participate in the simulation via a mobile app created with the following programs: Blender was used to sculpt models, generate settings, and animations; Adobe Premier Pro CC was used to edit video; Adobe After Effects CC was used to make motion graphics; Adobe Photoshop CC was used to design apps with Adobe XD; and Kodular.io was used to develop mobile apps. The instrument used to collect the data 1) Quality assessment form of 3D animation. 2) Opinions survey questionnaire of the sample after using the mobile application. Statistics used in this research were mean, standard deviation and percentage. Five specialists examined the product to assess its quality. Evaluation of opinions from 53 viewers indicated that the average quality assessment was at a very good level, and all of the assessments were in very good criteria. The mean is 4.85 and the standard deviation is 0.37.

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันสังคมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นครอบครัวเดี่ยว ส่งผลให้ขาดเครือข่ายระบบสังคมช่วยเหลือดูแลเด็ก จากการสำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าเด็กอายุ 3-5 ปี ได้รับการดูแลจากสถานรับเลี้ยงเด็ก ศูนย์พัฒนาเด็ก และโรงเรียนกว่าร้อยละ 53.3 จำนวนเด็กปฐมวัยที่ต้องผละออกจากพ่อแม่ก่อนวัยอันควรถูกส่งไปเลี้ยงดูในโรงเรียนระดับก่อนประถมศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และด้วยลักษณะการแข่งขันในสังคมที่ทั้งพ่อและแม่ต้องหารายได้ ส่งผลให้ครอบครัวมีความตึงเครียด มีเวลาให้กับบุตรน้อยลง การดูแลตอบสนองเด็กทั้งด้านร่างกายและจิตใจลดลง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและพัฒนาการองค์รวมของเด็กปฐมวัย (ชิตกมล สังข์ทอง, 2561) ซึ่งเป็นช่วงวัยอายุ 3-6 ปีที่เด็กจะเริ่มสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเด็กในช่วงวัยนี้มีอารมณ์ความรู้สึกที่หลากหลาย และใช้ชีวิตส่วนใหญ่ที่โรงเรียน ดังนั้นถ้าเด็กมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู โรงเรียนก็จะกลายเป็นสวนสนุกที่มีความสุข ในทางตรงกันข้ามถ้าเด็กมีปัญหาเกี่ยวกับเพื่อนนั้นจะส่งผลกระทบต่อความรู้สึก อันอาจทำให้เด็กเข้ากับคนอื่นไม่ได้ หรือกลัวการคบเพื่อน กลัวการสร้างปฏิสัมพันธ์ ส่งผลต่อการเรียนรู้ (สถาบันวิจัยสุขภาพ

จิตเสี่ยวเหอ, 2563) ดังนั้นความสามารถในการสร้างปฏิสัมพันธ์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาบุคลิกภาพและความสามารถในการแสดงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับแบบแผนที่สังคมยอมรับ ซึ่งการเรียนรู้ช่วงวัยนี้ส่วนมากจะเรียนรู้ผ่านการเล่นโดยการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นจะช่วยให้เด็กกลดตนเองจากการเป็นศูนย์กลางไปสู่การปฏิบัติเพื่อเป็นการปรับตัวให้บุคคลอื่นยอมรับ การพัฒนาทักษะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการอบรมเลี้ยงดูเด็กด้วยความเข้าใจ การเป็นแบบอย่างที่ดีและแนะนำสั่งสอนเด็กด้วยความอ่อนโยน ชี้แนะระเบียบกฎเกณฑ์ของสังคม การจัดกิจกรรมกลุ่ม การชวนเล่นแบบมีข้อตกลง จะช่วยพัฒนาการด้านสังคมให้เด็กไปสู่คุณลักษณะที่พึงประสงค์ การพัฒนาสื่อในปัจจุบันมุ่งเน้นไปทางกราฟิกมากขึ้นจะเห็นได้จากภาพยนตร์และสื่อโฆษณาต่างๆ ที่เราพบเห็นได้ใช้เทคนิคการนำเสนอผลงานออกมาในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ อีกทั้งยังสามารถสร้างโมเดลออกมาได้หลายรูปแบบ และสามารถเพิ่มเอฟเฟ็กต์พิเศษ เช่น การใช้มุมมอง การใช้แสง สี เสียง พร้อมทั้งกำหนดการเคลื่อนไหวของตัวละคร การพูด การเดิน ได้อย่างสมบูรณ์แบบเสมือนจริง ดังนั้นการนำการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ ร่วมกับการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันที่นำเสนอในลักษณะแบบ

ปฏิสัมพันธ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้รับชมสามารถร่วมตัดสินใจกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เหมาะกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านความสนใจ ความสามารถหรือความต้องการเรียนรู้เพราะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีคิดหาวิธีการแก้ปัญหา ทดลอง ปฏิบัติและสรุปผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (วิทยา ดำรงเกียรติศักดิ์ และ นภาพรรณ อาษาเพชร, 2557) คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างสรรค์ผลงานที่สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัยในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ สำหรับเด็กปฐมวัยเพื่อสร้างความเข้าใจในการแสดงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับแบบแผนที่สังคมยอมรับ และดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นปกติสุข

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ ที่ผู้ชมสามารถมีส่วนร่วมและปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ของการ์ตูนผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ

## 3. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 พัฒนาการอารมณ์ของเด็กปฐมวัย

สาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ประสบการณ์สำคัญและสาระที่ควรเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านร่างกาย อารมณ์จิตใจ สังคมและสติปัญญา โดยประสบการณ์สำคัญจะครอบคลุมพัฒนาการทั้ง 4 ด้านคือ ส่งเสริมร่างกาย ส่งเสริมพัฒนาการด้านสังคม ส่งเสริมพัฒนาการด้าน

สติปัญญา และส่งเสริมพัฒนาการด้านอารมณ์ จิตใจ ซึ่งในด้านนี้ จะเป็นการสนับสนุนให้เด็กได้แสดงออกทางอารมณ์และความรู้สึกของตนเองที่เหมาะสมกับวัย ตระหนักถึงลักษณะพิเศษเฉพาะที่เป็นอัตลักษณ์ความเป็นตัวของตัวเอง มีความสุข ร่าเริงแจ่มใส การเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2561) โดยเด็กจะรู้จักและแสดงอารมณ์หลากหลาย ทั้งอารมณ์ รัก พอใจ เสียใจ ทุกข์ใจ เศร้าใจงา กังวล กลัว โกรธ ก้าวร้าว เมื่ออายุ 4 ปีขึ้นไป เด็กจะเริ่มเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของผู้อื่นในสถานการณ์ต่างๆ โดยการอ่านท่าทางและน้ำเสียง เช่น รู้ว่าน้องรู้สึกเสียใจที่ไม่ได้ खेल เล่น เริ่มแสดงความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น จะปรับเปลี่ยนอารมณ์และระดับอารมณ์ของตนได้บ้าง รอคอยได้นานขึ้น ปลอดภัยและผู้อื่นเป็น ในยามที่เด็กประสบเหตุที่ทำให้เกิดความเครียดหรือวิตกกังวลอาจจะแสดงพฤติกรรมถดถอยกลับไปเป็นเด็กเล็กกว่าเดิมไม่ยอมทำสิ่งที่เคยทำได้แล้ว ในด้านอารมณ์โกรธร้องอาละวาดเมื่อถูกขัดใจในวัย 1-2 ปี หากได้รับการฝึกสอนอย่างเหมาะสมเมื่อเข้าสู่วัยอนุบาลเด็กจะควบคุมอารมณ์และการแสดงออกได้อย่างเหมาะสม พ่อแม่และครูควรพูดคุยกับเด็กเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึก ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ว่าตัวเด็กนิสัยไม่ดีเด็ก หากเด็กสามารถพูดถึงอารมณ์และความรู้สึกได้มากขึ้นและเห็นว่าพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความโกรธความไม่พอใจ เช่นการอาละวาดดินลงกับพื้นจะลงไปเช่นกัน (ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย และสมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.)

### 3.2 พัฒนาการด้านสังคมของเด็กปฐมวัย

ความหมายของพัฒนาการทางสังคมว่า หมายถึง พัฒนาการการเรียนรู้ทางสังคมจากความรู้สึกผูกพัน ใกล้ชิด ภายในครอบครัวที่ต้องการพึ่งพาผู้อื่นไปสู่การพึ่งพาตนเองและการปรับตัวเข้ากับผู้อื่น

เด็กระดับ ปฐมวัยจะสนใจเรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวและเรียนรู้ที่จะสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น เด็กวัยนี้เริ่มมีความสนใจและอยากมีส่วนร่วมในการเล่นกับเด็กคนอื่น อย่างไรก็ตาม ในระยะแรกของช่วงวัยนี้เด็กอาจยังทำได้ไม่ดีนักเพราะยังมีความเอาแต่ใจตนเอง และอาจยังไม่สามารถเล่นตามกฎหรือกติกาจึงยังคงเห็นพฤติกรรมหวงของ แย่งของ ตีตนเอง หรือตีผู้อื่นเมื่อเกิดความไม่พอใจ หรือใช้คำพูดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม พ่อแม่หรือครูจึงควรกำกับดูแลเล่นไปกับเด็กคอยชี้แนะวิธีการเล่นและส่งเสริมการ สร้างสัมพันธ์ภาพกับเพื่อนอย่างเหมาะสม จนทำให้เด็กสามารถควบคุมอารมณ์ตัวเอง มีความความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น เรียนรู้การแบ่งปัน ยอมรับกติกา และทำใจเมื่อแพ้ได้บ้าง (ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย และสมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) ดังนั้นครูควรให้เด็กมี ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนวัยเดียวกันหรือผู้อื่นมากขึ้น การปลูกฝังลักษณะพฤติกรรมที่เหมาะสมทางสังคมจะช่วยให้เด็กสามารถปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นและเรียนรู้บทบาทของตนเองในสังคมได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การ พัฒนาสัมพันธ์ภาพทางสังคมของเด็กปฐมวัยจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการส่งเสริม

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัชรพงศ์ จันทร์ระ และคณะ (2563) ศึกษาวิจัยเรื่อง แอนิเมชันตัวอย่างเกม 3 มิติ เรื่อง Magic Stone การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสื่อแอนิเมชันตัวอย่างเกม 3 มิติเรื่อง Magic Stone เพื่อหาคุณภาพของสื่อและศึกษาความพึงพอใจของกลุ่ม เป้าหมายจากการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพบว่า สื่อมีคุณภาพในระดับมากที่สุดที่คะแนน 4.50 เนื้อหาและรูปแบบมีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายสามารถนำไปใช้ในการศึกษากลุ่มตัวอย่างได้ และจากการศึกษาความพึงพอใจพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อแอนิเมชันตัวอย่างเกม 3 มิติ เรื่อง Magic Stone มิติระดับมากที่สุดที่คะแนน 4.57

दनियพร ลดากุล และปญญรัตน์ ปญญา (2561) ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้วยความซื่อสัตย์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องฮีโร่หน่วยหัวใจ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องฮีโร่หน่วยหัวใจซื่อสัตย์โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.73 การรับรู้ของกลุ่มตัวอย่างจากการทำการ์ตูนแอนิเมชัน อยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นค่าร้อยละ 91.00 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ชมการ์ตูนแอนิเมชันโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.72

ทินกร ลุนโน และ พจน์ศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2560) ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง น้ำใจ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง น้ำใจ ที่มีคุณภาพ และ ศึกษาความพึงพอใจ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาคั้งนี้คือนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า 1. การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง น้ำใจ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก การดำเนินเรื่อง ประกอบด้วยตัวละครหลักจำนวน 2 ตัว คือหนูและหมี และแทรกคติสอนใจในเรื่องความมีน้ำใจในสังคม แอนิเมชันมีความยาว 3.00 นาที และ 2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องน้ำใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ปิยภัทร โกษาพันธุ์ (2564) ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบตอบสนองสำหรับเด็กปฐมวัยด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบตอบสนองสำหรับเด็กปฐมวัยด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นการพัฒนาในรูปแบบของแอปพลิเคชันซึ่งเป็นเครื่องมือหรือวิธีการสอนรูปแบบใหม่สำหรับครูผู้สอนในช่วงชั้นปฐมวัยในการพัฒนาระบบได้นำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ พัฒนา

ให้อยู่ในรูปแบบภาพจำลองเป็นโมเดล 3 มิติ สร้างเป็นแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานผ่านสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และทำให้ผู้สอนมีวิธีการสอนใหม่ขึ้นจากการเรียนในรูปแบบเดิม

สายสมร เฉลยกิตติ สรินทร เขียวโสธ และ ญาดา นุ้ยเลิศ (2562) ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนเสมือนจริงผ่านทางแอปพลิเคชันของสมาร์ตโฟนในการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักศึกษาในรายวิชาสุขภาพจิตและการพยาบาลจิตเวชศาสตร์ หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก โดยมีหัวข้อ การสร้างสัมพันธ์ภาพเพื่อการบำบัดและการให้คำปรึกษา การพยาบาลผู้ติดยาและยาเสพติด และการพยาบาลจิตเวชฉุกเฉินในสถานการณ์ต่างๆ พบว่ามีประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับนักศึกษาพยาบาลเจนเนอเรชันแซท

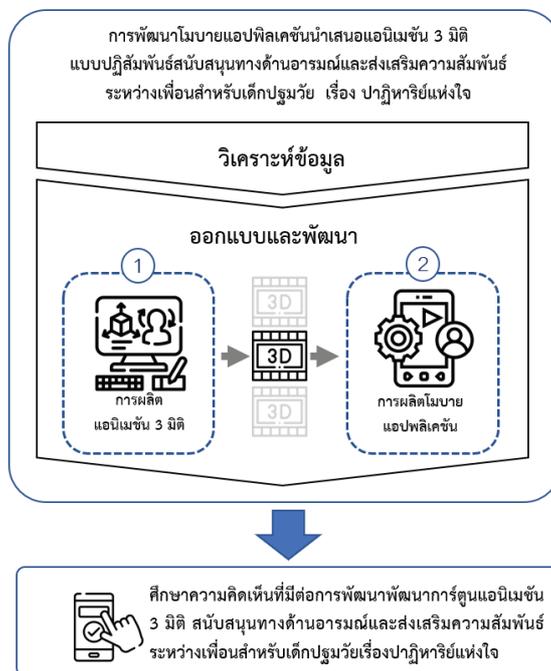
#### 4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยมีกรอบแนวคิด ดังภาพประกอบ 1

#### 5. เครื่องมือที่ใช้การวิจัย

5.1 โมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย

5.2 แบบประเมินคุณภาพแอนิเมชัน 3 มิติ สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย



ภาพประกอบ 1 แนวคิดศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัยเรื่องปาฏิหาริย์แห่งใจ

5.3 แบบประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่าง  
ต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน  
3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และ  
ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย

## 6. วิธีการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการการพัฒนาโมบาย  
แอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์  
สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์  
ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย โดยแบ่งวิธีการดำเนินการ  
ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล  
2) ขั้นตอนออกแบบและพัฒนา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน  
คือ ส่วนการทุนแอนิเมชัน 3 มิติ และส่วนโมบาย  
แอปพลิเคชัน 3) ขั้นตอนออกแบบและจัดทำแบบ  
ประเมิน และ 4) ขั้นตอนทดลองและสรุปผลการวิจัย

### 6.1 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมของเด็กปฐมวัย  
พบว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการปลูกฝังลักษณะพฤติกรรม  
ที่เหมาะสมทางสังคมจะช่วยให้เด็กสามารถปรับตัว  
ให้เข้ากับผู้อื่นและเรียนรู้บทบาทของตนเองในสังคม  
ได้ดี ส่งผลให้เด็กสามารถควบคุมอารมณ์และการ  
แสดงออกได้อย่างเหมาะสม (ราชวิทยาลัยกุมาร  
แพทย์แห่งประเทศไทย และสมาคมกุมารแพทย์แห่ง  
ประเทศไทย, ม.ป.ป.) โดยกำหนดวัตถุประสงค์ในการ  
สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์  
ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย โดยมีกลุ่มเป้าหมาย  
เป็นเด็กปฐมวัย โดยศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ตัวอย่าง  
ผลงานที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างภาพยนตร์  
การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์  
สรุปแนวทางการเล่าเรื่อง ลักษณะของตัวละคร และ  
ฉาก โดยนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อดำเนินการในขั้น  
ออกแบบและพัฒนาต่อไป

### 6.2 ขั้นตอนออกแบบและพัฒนา

แบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน  
ประกอบด้วย

1. แอนิเมชัน 3 มิติ ใช้หลักการผลิตสื่อประกอบ  
ด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนเตรียมการก่อนการผลิต  
(Pre-Production) ขั้นตอนการผลิต (Production)  
ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production) โดยมี  
รายละเอียดดังนี้

1.1 ขั้นตอนเตรียมการก่อนการผลิต  
(Pre-Production)

1.1.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากขั้นวิเคราะห์  
เพื่อนำมาสร้างสรรคงานในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

1.1.2 การวางแผนเนื้อเรื่อง (Story  
Planning) ดำเนินการเขียนบท โดยเลือกหัวข้อที่จะ  
พัฒนาเป็นเส้นเรื่องจากสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร  
การศึกษาปฐมวัย ประการณสำคัญด้านเสริมพัฒนาการ  
ด้านอารมณ์ จิตใจ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการ  
กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง หลังจากนั้น  
นำเนื้อหาไปปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ  
เนื้อเรื่องแบ่งออกเป็น 3 แต่ละตอนจะเปิดโอกาสใน  
การตัดสินใจในเหตุการณ์สมมตินั้นผ่านตัวละคร 4  
ตัวละคร คือ ปลา ตี หานและกาล โดยมีรายละเอียด  
แต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ชื่อ ขอโทษ เรื่องราวเริ่มต้น  
ที่โรงเรียนอนุบาลปฐมวัย กาลกำลังอ่านหนังสือ  
การ์ตูนอย่างมีความสุข ในขณะที่ปลาอยากอ่าน  
เรื่องเดียวกันกับที่กาลกำลังอ่านอยู่พอดี ปลาจึงได้คว้า  
หนังสือออกมาจากมือด้วยความเอาแต่ใจของตนเอง  
ทำให้เกิดเหตุการณ์ทะเลาะกัน หลังจากนั้นทั้งสองก็  
ไม่ได้คุยกัน โดยจะมีอยู่ 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1  
จนเวลาผ่านไปปลาได้เห็นถึงความสำคัญของการมี  
เพื่อน จึงไปขอโทษกาล หลังจากนั้นทั้ง 2 ก็ได้กลับมา  
เล่นด้วยกันอย่างมีความสุข ทางเลือกที่ 2 ปลารู้สึกว่า  
ตัวเองไม่ได้ผิดอะไร ปลาจึงไม่ได้ไปขอโทษแล้วปล่อย  
ผ่านไปแบบนั้น และทั้ง 2 ก็ไม่ได้คุยกันอีกเลย

ตอนที่ 2 ปลอดภัย เรื่องราวเริ่มต้นที่ห้องเรียน หานกำลังเดินไปกินข้าวในช่วงพักกลางวัน ในขณะที่เดียวกันติกำลังจะลุกไปกินข้าว ได้เดินไปชนโต๊ะจนล้มลงแล้วทำให้หอยืมหล่น หานได้ยินเสียงเลยหันมาดู ว่านั่นคือเสียงอะไร หานจึงได้รู้ว่าเสียงนั้นคือเสียงติหกล้ม หานได้เห็นรูปที่บอร์ดแสดงผลงานจึงได้รู้ว่าตินั้นเป็นเด็กใหม่ หานจึงได้คิดที่จะเข้าไปลอบติดหรือไม โดยจะมีอยู่ 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 หานเลือกจะเข้าไปลอบจดติ จนทำให้ติเลิกเสียใจ หานได้ชวนติไปกินข้าว จากนั้นทั้งสองคนก็ได้เป็นเพื่อนกันตลอดไป ทางเลือกที่ 2 หานเลือกจะไม่เข้าไปลอบใจ หานเดินจากไปทิ้งให้ตินั่งเศร้าอยู่คนเดียว

ตอนที่ 3 แบ่งปัน เรื่องราวของกาลเริ่มต้นในห้องเรียนที่กำลังมีการเรียนการสอนวิชาวาดรูป แต่ในขณะที่นั้นหานกำลังกังวลเรื่องดินสอที่ลืมนำมา จึงตัดสินใจยืมดินสอจากกาลที่เป็นเพื่อนโต๊ะข้างๆ ซึ่งทั้ง 2 คนไม่ค่อยได้พูดคุยกัน กาลเลือกจะให้ยืมหรือไม่ ทางเลือกที่ 1 กาลเห็นใจเพื่อน จึงเลือกที่จะให้หานยืมดินสอ เพราะหานก็เป็นเพื่อนที่อยู่ห้องเดียวกัน และทำให้หานมีดินสอมาวาดรูป ทางเลือกที่ 2 กาลเลือกไม่ให้ยืมเพราะว่าทั้ง 2 คนไม่ได้สนิทกัน กาลจึงไม่ไว้ใจให้หานยืม เพราะกาลกลัวว่าจะไม่ได้ดินสอคืน

Storyboard	Descriptions	Scene
	หานรู้สึกเศร้าที่ไม่มีดินสอใช้	Scene: 3 Shot: 6 Time: 00:01:11 - 00:01:16 Camera: MS Sound: Future Renaissance.mp3
	ทางเลือกที่ 2 กาลเห็นใจเพื่อน จึงเลือกที่จะให้หานยืมดินสอ เพราะหานก็เป็นเพื่อนที่อยู่ห้องเดียวกัน	Scene: 3 Shot: 7 Time: 00:01:16 - 00:01:26 Camera: MS Sound: Dancing Star - Aakash Gandhi.mp3
	หานได้ขอบคุณกาลที่ให้ยืมดินสอ และทำให้หานกับกาลสนิทกันมากขึ้น	Scene: 3 Shot: 8 Time: 00:01:26 - 00:01:36 Camera: MLS Sound: Dancing Star - Aakash Gandhi.mp3

ภาพประกอบ 2 สตอรี่บอร์ด (Story Board)

1.1.3 จัดทำสตอรี่บอร์ด (Story Board) เป็นการใช้ภาพเพื่อบอกเล่าเรื่องราวตามเนื้อเรื่อง โดยมีการออกแบบจัดวางมุมกล้อง องค์ประกอบของภาพ และการจัดวางท่าทางของตัวละคร รวมถึงการออกแบบฉากที่ต้องการมาร่างเป็นภาพ 2 มิติให้ตรงกับเนื้อเรื่อง ดังภาพประกอบ 2

1.1.4 ออกแบบตัวละครและฉาก โดยร่างเป็นภาพ 2 มิติ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับเด็กปฐมวัย ทั้งเรื่องของสี และตัดทอนรายละเอียดบางส่วน เพื่อสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายในการรับชม และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบตรวจสอบ หลังจากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ดังภาพประกอบ 3-4



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการออกแบบตัวละคร



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการออกแบบฉาก



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการขึ้นรูปโมเดลตัวละคร



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการสร้างฉาก



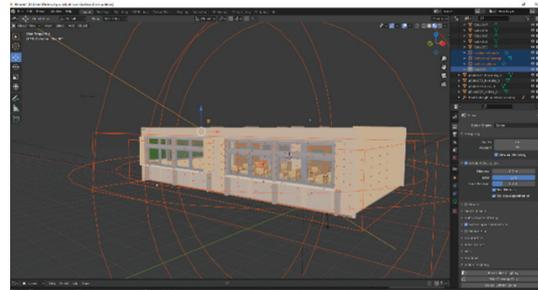
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการกำหนดพื้นผิว  
และลักษณะของพื้นผิว



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการใส่กระดูก



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการทำเคลื่อนไหวตัวละคร



ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการจัดแสงเงา และมุมกล้อง

## 1.2 ขั้นตอนการผลิต (Production)

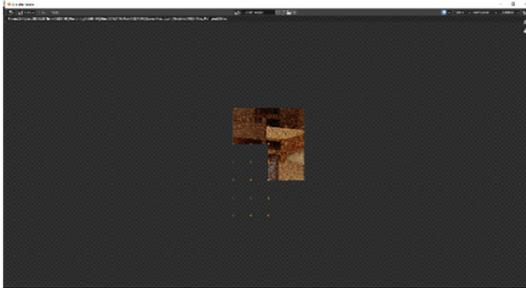
1.2.1 ขึ้นรูปโมเดลตัวละคร โดยใช้โปรแกรม Blender ตามที่ออกแบบไว้ ดังภาพประกอบ 5

1.2.2 สร้างฉาก โดยใช้โปรแกรม Blender ตามที่ออกแบบไว้ ดังภาพประกอบ 6

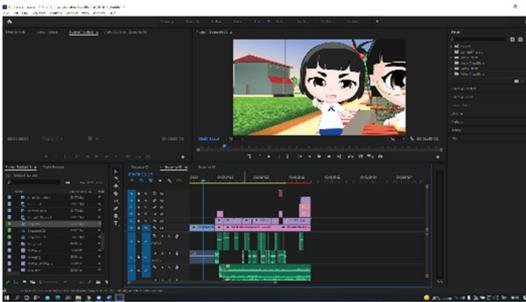
1.2.3 การลงพื้นผิว (texture) ในโปรแกรม Blender โดยนำตัวละครที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว มาทำการลงสีและใส่ลักษณะพื้นผิว (shader) ตามที่ออกแบบไว้ ดังภาพประกอบ 7

1.2.4 การใส่กระดูก และสร้างการควบคุมให้กับตัวละคร เพื่อใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนไหวหน้าตาของตัวละครได้สะดวกยิ่งขึ้น ขยับตัวโมเดลได้ตามที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 8

1.2.5 ทำการเคลื่อนไหว (Animate) โดยนำตัวละคร และฉาก 3 มิติ เข้ามาไว้ในไฟล์เดียวกัน จากนั้นดำเนินการเคลื่อนไหวโดยควบคุมตามกระดูกที่ใส่ไว้ เพื่อให้ตัวละครมีชีวิตตามสตอรี่บอร์ดที่ออกแบบไว้ในแต่ละฉากให้สมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการประมวลผล



ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการตัดต่อ



ภาพประกอบ 13 ผลการออกแบบตัวละครทั้งหมด



ภาพประกอบ 14 ผลการออกแบบฉาก

1.2.6 จัดแสงเงา และมุมกล้อง กำหนดทิศทางของแสงไฟ และเงาเพื่อให้ภาพของงานแอนิเมชันได้บรรยากาศตามที่ต้องการตามสตอรี่บอร์ดเพื่อเพิ่มอรรถรส ความสมจริง และสร้างอารมณ์ร่วมขณะรับชม ดังภาพประกอบ 10

1.2.7 การประมวลผล (Rendering) เมื่อปรับแต่งทุกอย่างได้สมบูรณ์แล้วจะคำนวณและแสดงผลทุกๆ Pixel ออกมาเป็นภาพนิ่ง เพื่อความสะดวกในการตัดต่อและแก้ไขตามเฟรมที่กำหนด 1 เฟรมต่อ 1 ภาพในโปรแกรม Blender แล้วนำไปรวมกันเป็นวิดีโอในโปรแกรมตัดต่อ ดังภาพประกอบ 11

1.2.8 บันทึกเสียงตามบทบรรยาย โดยใช้โปรแกรม Audacity เพื่อนำเสียงที่ได้ไปใช้ในการตัดต่อแอนิเมชัน 3 มิติ

### 1.3 ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production)

ลำดับภาพที่ได้จากการเรนเดอร์และเสียงให้ตรงกันตามสตอรี่บอร์ด ประกอบงานทั้งหมดกันในโปรแกรม Adobe Premiere หลังจากนั้นใส่เอฟเฟกต์ และใส่เสียงออกเป็นภาพยนตร์การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ ดังภาพประกอบ 12



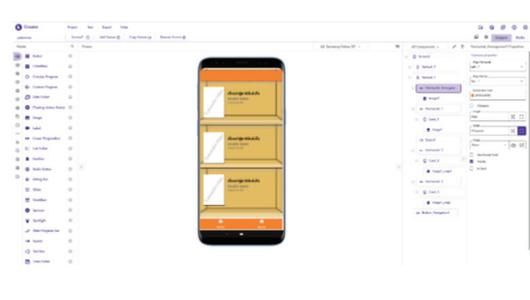
ภาพประกอบ 15 การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ  
ตอน ขอโทษ



ภาพประกอบ 17 การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ  
ตอน แบ่งปัน



ภาพประกอบ 16 การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ  
ตอน ปลอบใจ



ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการออกแบบ  
หน้าจอโมบายแอปพลิเคชัน

#### 1.4 ผลการออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

##### 1.4.1 ตัวละคร 3 มิติ มีตัวละครทั้งหมด

4 ตัวละคร คือ ปลา ตี หาน และกาล ดังภาพประกอบ 13

2. ฉากทั้งหมด 3 ฉาก คือ ฉากหน้าโรงเรียน ฉากสนามฟุตบอล และฉากในห้องเรียน ดังภาพประกอบ 14

3. การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ สนับสนุนทางด้านอารมณ์ และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ จำนวน 3 ตอนตามสตอรี่บอร์ด ดังภาพประกอบ 15-17

2. โมบายแอปพลิเคชัน โดยใช้หลักของ ในการออกแบบและผลิตประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

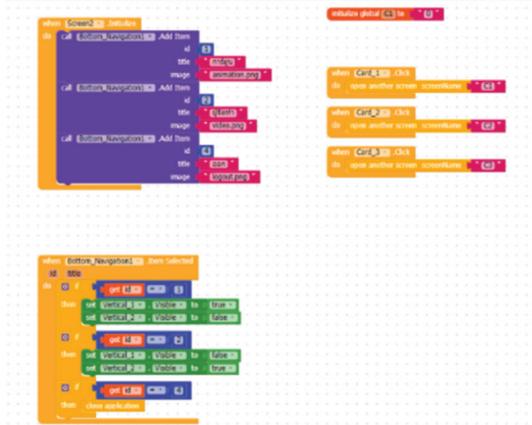
2.1 ออกแบบโมบายแอปพลิเคชัน วางแผนและออกแบบหลักการการทำงานของแอปพลิเคชัน ออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันในโปรแกรม Adobe XD จากนั้น

มาจัดวางองค์ประกอบของแอปพลิเคชันใน Kodular ดังภาพประกอบ 18

2.2 ออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยกำหนดการทำงานของแอปพลิเคชันเริ่มจากการเลือกคอมพิวเตอร์ กำหนดคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ และเขียนโค้ดกำหนดลำดับการทำงานโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกใน Kodular เพื่อให้แอปพลิเคชันเป็นไปตามที่เราได้ออกแบบไว้ ดังภาพประกอบ 19

2.3 ทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ตรวจสอบการทำงานโดยใช้ Kodular Companion บนโทรศัพท์มือถือ ถ้าแอปพลิเคชันทำงานตามที่ต้องการ แล้วจึงทำการส่งออกเป็นไฟล์ \*.apk เพื่อนำไปติดตั้งบนระบบระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.4 ผลการออกแบบโมบายแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้เข้าใช้งานโปรแกรมจะมี แอนิเมชัน 3 มิติ 3 ตอนให้เลือกรับชม แต่ละตอนจะเปิดโอกาสในการตัดสินใจในเหตุการณ์สมมุติฐานนั้น ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการออกแบบบล็อกโค้ดของโมบายแอปพลิเคชัน

เมื่อผู้ใช้เลือกทางเลือก แอปพลิเคชัน จะแสดงสถานการณ์ตามทางเลือก และแสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากทางเลือกนั้น และสรุปแนวทางการจัดการทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย ได้ฝึกวิีคิด และสรุปผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ดังภาพประกอบ 21

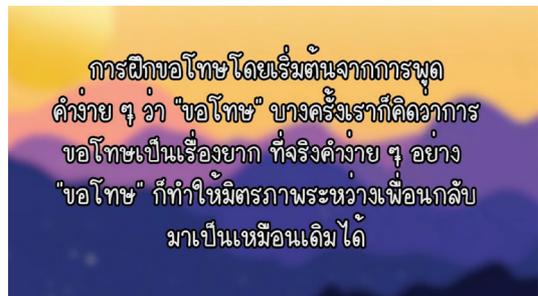
### 6.3 ขั้นตอนออกแบบและจัดทำแบบประเมิน

6.3.1 จัดทำแบบประเมินคุณภาพแอนิเมชัน 3 มิติ สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จากศึกษาและรวบรวมข้อมูลสร้างแบบประเมิน โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อหาคุณภาพของแอนิเมชัน 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วยกัน 9 รายการ

6.3.2 จัดทำแบบประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ



ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างหน้าจอโมบายแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 21 ข้อสรุปตอนท้ายในแต่ละตอนแนวทางการจัดการทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย

6.3.3 นำแบบสอบถามทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสอบถาม 3 ท่านเพื่อประเมินหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงและคัดเลือกเฉพาะข้อความถามที่ค่า IOC ตั้ง 0.5 ขึ้นไป

### 6.4 ขั้นตอนทดลองและสรุปผลการวิจัย

6.4.1 ประเมินคุณภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่องปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินใน 9 ด้าน คะแนนที่ได้จากประเมินคุณภาพ ภาพยนตร์การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์ สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่าผลการประเมินในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 ดังตาราง 1

**ตาราง 1** สรุปผลการประเมินคุณภาพการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์ สนับสนุนทางด้านอารมณ์ และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	(S.D)
1. การออกแบบตัวละคร	4.80	0.40
2. การออกแบบฉาก	4.60	0.49
3. ขนาดของภาพและสีที่ใช้	4.40	0.49
4. การใช้ภาพเคลื่อนไหวและเสียงพากย์ประกอบ	4.60	0.49
5. ความสอดคล้องกันระหว่างปริมาณของภาพกับปริมาณของเนื้อหา	4.80	0.40
6. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการนำเสนอ	4.8	0.40
7. การนำเสนอความคิดเห็นที่ได้จากการ์ตูนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.8	0.40
8. ตรงตามความต้องการของนักเรียน	5.00	0.00
9. ข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.76</b>	<b>0.34</b>

**ตาราง 2** สรุปผลการประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน สำหรับ เด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยกลุ่มตัวอย่าง

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	(S.D)
1. การออกแบบส่วนประกอบบนหน้าจอภาพ	4.77	0.06
2. ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบในโมบายแอปพลิเคชัน	4.81	0.06
3. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง เข้าใจง่าย	4.83	0.05
4. สีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน	4.81	0.06
5. ความสะดวกในการใช้งาน	4.87	0.05
6. ข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อผู้รับชม	4.91	0.04
7. ความง่ายต่อการเข้าใจ	4.89	0.04
8. ความง่ายต่อการศึกษา	4.87	0.05
9. สามารถสื่อสารตรงกลุ่มเป้าหมาย	4.89	0.04
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.85</b>	<b>0.37</b>

6.4.2 ขั้นตอนการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ผู้รับชมการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานแอปพลิเคชันในมือถือ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนและครูที่สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 53 ท่าน ด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เมื่อกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานเสร็จสิ้น คณะผู้วิจัยจึงแจกแบบประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผล โดยมีรายละเอียด แสดงดังตาราง 2

ผลการประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อโมบายแอปพลิเคชันนำเสนอแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ จากกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน จำนวน 53 ท่าน พบว่าผลประเมินความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 โดย 3 รายการ ที่มีผลประเมินสูงสุดเรียงจากมากไปน้อย คือ ข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อผู้รับชม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 รองลงมา คือ 4.89 มี 2 รายการคือความง่ายต่อการเข้าใจ และสามารถสื่อสารตรงกลุ่มเป้าหมายตามลำดับ

## 7. อภิปรายผลการวิจัย

การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ แบบปฏิสัมพันธ์สนับสนุนทางด้านอารมณ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนสำหรับเด็กปฐมวัย เรื่อง ปาฏิหาริย์แห่งใจ มีเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะของเด็กปฐมวัย ที่ให้ข้อคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน และการสนับสนุนทางด้านอารมณ์ จากผลการประเมินความเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อโมบายแอปพลิเคชัน พบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ( $\bar{X}=4.85$ ,  $S.D.=0.37$ ) เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อ

พบว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อผู้รับชมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}=4.91$ ,  $S.D.=0.04$ ) โดยโมบายแอปพลิเคชัน มีความง่ายต่อการเข้าใจ และสามารถสื่อสารตรงกลุ่มเป้าหมาย รองลงมาและมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ( $\bar{X}=4.89$ ,  $S.D.=0.04$ ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อชิตา เทพสถิต (2557) ในประเด็นการสร้างสื่อแอนิเมชัน 3 มิติที่ีจะช่วยส่งเสริมจินตนาการ และช่วยกระตุ้นให้เด็กไทยได้เรียนรู้และเข้าใจ โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นสื่อที่เด็กเล็กสามารถดูและเข้าใจได้ง่าย มีประโยชน์ แต่ควรปรับให้แต่ละตอนมีความกระชับและภาษาง่ายเหมาะกับวัยในการเรียนรู้

## 8. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การประยุกต์ใช้โมชันแคปเจอร์ (Motion capture) เพื่อการจัดท่าทางการเคลื่อนไหวของตัวละครสมจริงมากขึ้นและช่วยลดขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานให้ใช้เวลาน้อยลง
2. การพัฒนาแอปพลิเคชันที่สร้างประสบการณ์เชื่อมต่อระหว่างภาพของโลกความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality)

## 9. เอกสารอ้างอิง

- ชิตกมล สังข์ทอง, อิศราภา ชื่นสุวรรณ, จุไรรัตน์ กีบาง และพนิดา ศิริอำพันธุ์กุล. (2561). *สถานการณ์ปัญหาภาวะสุขภาพ พัฒนาการ และพื้นฐานอารมณ์ของเด็กปฐมวัย*. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- दनัยพร ลดากุล และปญญรัตน์ ปญญา. (2561) การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้วยความสือสัตย์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2, *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์*, 1(1), 64-71.

- ทินกร ลุนโน และพจน์ศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์. (2560). การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง น้ำใจ, ใน *เอกสารการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3* (หน้า 1-7). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นุชจรรย์ ม่วงอยู่. (2562). การพัฒนาด้านทางสังคมของเด็กปฐมวัยโดยจัดการเรียนรู้แบบไฮสโคปของเด็กโรงเรียนอนุบาลบ้านค่ายหมื่นแป้ว จังหวัดชัยภูมิ, *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 1(1), 41-50.
- ปิยภัทร โกษาพันธุ์. (2564). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบตอบสนองสำหรับเด็กปฐมวัยด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 11(2), 15-26.
- ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย และสมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *คู่มือสำหรับพ่อแม่แม่ภาคความรู้ด้านการดูแลและพัฒนาเด็ก ตอน เด็กวัยอนุบาล 3 - 6 ปี*. สืบค้น 17 มีนาคม 2565, สืบค้นจาก <http://www.thaipediatrics.org/Media/media-20171010123112.pdf>
- วัชรพงศ์ จันทร์ระ, เกียรติฉัตร ภูมิศรี และธเนศ ศรพรหม. (2563). แอนิเมชันตัวอย่างเกม 3 มิติ เรื่อง Magic Stone. ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 8* (หน้า 1861-1867). มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- วิทยา ดำรงเกียรติศักดิ์ และนภาพรรณ อาษาเพชร. (2557). การเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่ใช้เทคนิคการเล่าเรื่องแตกต่างกันของนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 9(2), 114-140.
- สถาบันวิจัยสุขภาพจิตเสี้ยวเหอ. (2563). *การ์ตูนจิตวิทยาเด็กปฐมวัย เล่ม 1 : ทักษะทางสังคม*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). บริษัท วาราพับลิชชิง จำกัด.
- สายสมร เฉลยกิตติ, สรินทร เขียวโสธ และญาดา น้อยเลิศ. (2562). การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมสื่อการสอนเสมือนจริงโดยสมาร์ตโฟน, *รามาริบัติพยาบาลสาร*, 25(1), 5-15.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *คู่มือหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 สำหรับเด็กอายุ 3 - 6 ปี*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อชิตา เทพสถิตย์. (2557). การออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติ การกินอย่างถูกโภชนาการ, ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 3* (หน้า 353-360). มหาวิทยาลัยรังสิต.

## การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์ตีนเป็ด ในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์

### Application of Geo-informatics for Study Diversity the Plants of Apocynaceae in Phu Faek Forest Park, Kalasin Province

นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี<sup>1,\*</sup>, สาธิต แสงประดิษฐ์<sup>1</sup>, ดำรงค์ดี ชูศรีทอง<sup>2</sup>, อรจรยา พิมกีนีย์<sup>1</sup>  
Narueset Prasertsri<sup>1,\*</sup>, Satith Sangpradid<sup>1</sup>, Damrongsak Chusritong<sup>2</sup>, Onjanya Pimkinree<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

<sup>2</sup> วนอุทยานภูแฝก กาฬสินธุ์ 46160 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Geo-Informatics, Faculty of Informatics, Maharakham University, Maharakham 44150, Thailand

<sup>2</sup> Phu Faek Forest Park, Kalasin 46160, Thailand

\* Corresponding Author: Narueset Prasertsri, narueset.p@msu.ac.th

#### Received:

15 March 2022

#### Revised:

25 May 2022

#### Accepted:

13 September 2022

#### คำสำคัญ:

ลักษณะการกระจายตัวพืชวงศ์  
ตีนเป็ด, ความหนาแน่น, การ  
ซ้อนทับข้อมูล

#### Keywords:

*Distribution of Apocynaceae,*  
*densit, Overlay*

**บทคัดย่อ:** พืชวงศ์ตีนเป็ด มีประโยชน์ทั้งด้านการ นำมารับประทานเป็น  
อาหาร เป็นพืชสมุนไพร และเป็นไม้ประดับ การสำรวจพืชวงศ์ตีนเป็ด ในป่า  
วนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ วัตถุประสงค์  
ของงานวิจัยฉบับนี้เพื่อ 1) การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลาก  
ชนิด ความหนาแน่น และการกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด 2) วิเคราะห์  
ปัจจัยทางกายภาพและจัดทำแผนที่พืชวงศ์ตีนเป็ดในวนอุทยานภูแฝก โดย  
การวางแผนสำรวจชั่วคราว ขนาด 40 X 40 เมตร จำนวน 50 แปลง พบพืช  
วงศ์ตีนเป็ด 47 แปลง จำนวน 12 ชนิด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น  
และไม้พุ่มล้มลุก ไม้ยืนต้น 3 ชนิด พบมากที่สุด คือ โมกมัน (*Wrightia*  
*pubescens* R. Br.) โมกหลวง (*Holarrhena pubescens* (Buch.-Ham.)  
Wall.ex G.Don) และ พญาสัตบรรณ (*Alstonia scholaris*) จำนวน 437,  
12 และ 5 ต้นตามลำดับ มีค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช (IVI) เท่ากับ 30.434,  
1.133 และ 0.593 ตามลำดับ ไม้พุ่มล้มลุก จำนวน 2 ชนิด แบ่งออกเป็น 2  
ประเภท ได้แก่ ไม้ล้มลุก และไม้รอเลื้อย ไม้ล้มลุก คือ ต้าง (*Hoya kerrii* Craib)  
และ เกล็ดมังกร (*Dischidia minor* (Vahl) Merr.) จำนวน 4 และ 1 ต้นตาม  
ลำดับ และไม้รอเลื้อย คือ ส้มลม (*Aganonerion polymorphum* Spire)  
โมกเครือ (*Aganosma marginate* (Roxb.) G.Don) กระทุ่มหมาบ้า (*Dregea*  
*volubilis* (L.f.) Benth. ex Hook.f) ชะลูดข้อสั้น (*Alyxia reinwardtii* Blume)  
อ้อยสามสวน (*Albizia myriophylla* Benth) เครือปลาแดง (*Ichnocarpus*  
*frutescens* (L.) W.T.Aiton) และเครือมวกขาว (*Parameria laevigata*  
(Juss.) Moldenke.) จำนวน 442, 113, 93, 44, 17, 2 และ 1 ต้นตามลำดับ

การวิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยวิธีการ Kernel Density พบว่า 1) ไม้ยืนต้น (ไม้หนุ่ม และไม้ใหญ่) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.090 ถึง 0.122 ต้น/ตารางเมตร ต่ำสุดคือ 0.001 ถึง 0.022 ต้น/ตารางเมตร 2) ไม้พื้นล่างที่เป็นไม้ยืนต้น มีสูงสุดระหว่าง 0.066 ถึง 0.087 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0 ถึง 0.014 ต้น/ตารางเมตร 3) ไม้พื้นล่าง (ไม้ล้มลุกและไม้ร่อเลื้อย) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.101 ถึง 0.131 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0 ถึง 0.022 ต้น/ตารางเมตร

ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Kernel Density จะมีลักษณะการกระจายตัวได้สมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนามได้มากที่สุด พิจารณาปัจจัยทางกายภาพด้านนี้ความต่างความชื้นพบว่า พืชวงศ์ตีนเป็ดจะปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างค่า 0.271 ถึง 0.414 ซึ่งเป็นความชื้นในระดับน้อยที่สุด ปัจจัยทางกายภาพด้านป่าไม้ พบว่า พืชวงศ์นี้เกิดกระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ปัจจัยทางกายภาพด้านความลาดชัน สามารถพบพืชวงศ์นี้ได้ตั้งแต่ 10 ถึง 20% และปัจจัยทางกายภาพด้านความสูง พบมากในบริเวณความสูงตั้งแต่ 250 ถึง 290 เมตร ทั้งนี้พืชวงศ์ตีนเป็ดเป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น นำมาประกอบอาหาร ยารักษาโรค และเป็นไม้ประดับเพื่อความสวยงาม จึงสมควรอย่างยิ่งที่อนุรักษ์เอาไว้

**Abstract:** The plants of Apocynaceae family, from the local wisdom can be useful for eaten as a food, as a medicinal and ornamented plant. The exploration the plants of Apocynaceae family in Phu Faek Forest Park, Kalasin Province. This research aimed to 1) Applied Geoinformatics for study the diversity, density and distribution of Apocynaceae. 2) Spatial analysis and mapping the plants of Apocynaceae. The 50 temporary plots were laid out in this area by the size 40 X 40 meters. The results found plants of Apocynaceae. The 47 temporary plots, 12 species and can be divided into 2 types were followed by Perennial and Seedling. 1) Perennial 3 species. The most common was (*Wrightia pubescens* R. Br.) (*Holarrhena pubescens* (Buch.-Ham.) Wall.ex G.Don.) and (*Alstonia scholaris*). The numbers of trees was 437 12 and 5 plants respectively. The Importance Value Index (IVI) was 30.434 1.133 and 0.593 respectively. 2) The 2 seedling types can be divided into 2 species follow by herbaceous plant (*Dischidia minor* (Vahl) Merr.) and (*Hoya kerrii* Craib.), the numbers of trees was 4 and 1 trees respectively. And ivy plant (*Aganonerion polymorphum* Spire) (*Aganosma marginate* (Roxb.) G.Don) (*Dregea volubilis* (L.f.) Benth. ex Hook.f) (*Alyxia reinwardtii* Blume) (*Albizia myriophylla* Benth) (*Ichnocarpus frutescens* (L.) W.T.Aiton) and (*Parameria laevigata* (Juss.) Moldenke), the numbers of trees was 442, 113, 93, 44, 17, 2, and 1 trees, respectively.

The density analysis by using Kernel method. The results found that 1) the perennial (sapling and tree) had the highest value between 0.090-0.122, lowest value between 0.001 to 0.022 tree per square meter 2) the seedling as a perennial had the highest value between 0.066 to 0.087, lowest value between 0 to 0.014, tree per square meter. 3) the ivy plants had the highest value between 0.101 to 0.131, lowest value between 0 to 0.022 tree per square meter

The results of Analysis by using the Kernel Density technique will have reasonable distribution with the data from collected in the field. When considering physical factors, the normalized difference water index (NDWI) was found that the Apocynaceae are present, in the value range 0.271 to 0.414. Which in the lowest humidity. The plants of the Apocynaceae have been discovered all across the mix-deciduous forest. The slopes factor found the in ranging 10 to 20%. And the height factor found that in range of 250 to 290 meters. The benefits of Apocynaceae there are many uses the cooking, herb and ornamented plant. Therefore very deserving of conservation.

## 1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลาย และความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพมากแห่งหนึ่งของโลก ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายทางด้านพืชและสัตว์ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแบบร้อนชื้นซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ โดยทั่วไปของประเทศมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 19 ถึง 38 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทั้งชนิดของพืชและสัตว์ ทั้งนี้มนุษย์ยังใช้ประโยชน์จากพืชมากมายหลายด้าน เช่น อาหาร สมุนไพร และอื่นๆ พรรณไม้วงศ์ตีนเป็ด (Apocynaceae) เป็นวงศ์ที่มีขนาดใหญ่ พบได้ทั้งพืชปลูก พืชป่า และพืชเฉพาะถิ่น มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลก ประมาณ 155 สกุล 1,700 ชนิด ในประเทศไทยพบ 42 สกุล 125 ชนิด ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม เป็นยาสมุนไพร รักษาโรค เช่น พุดทุ่ง (*Holarrhena curtisii* King & Gamble) ใช้รากต้มน้ำดื่มแก้บิด แก้ผดผื่นคัน (นิจศิริ เรื่องรังสี และธวัชชัย มังคละคุปต์, 2547) และยังมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ปลูกเป็นไม้ประดับ ตกแต่งภูมิทัศน์ เช่น แพงพวย (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) (องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, 2536) และเป็นพืชอาหาร เช่น ดอกและใบอ่อนของส้มลม (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire) (ทยา กิจการณ, 2545) นอกจากนี้วงศ์ตีนเป็ดในประเทศไทยถูกจัดเป็นไม้หวงห้ามประเภท ก จำนวน 4 สกุล ได้แก่ สกุล

ตีนเป็ด สกุลโยลูดง สกุลโมกหลวง และสกุลโมกมัน (กรมป่าไม้, 2530)

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น และการกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ดในวนอุทยานภูแฝก

2.2 วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ และจัดทำแผนที่พืชวงศ์ตีนเป็ดในพื้นที่วนอุทยานภูแฝก

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

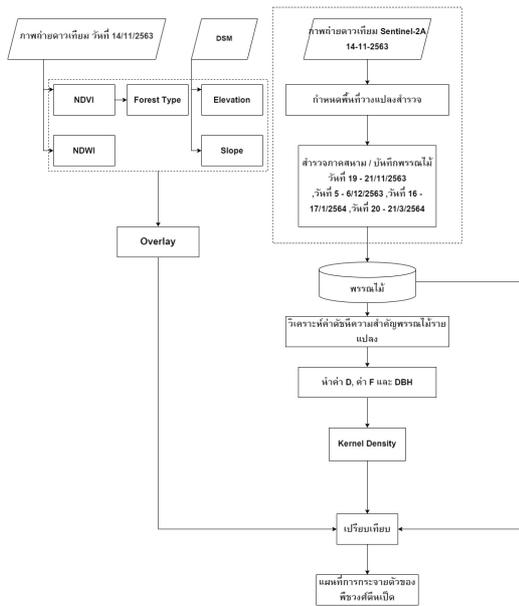
ขั้นตอนในการดำเนินงาน การศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์ตีนเป็ดในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์ดำเนินการตามขั้นตอน (ภาพประกอบ 1)

### 3.1 การเตรียมข้อมูล

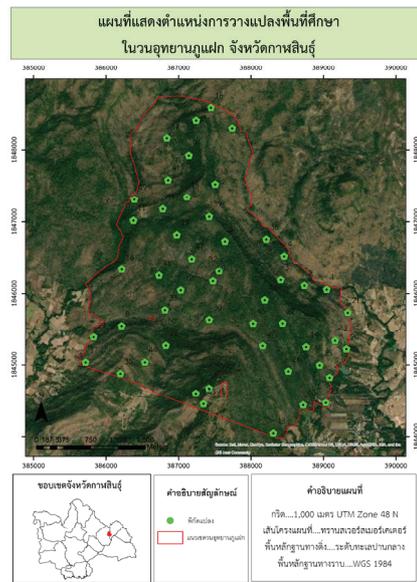
#### 3.1.1 กำหนดพื้นที่การศึกษาวิจัย

(1) กำหนดพื้นที่ศึกษา โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Sentinel-2

(2) วางแผนการเก็บข้อมูลภาคสนาม จากภาพแผนที่ ขนาดแปลง 40x40 เมตร คำนวณจากจำนวนพื้นที่ทั้งหมด 6,657.900 ไร่ มาคิดเป็น 1 ไร่ ต่อร์้อยละ 0.01 ของพื้นที่ทั้งหมดคำนวณได้เท่ากับ  $6,657.900 \times 0.01 = 66.579$  แปลง ซึ่งหมายถึง 6,657.900 ไร่ ต้องวางแผนแปลงไม่ต่ำกว่า 66 แปลง ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการวางแผนไปทั้งสิ้นจำนวน



ภาพประกอบ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงตำแหน่งการวางแปลงพื้นที่ศึกษา

50 แปลง ดังนั้นการวางแปลงของผู้จัดทำจึงน้อยกว่าการวางแปลงขั้นต่ำ ทำให้ค่าความถูกต้องในการนำปศศึกษาความหลากหลายชนิดจากการเก็บข้อมูลภาคสนามคาดเคลื่อนเล็กน้อย (ภาพประกอบ 2)

(3) ใช้เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก(Global Positioning System:GPS) ในการระบุพิกัดตำแหน่งพื้นที่ไม้ที่สำรวจพบ ด้วยระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

(4) บันทึกข้อมูลในภาคสนามโดยการใช้แบบสำรวจพันธุ์ไม้ ซึ่งจะประกอบด้วย (ชื่อ, จำนวน, พิกัดหรือตำแหน่งที่สำรวจพบพันธุ์ไม้, ความสูง และเส้นรอบวง)

### 3.1.2 การนำเข้าสู่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

(1) วิธีดำเนินการ/เทคนิคที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามความหนาแน่น (Density) ความถี่ (Frequency) โดยใช้เทคนิค Kernel Density และ Inverse Distance Weighted

(2) ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความต่างความชื้น (NDWI) (ภาพประกอบ 3) ความลาดชัน (Slope) (ภาพประกอบ 4) ความสูง (Elevation) (ภาพประกอบ 5) และประเภทป่าไม้ (Forest Type) (ภาพประกอบ 6)

3.1.3 ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวเชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบ (Kernel Density) (ภาพประกอบ 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13)

3.1.4 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเกิดของพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยแต่ละปัจจัย เพื่อหาว่าพื้นที่ใดพบพืชวงศ์ตีนเป็ด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ตามลำดับ

### 3.2 ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม

3.2.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช (Importance Value Index: IVI) ตามแนวทางของอุทิศ กุฎอินทร (2542) การวิเคราะห์ค่า IVI

ใช้ปัจจัย 3 อย่างคือ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density: RD), ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance: RDo), และค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency: RF)

3.2.2 ความหนาแน่น ของพันธุ์ไม้ (Density: D) คือ จำนวนทั้งหมดของชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในแปลงสำรวจ (ต้น/หน่วยพื้นที่)

$$\text{ความหนาแน่นพันธุ์ไม้ (D)} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้มทั้งหมดที่ปรากฏ}}{\text{จำนวนพื้นที่ของแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}$$

3.2.3 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density: RD) คือ ร้อยละของความหนาแน่นของพืชชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับของความหนาแน่นรวมของสังคม หรือของพืชทุกชนิดรวมกัน

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ A (RD)} = \frac{\text{ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ A} \times 100}{\text{ความหนาแน่นรวมของสังคม}}$$

3.2.4 ความถี่ (Frequency: F) คือ ค่าที่แสดงการพบพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในแปลงตัวอย่างเปรียบเทียบกับจำนวนแปลงสำรวจทั้งหมด

$$\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ไม้ A (F)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พันธุ์ไม้ A ปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.5 ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency: RF) คือร้อยละของค่าความถี่ของพืชชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลรวมความถี่ของพืชทุกชนิด

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ไม้ A (RF)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พันธุ์ไม้ A ปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.6 พื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ (Basal Area: BA) คือ พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้แต่ละต้น (สามารถและธัญนรินทร์, 2538)

พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ =  $gbh^2/4\pi$   
(gbh: Girth at Breast Height คือ การวัดต้นเส้นรอบวงของต้นไม้ที่สูงระดับอก หรือ 1.30 เมตร)

3.2.7 ความเด่นของชนิดพันธุ์ (Species Dominance: DO) คือ ค่าที่แสดงถึงการปกคลุม(Coverage) ในเชิงพื้นที่หน้าตัด

$$\text{ความเด่น (DO)} = \frac{\text{ค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{ค่าพื้นที่รวมของแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.8 ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance: RDO) คือ ร้อยละของผลรวมของพื้นที่หน้าตัด ของพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ทุกชนิด

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo)} = \frac{\text{ค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A} \times 100}{\text{ค่าพื้นที่รวมของพื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}}$$

3.2.9 ดัชนีความสำคัญของพันธุ์พืช (Importance Value Index: IVI) คือ ผลรวมของค่าจากค่าความสัมพัทธ์ทั้งสาม ค่าได้แก่ ความถี่สัมพัทธ์ความเด่นสัมพัทธ์ และความหนาแน่นสัมพัทธ์

$$\text{ดัชนีความสำคัญของพันธุ์พืช A (IVI)} = \text{RD (A)} + \text{RF (A)} + \text{RDo (A)}$$

### 3.3 ทฤษฎีเทคนิคที่ใช้

#### 3.3.1 Kernel density

ทฤษฎีการประมาณค่าความหนาแน่น (Kernel density estimation) (ปิยะวัฒน์ คำภีระ, 2558) คือ การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งมีหลักการวิเคราะห์ คือ ตารางกริดจะถูกสร้างขึ้นครอบคลุมในทุกๆ จุด โดยอาศัยฟังก์ชัน 3 มิติแบบเคลื่อนที่มีความยาวรัศมีที่กำหนดไว้จะเคลื่อนที่ไปทุกๆ ช่องตารางกริดและคำนวณค่าน้ำหนักจุดแต่ละจุดภายในรัศมีของแกนกลางค่าของช่องตารางกริดสุดท้ายถูกคำนวณ โดยการรวมค่าของการประมาณค่าแกนกลางทุกๆ

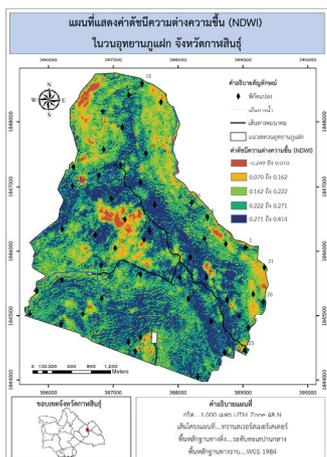
ตำแหน่งในกระบวนการวิเคราะห์การประมาณค่าความหนาแน่น Kernel density estimation จำเป็นต้องใช้พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ คือ ขนาดตารางกริด (grid cell size) และแบนด์วิดท์ (bandwidth)

Kernel Density คือ เครื่องมือใน Arc GIS ซึ่งเป็นเทคนิคในการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล เป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด (point pattern analysis) ซึ่งอยู่ในหลัก

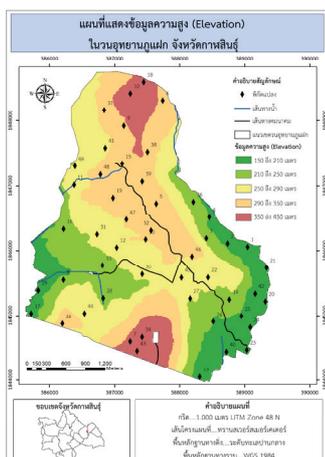
ของการประมาณวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ การนำลักษณะข้อมูลจุดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะแสดงผลในลักษณะของตารางกริด (Raster) หลักการของวิธีการนี้ คือ การคำนวณรัศมี (Radius) ของแต่ละจุดข้อมูลก่อนจะเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Bandwidth) ตามที่กำหนดเพื่อหาความหนาแน่นซึ่งค่าของรัศมี และระยะห่างของช่วงความถี่ที่นำมาวิเคราะห์นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องใด

ตาราง 1 แสดงการให้ค่าคะแนนปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

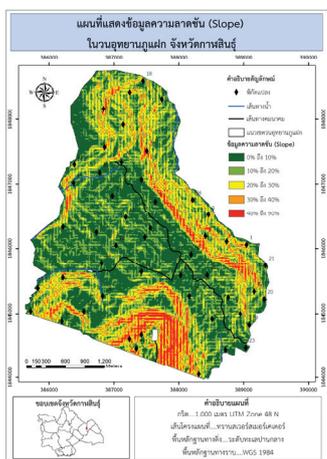
ปัจจัย	ความสำคัญ		
	รายละเอียด	ค่าคะแนน	หมายเหตุ
ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2563	-0.249 ถึง 0.070	5	มากที่สุด
	0.070 ถึง 0.162	4	มาก
	0.162 ถึง 0.222	3	ปานกลาง
	0.222 ถึง 0.271	2	น้อย
	0.271 ถึง 0.414	1	น้อยที่สุด
ความลาดชัน (Slope)	0% ถึง 10%	4	มาก
	10% ถึง 20%	5	มากที่สุด
	20% ถึง 30%	3	ปานกลาง
	30% ถึง 40%	2	น้อย
	40% ถึง 90%	1	น้อยที่สุด
ความสูง (Elevation)	150 ถึง 210 เมตร	4	มาก
	210 ถึง 250 เมตร	3	ปานกลาง
	250 ถึง 290 เมตร	5	มากที่สุด
	290 ถึง 350 เมตร	2	น้อย
	350 ถึง 450 เมตร	1	น้อยที่สุด
ประเภทป่าไม้ (Forest Type)	ป่ายูคาลิปตัส	1	น้อยที่สุด
	ป่าเต็งรัง	2	ปานกลาง
	ป่าเบญจพรรณ	3	มากที่สุด



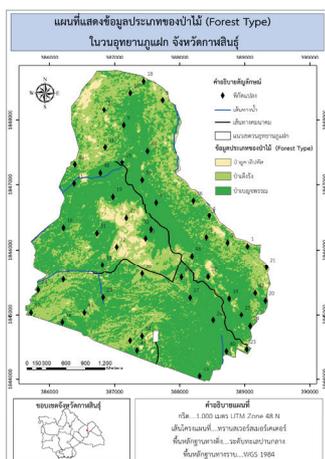
ภาพประกอบ 3 แสดงแผนที่ดัชนีความต่าง  
 ความชื้น (NDWI)



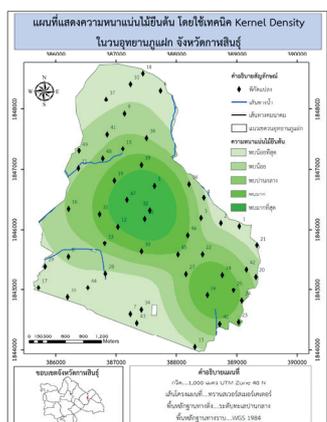
ภาพประกอบ 4 แสดงแผนที่ความสูง  
 (Elevation)



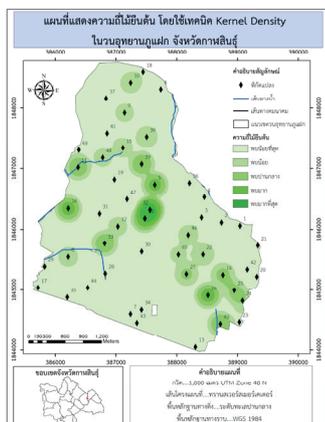
ภาพประกอบ 5 แสดงแผนที่ความลาดชัน  
 (Slope)



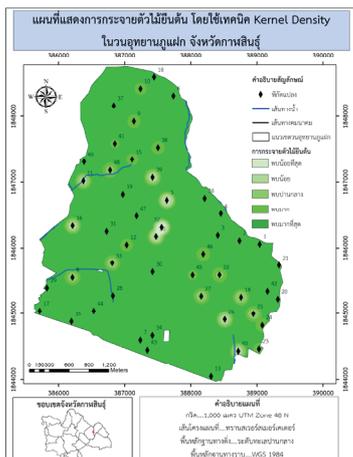
ภาพประกอบ 6 แสดงแผนที่ประเภทป่าไม้  
 (Forest Type)



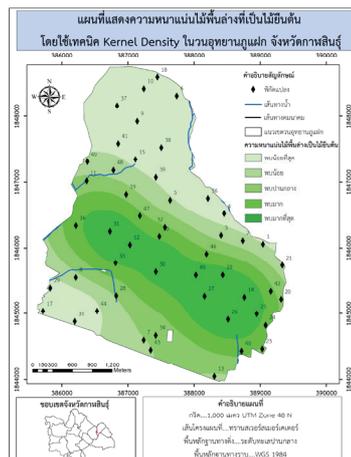
ภาพประกอบ 7 แสดงแผนที่ความหนาแน่นไม้ยืนต้น  
 โดยใช้ Kernel Density



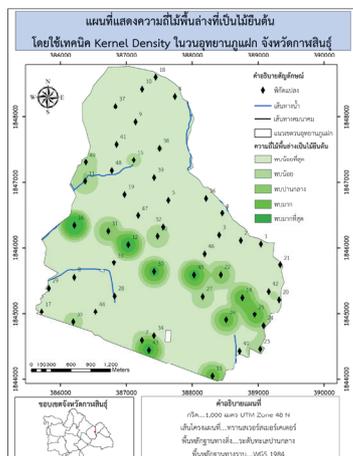
ภาพประกอบ 8 แสดงแผนที่ความถี่ไม้ยืนต้น  
 โดยใช้ Kernel Density



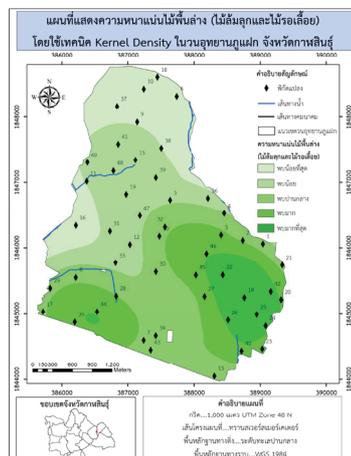
ภาพประกอบ 9 แสดงแผนที่การกระจายตัว  
 ไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



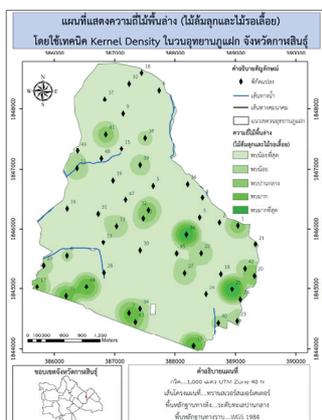
ภาพประกอบ 10 แสดงแผนที่ความหนาแน่นไม้  
 พืชยืนต้นที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



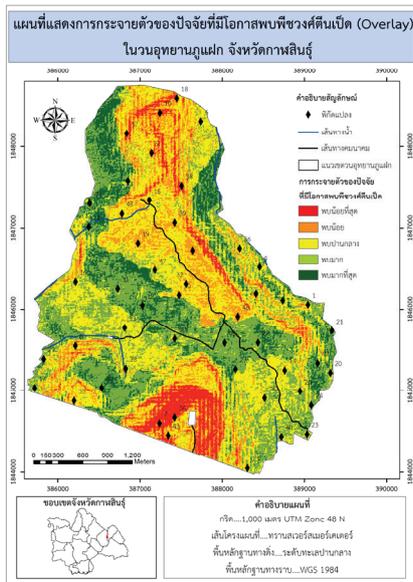
ภาพประกอบ 11 แสดงแผนที่ความถี่ไม้พื้นล่าง  
 ที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 12 แสดงแผนที่ความหนาแน่น  
 ไม้พื้นล่าง โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 13 แสดงแผนที่ความถี่ไม้พื้นล่าง  
 โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยการซ้อนทับที่มีโอกาสพบพืชวงศ์ตีนเป็ด

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยการซ้อนทับที่มีโอกาสพบพืชวงศ์ตีนเป็ด

ลำดับ	ค่าคะแนน	สี	คำอธิบาย	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
1	1	Red	พบน้อยที่สุด	199.588
2	2	Orange	พบน้อย	601.491
3	3	Yellow	พบบานกลาง	1,858.675
4	4	Light Green	พบบานมาก	2,323.273
5	5	Dark Green	พบบานมากที่สุด	1,674.533

#### 4. ผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด ซึ่งแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความหลากหลายของพืชวงศ์ตีนเป็ด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น ได้แก่ โมกมัน โมกหลวง และพญาสัตบรรณ จำนวน -0.2327, -0.0164 และ -0.0078 ตามลำดับ และไม้พื้นล่าง ได้แก่ ส้มลม โมกเครือ กระทุ่มหมาบ้า ชะลูดซ้อสั้น อ้อยสามสวน ต่าง เครือปลาแดง เกล็ดมังกร และเครือเขามวกเขา จำนวน -0.0488, -0.0162, -0.0138, -0.0073, -0.0032, -0.0009, -0.0005, -0.0003 และ -0.0003 ตามลำดับ

2. ผลจากการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชประกอบด้วย ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ประเภทป่าไม้ (Forest Type) ด้วยวิธีการการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เป็นเทคนิคใช้ในการคาดประมาณความ

หนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นการวัดการกระจายตัวของจุด ดังตาราง 2 (ภาพประกอบ 17)

3. ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ดประกอบด้วย ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ประเภทป่าไม้ (Forest Type) ของพืชวงศ์ตีนเป็ดมาสร้างแผนที่การประมาณค่าเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยผลปรากฏว่าการใช้เทคนิค Kernel Density จะมีการกระจายตัวได้ดี สอดคล้อง สมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนาม

#### 5. สรุปผลการศึกษา

การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยการวางแผนสำรวจชั่วคราว ขนาด 40 X 40 เมตร จำนวน 50 แปลง พบพืชวงศ์ตีนเป็ด 47 แปลง จำนวน 12 ชนิด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น และ ไม้พื้นล่าง ไม้ยืนต้น 3 ชนิด พบบานมากที่สุด คือ โมกมัน

(*Wrightia pubescens* R. Br.) โมกหลวง (*Holarrhena pubescens* (Buch.-Ham.) Wall.ex G.Don) และ พญาสัตบรรณ (*Alstonia scholaris*) จำนวน 440, 12 และ 5 ต้นตามลำดับ มีค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช เท่ากับ 30.565, 1.133 และ 0.593 ตามลำดับ ไม้พื้นล่าง จำนวน 2 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไม้ล้มลุก และ ไม้รื้อเลื้อย ไม้ล้มลุก คือ ต้าง (*Hoya kerrii* Craib) และเกล็ดมังกร (*Dischidia minor* (Vahl) Merr.) จำนวน 4 และ 1 ต้นตามลำดับ และ ไม้รื้อเลื้อย คือ ส้มลม (*Aganoderion polymorphum* Spire) โมกเครือ (*Aganosma marginate* (Roxb.) G.Don) กระทุหมงมาบ้า (*Dregea volubilis* (L.f.) Benth. ex Hook.f) ชะลูดช่อสั้น (*Alyxia reinwardtii* Blume) อ้อยสามสวน (*Albizia myriophylla* Benth) เครือปลา สดแดง (*Ichnocarpus frutescens* (L.) W.T.Aiton) และเครือมวกขาว (*Parameria laevigata* (Juss.) Moldenke.) จำนวน 1 ต้น จำนวน 442, 113, 93, 44, 17, 2 และ 1 ต้นตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด ค่าดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) มากที่สุดมีค่าตั้งแต่ -0.249 ถึง 0.070 น้อยที่สุดมีค่าตั้งแต่ 0.271 ถึง 0.414 ค่าความสูง (Elevation) มากที่สุดมีค่าตั้งแต่ 350 ถึง 450 เมตร น้อยที่สุดมีค่าตั้งแต่ 150 ถึง 210 เมตร ค่าความลาดชัน (Slope) มากที่สุดมีค่าตั้งแต่ 40 ถึง 90% น้อยที่สุดมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 10% ค่าประเภทป่าไม้ (Forest) มากที่สุดคือ ป่าเบญจพรรณ น้อยที่สุดคือป่ายูคาลิปตัส ความหนาแน่นด้วยวิธีการ Kernel Density พบว่า ไม้ยืนต้น (ไม้หนุมและไม้ใหญ่) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.090 ถึง 0.122 ต้น/ตารางเมตร ต่ำสุดคือ 0.048 ถึง 0.155 ต้น/ตารางเมตร ไม้พื้นล่างที่เป็นไม้ยืนต้น มีความหนาแน่น สูงสุดระหว่าง 0.066 ถึง 0.087 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0 ถึง 0.014 ต้น/ตารางเมตร และไม้พื้นล่าง (ไม้ล้มลุก และ ไม้รื้อเลื้อย) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.076 ถึง 0.101 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0 ถึง 0.022 ต้น/

ตารางเมตร ซึ่งความหนาแน่นนี้เกิดจากปัจจัยของความชื้นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ลักษณะการกระจายตัวของปัจจัยที่มีโอกาสพบพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชประกอบด้วย ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ประเภทป่าไม้ (Forest Type) ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เป็นเทคนิคใช้ในการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นการวัดการกระจายตัวของจุด พื้นที่ที่พบน้อยที่สุด 199.588 ไร่ พบมากที่สุด 1,674.533 ไร่

ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์ตีนเป็ดมาสร้างแผนที่การประมาณค่าเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยผลปรากฏว่าการใช้เทคนิค Kernel Density จะมีการกระจายตัวได้ดี สอดคล้อง สมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนาม พิจารณาปัจจัยทางกายภาพด้านดัชนีความต่างความชื้น พบว่าพืชวงศ์ตีนเป็ดจะปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างค่า 0.271 ถึง 0.414 ซึ่งเป็นความชื้นในระดับน้อยที่สุด ปัจจัยทางกายภาพด้านป่าไม้ พบว่าพืชวงศ์นี้เกิดกระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ปัจจัยทางกายภาพด้านความลาดชัน สามารถพบพืชวงศ์นี้ได้ตั้งแต่ 10 ถึง 20% และปัจจัยทางกายภาพด้านความสูง พบมากในบริเวณความสูงตั้งแต่ 250 ถึง 290 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารสมทบการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2536 (กรมป่าไม้, 2536) และกองกานดา ชยามฤต (2548) ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เช่น ลีลาวดีขาว (*Plumeria obtusa* L.) (นิจศิริ เรื่องรังสี และชัชชัย มังคละคุปต์, 2547) และยังมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจปลูกเป็นไม้ประดับตกแต่งภูมิทัศน์ เช่น แพงพวย (*Catharanthus roseus* (L.) G.Don.) (องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, 2536)

และเป็นพืชอาหาร เช่น ดอกและใบอ่อนของส้มลม (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire.) (ทยา กิจการุณ, 2545)

## 6. เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2555).

*ภูมิสารสนเทศทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (Geo-Informatics of Marine and Coastal Resources*. พัทยา กราฟฟิค ปริ้นท์ จำกัด.

กรมป่าไม้. (2530). *พระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม พ.ศ. 2530*. สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก <http://new.forest.go.th/for10/wp-content/uploads/sites/73/2015/05/พระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม 2530.pdf>

กรมป่าไม้. (2536). *เอกสารสมทบการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2536 “ป่าเพื่อชีวิต” ในหัวข้อ ตื่นเปิด ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจชนิดใหม่*. สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก [http://forprod.forest.go.th/forprod/frs-research/research\\_file\\_folder/FullPDF\\_t1467083684.pdf](http://forprod.forest.go.th/forprod/frs-research/research_file_folder/FullPDF_t1467083684.pdf)

ก่องกานดา ชยามฤต. (2548). *ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้*. สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก <https://www.slideshare.net/NicksonButsriwong/ss-72981582>

เกวลิน นาคเที่ยง และพิมพ์ิกา ยัมยวน. (2558). *ศึกษาเปรียบเทียบภาวะภัยแล้งในเขตตอนใต้ของจังหวัดสุโขทัย ด้วยเทคนิคดัชนีพืชพรรณและการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์เพื่อประเมินความสูญเสียจากภัยแล้ง*. [ปริญญาณิพนธ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. [http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2557/geo\\_2557\\_014\\_FullPaper.pdf](http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2557/geo_2557_014_FullPaper.pdf).

เชิดชัย เจียรนวนนท์. (2544). *สมุนไพรในป่าฝน เล่ม 1*. บริษัท แอ็ดวานซ์ เอ็ดดูเคชั่น มีเดีย จำกัด.

ดอกกรัก มารอด. (2549). *บทปฏิบัติการการวิเคราะห์สังคัมพืช*. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอกกรัก มารอด. (2554). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์สังคัมพืช*. สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก: [http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF\\_FILE/MAY\\_2011/DOKRAK\\_2011.pdf](http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF_FILE/MAY_2011/DOKRAK_2011.pdf).

ทยา กิจการุณ. (2545). *อาหารดอกไม้*. บริษัท อัมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

นิจศิริ เรืองรังสี และธวัชชัย มังคละคุปต์. (2547). *สมุนไพรไทย*. ปีเฮลท์ดี.

ปิยะวัฒน์ คำภีระ (2558). *การศึกษารูปแบบและช่วงเวลาของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน กรณีศึกษาเทศบาลนครพิษณุโลก*. [ปริญญาณิพนธ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. <http://trsl.thairoads.org/FileUpload/1610/170202001610.pdf>

พรชนก คักดีธานี. (2554). *วนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์*. สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก <http://www.oceansmile.com/E/Kalasin/VanaPhufak.htm>

พิณชนก มะลิมาตร. (2559). *การศึกษาลักษณะสัมพันธ์ทางกายวิภาคศาสตร์ และเรณูวิทยาของพืชวงศ์ สิวาติ (Apocynaceae) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย*. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 37(1), 51-64.

พินชนก มะลิมาตร, ปิยะพร แสนสุข และอุษา ทองไฟโรจน์ . (2556). สัณฐานวิทยาของต่อมโคน กลีบเลี้ยง (Colleter) ของพืชวงศ์ลีลาวดี (Apocynaceae). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, ฉบับพิเศษ, 683-691.

พินิจ จันทร. (2551). *ยาดี้ไถ่สัตว์*. ฐานบุ๊คส์.

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. (2560). *ป่าไม้ในเมืองไทย*. สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/10526>

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, สมภพ ประชานธูรกิจ และทยา เจนจิตติกุล. (2556). *สารานุกรมสมุนไพรเล่ม 5: สมุนไพรพื้นบ้านอีสาน*. มูลนิธิมหาวิทยาลัยมหิดล.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวัชกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่. (2558). *โครงการจัดการทำแปลงตัวอย่างถาวรป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน และจังหวัดตาก*. สืบค้น 25 กุมภาพันธ์ 2564, สืบค้นจาก [http://park.dnp.go.th/file/chaingmai/58/12\\_28.pdf](http://park.dnp.go.th/file/chaingmai/58/12_28.pdf)

เศรษฐมนันตร์ กาญจนกุล. (2552). *ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย*. เศรษฐศิลป์บริษัท วีพรีนท์.

สามารถ मुखสมบัติ และธัญรินทร์ ณ นคร. (2538). *การใช้ Spiegel Relascope เพื่อจัดสร้างตารางปริมาตรไม้ บริเวณป่าสาธิตเขตเตอร์แม่แห่ง อำเภองาว จังหวัดลำปาง*. กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. (2536). *ไม้ดอกไม้ประดับ*. บริษัท ด่านสุภาการพิมพ์ จำกัด.

อุทิศ ภูอินทร์. (2542). *นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

## การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์เข็ม ในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์

### Application of Geo-informatics for Study Diversity the Plants of Rubiaceae in Phu Faek Forest Park, Kalasin Province

นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี<sup>1\*</sup>, สาธิต แสงประดิษฐ์<sup>1</sup>, ดำรงศักดิ์ ชุศรีทอง<sup>2</sup>, ทิตติยาภานต์ แสกนา<sup>1</sup>  
Narueset Prasertsri<sup>1\*</sup>, Satith Sangpradid<sup>1</sup>, Damrongsak Chusritong<sup>2</sup>, Titthiyakan Haekna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

<sup>2</sup> วนอุทยานภูแฝก กาฬสินธุ์ 46160 ประเทศไทย

<sup>1</sup> Department of Geo-Informatics, Faculty of Informatics, Maharakham University, Maharakham 44150, Thailand

<sup>2</sup> Phu Faek Forest Park, Kalasin 46160, Thailand

\* Corresponding Author: Narueset Prasertsri, narueset.p@msu.ac.th

#### Received:

15 March 2022

#### Revised:

25 May 2022

#### Accepted:

21 September 2022

#### คำสำคัญ:

ลักษณะการกระจายตัวพืชวงศ์เข็ม,  
ความหนาแน่น, การซ้อนทับข้อมูล

#### Keywords:

Distribution of Rubiaceae,  
density, Overlay

**บทคัดย่อ:** วัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้เพื่อ 1) การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น และการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็ม 2) วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและจัดทำแผนที่พืชวงศ์เข็ม โดยการวางแผนสำรวจชั่วคราว ขนาด 40 X 40 เมตร จำนวน 50 แปลง พบพืชวงศ์เข็มแปลงจำนวน 14 ชนิด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ไม้ยืนต้น 9 ชนิด พบมากที่สุดคือ หมักม่อ (*Rothmannia wittii* (Craib.) Bremek.) ยอป่า (*Morinda coreia* Buch.-Ham) กระพุ่มโคก (*Mitragyna hirsuta* Havil.) จำนวน 59, 39 และ 28 ต้นตามลำดับ มีค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช (IVI) มากที่สุดเท่ากับ 3.638, 2.722 และ 2.062 ตามลำดับ พบน้อยที่สุด คือ กระเบียน (*Ceriscoides turgida*) คำมอกหลวง (*Gardenia sootepensis*) และเขว้า (*Adina cordifolia* Hook) จำนวน 2, 2 และ 2 ต้นตามลำดับ ค่าดัชนี IVI น้อยที่สุดเท่ากับ 0.235, 0.141 และ 0.141 ตามลำดับ 2) ไม้พุ่มจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ตะลุมพุก (*Tamilnadia uliginosa* (Retz.) Tirveng. & Sastre) เงียงตุก (*Canthium berberidifolium* Geddes) คำมอกน้อย (*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Kurz) กระพังโหม (*Paederia pilifera* Hook. f.) หญ้าลีนุง (*Oldenlandia corymbosa* L.) จำนวนที่พบ 78, 48, 12, 5 และ 3 ต้นตามลำดับ

การวิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยวิธีการ (Kernel Density) พบว่า 1) ไม้ยืนต้น (ไม้หนุ่ม และไม้ใหญ่) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.014-0.020 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดคือ 0.005-0.008 ต้น/ตารางเมตร 2) ไม้พุ่มที่เป็น

ไม้ยืนต้น มีสูงสุดระหว่าง 0.155-0.20 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0.000-0.045 ต้น/ ตารางเมตร 3) ไม้พุ่มล่าง (ไม้ล้มลุก) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.016-0.021 ต้น /ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0.001-0.006 ต้น/ ตารางเมตร ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Kernel Density จะมีลักษณะการกระจายตัวได้สมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนามได้มากที่สุด พิจารณาปัจจัยทางกายภาพดัชนีความต่างความชื้น พบว่า พืชวงศ์เข็มจะปรากฏอยู่ในช่วงค่า 0.271 ถึง 0.414 ซึ่งเป็นความชื้นในระดับน้อยที่สุด ปัจจัยด้าน ป่าไม้พบว่าพืชวงศ์เข็มแพร่กระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ปัจจัยด้านความลาดชัน สามารถพบพืชวงศ์นี้ ได้ตั้งแต่ความลาดชันตั้งแต่ 10% ถึง 20% และปัจจัยด้านความสูง พบมากในบริเวณความสูงตั้งแต่ 250 ถึง 290 เมตร ทั้งนี้พืชวงศ์เข็มเป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น นำมาใช้ทำเป็นเครื่องเรือน เครื่องมือ เครื่องใช้ ยารักษาโรคและเป็นไม้ประดับเพื่อความสวยงาม จึงสมควรอย่างยิ่งที่อนุรักษ์เอาไว้

**Abstract:** This research aimed to 1) Applied Geoinformatics for Study the diversity, density and distribution of Rubiaceae. 2) Spatial analysis and mapping the plants of Rubiaceae. The 50 temporary plots were laid out in this area by the size 40 X 40 meters. The results found that 14 species and can be divided into 2 types were followed by 1) Perennial 9 species. The most common was (*Rothmannia wittii* (Craib.) Bremek.) (*Morinda coreia* Buch.-Ham) and (*Mitragyna hirsuta* Havil.) The numbers of, the trees were 59 39 and 28 trees respectively. The Importance Value Index (IVI) was 3.638, 2.722, and 2.062 trees, respectively. The least found was (*Ceriscoides turgida*.) (*Gardenia sootepensis*.) and *Adina cordifolia* Hook. The numbers of trees were 2, 2, and 2 trees, respectively. The (IVI) was 0.235, 0.141, and 0.141 trees, respectively. 2) There are 5 types of ground seedling types (*Tamilnadia uliginosa* (Retz.) Tirveng. & Sastre) (*Canthium berberidifolium* Geddes) (*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Kurz) (*Paederia foetida* L) (*Oldenlandia corymbosa* L.), the numbers of trees were 78 48 12 5 and 3 trees respectively.

The density analysis by using Kernel method. The results found that 1) the perennial (sapling and tree) had the highest value between 0.014-0.020, lowest value between 0.005-0.008 tree per square meter. 2) the seedling was a perennial had the highest value between 0.115-0.204 lowest value between 0.000-0.045 tree per square meter. 3) the seedling and ivy plants had the highest value between 0.016-0.021, lowest value between 0.001-0.006 tree per square meter, and the density analysis by using.

The results of Analysis by using the Kernel Density technique will have Rubiaceae distribution with the data from collected in the field. When considering physical factors, the normalized difference water index (NDWI) was found that the Rubiaceae are present, in the value range 0.271 to 0.414. Which in the lowest humidity. The plants of the Rubiaceae have been discovered all across the mix-deciduous forest. The slopes faetor found the in ranging 10% to 20%. And the height faetor found that in range of 250 to 290 meters. The benefits of Rubiaceae there au very much use home, tools herb and ornamented plant. Therefore, very deserving of conservation.

## 1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชนานาชนิด โดยเฉพาะพืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) มีอยู่เป็นจำนวนมากหลายชนิด ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และจากการเพาะปลูกพืช จัดเป็นพืชที่มีความหลากหลายสูงวงศ์หนึ่งของโลก มีการกระจายของพืชวงศ์นี้ทั่วโลกประมาณ 630 สกุล 10,200 ชนิด ในประเทศไทยมีประมาณ 110 สกุล 600 ชนิด มีการนำพืชในวงศ์เข็มมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ได้แก่ เป็นพืชที่ให้กลิ่นหอม และทำอุปกรณ์เครื่องใช้ เช่น กระช่ม ไซ้เนา เข็มใหญ่ และหมักหม้อ ปลูกเป็นไม้ประดับ และทำเครื่องดื่มน้ำ เช่น กาแฟโรบัสตา ใช้เป็นสมุนไพร เช่น ยอเถื่อน คัดเค้า กระท่อม และตะลุมพุก รวมถึง เปลือกต้น และรากใช้ในการผลิตสีย้อม ใบ และผลใช้ในการประกอบอาหาร และการนำมาปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น (สุจิตา ศิลปสุวรรณ และดวงใจ ศุขเฉลิม, 2552)

วนอุทยานภูแฝก (แหล่งรอยเท้าไดโนเสาร์) อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าดงห้วยผา ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับกับเนินเขาไม่สูงนัก จึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ สภาพป่าเป็นป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ มีพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ เช่น ไม้มะค่าโมง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้ประดู่ ฯลฯ มีสัตว์ป่าที่พบเห็นได้ง่าย เช่น ไก่ป่า เป็นต้น ภูแฝก ภูเขาขนาดใหญ่ที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 150-450 เมตร มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นน้ำแร่ มีน้ำตลอดปี ใช้อุปโภคบริโภคได้ และใช้ในการเกษตรท้องถิ่น ใกล้เคียง และยังมีแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศวิทยา ได้แก่ บ่อน้ำแร่ รอยเท้าไดโนเสาร์ รอยสัตว์ สูดแผ่นดิน จึงเป็นจุดเด่นอย่างยิ่งที่ดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวและบุคคลทั่วไป จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า วนอุทยานภูแฝกมีความหลากหลายของสภาพป่า ประกอบกับยังไม่มีผู้ใดเข้าไปทำการสำรวจพืชวงศ์เข็มในเขตพื้นที่ ซึ่งยังคงความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่าธรรมชาติเดิมขนาดใหญ่ที่ยังหลง

เหลืออยู่ เป็นพื้นที่ที่สามารถพบพืชวงศ์เข็ม จากความหลากหลายของชนิดที่ค่อนข้างสูงการศึกษาจะเสร็จสมบูรณ์ได้จำเป็นต้องอาศัยเวลาในการสำรวจ อีกทั้งยังขาดข้อมูลภาคสนามที่จะทำให้การศึกษาคล่องไปได้ (พรชนก ศักดิ์ธานี, 2554)

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น และการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็มในพื้นที่วนอุทยานภูแฝก

2.2 วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ และจัดทำแผนที่พืชวงศ์เข็มในพื้นที่วนอุทยานภูแฝก

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

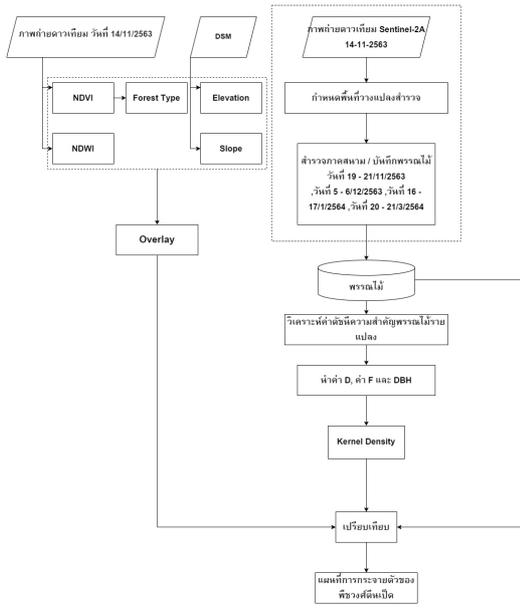
ขั้นตอนในการดำเนินงาน การศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชวงศ์เข็มเปิดในวนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์ดำเนินการตามขั้นตอน (ภาพประกอบ 1)

### 3.1 การเตรียมข้อมูล

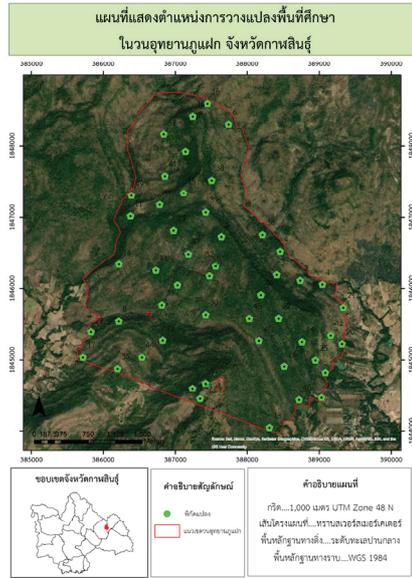
#### 3.1.1 กำหนดพื้นที่การศึกษาวิจัย

(1) กำหนดพื้นที่ศึกษา โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Sentinel-2

(2) วางแผนการเก็บข้อมูลภาคสนาม จากภาพแผนที่ ขนาดแปลง 40x40 เมตร คำนวณจากจำนวนพื้นที่ทั้งหมด 6,657.900 ไร่ มาคิดเป็น 1 ไร่ ต่อร์้อยละ 0.01 ของพื้นที่ทั้งหมดคำนวณได้เท่ากับ  $6,657.900 \times 0.01 = 66.579$  แปลง ซึ่งหมายถึง 6,657.900 ไร่ ต้องวางแผนแปลงไม่ต่ำกว่า 66 แปลง ซึ่งผู้จัดทำทำการวางแผนไปทั้งสิ้นจำนวน 50 แปลง ดังนั้นการวางแผนของผู้จัดทำจึงน้อยกว่าการวางแผนขั้นต่ำ ทำให้ค่าความถูกต้องในการนำไปศึกษาความหลากหลายชนิดจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม คาดเคลื่อนเล็กน้อย (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงตำแหน่งการวางแปลงพื้นที่ศึกษา

(3) ใช้เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก(Global Positioning System:GPS) ในการระบุพิกัดตำแหน่งพื้นที่สำรวจพบ ด้วยระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

(4) บันทึกข้อมูลในภาคสนามโดยการใช้แบบสำรวจพันธุ์ไม้ ซึ่งจะประกอบด้วย (ชื่อ, จำนวน, พิกัดหรือตำแหน่งที่สำรวจพบพันธุ์ไม้, ความสูง และเส้นรอบวง)

### 3.1.2 การนำเข้าสู่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

(1) วิธีดำเนินการ/เทคนิคที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ความหนาแน่น (Density) ความถี่ (Frequency) โดยใช้เทคนิค Kernel Density และ Inverse Distance Weighted

(2) ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความต่างความชื้น (NDWI) (ภาพประกอบ 3) ความลาดชัน (Slope) (ภาพประกอบ 4) ความสูง (Elevation) (ภาพประกอบ 5) และประเภทป่าไม้ (Forest Type) (ภาพประกอบ 6)

3.1.3 ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวเชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบ (Kernel Density) (ภาพประกอบ 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13)

3.1.4 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเกิดของพืชวงศ์ตีนเป็ด โดยการให้ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยแต่ละปัจจัย เพื่อหาว่าพื้นที่ใดพบพืชวงศ์ตีนเป็ด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ตามลำดับ

### 3.2 ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม

3.2.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช (Importance Value Index: IVI) ตามแนวทางของอุทิศ ภูฏอนินทร (2542) การวิเคราะห์ค่า IVI ใช้ปัจจัย 3 อย่างคือ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density: RD), ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance: RDo), และค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency: RF)

3.2.2 ความหนาแน่น ของพันธุ์ไม้ (Density: D) คือ จำนวนทั้งหมดของชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในแปลงสำรวจ (ต้น/หน่วยพื้นที่)

$$\text{ความหนาแน่นพันธุ์ไม้ (D)} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมดที่ปรากฏ}}{\text{จำนวนพื้นที่ของแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}$$

3.2.3 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density: RD) คือ ร้อยละของความหนาแน่นของพืชชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับของความหนาแน่นรวมของสังคม หรือของพืชทุกชนิดรวมกัน

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ A (RD)} = \frac{\text{ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ A} \times 100}{\text{ความหนาแน่นรวมของสังคม}}$$

3.2.4 ความถี่ (Frequency: F) คือ ค่าที่แสดงการพบพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในแปลงตัวอย่างเปรียบเทียบกับจำนวนแปลงสำรวจทั้งหมด

$$\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ไม้ A (F)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พันธุ์ไม้ A ปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.5 ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency: RF) คือ ร้อยละของค่าความถี่ของพืชชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลรวมความถี่ของพืชทุกชนิด

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ไม้ A (RF)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พันธุ์ไม้ A ปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.6 พื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ (Basal Area: BA) คือ พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้แต่ละต้น (สามารถและธัญรินทร์, 2538)

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้} = \frac{gbh^2}{4\pi}$$

(gbh: Girth at Breast Height คือ การวัดต้นเส้นรอบวงของต้นไม้ที่สูงระดับอก หรือ 1.30 เมตร)

3.2.7 ความเด่นของชนิดพันธุ์ (Species Dominance: DO) คือ ค่าที่แสดงถึงการปกคลุม(Coverage) ในเชิงพื้นที่หน้าตัด

$$\text{ความเด่น (DO)} = \frac{\text{ค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{ค่าพื้นที่รวมของแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.8 ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance: RDO) คือ ร้อยละของผลรวมของพื้นที่หน้าตัด ของพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ทุกชนิด

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo)} = \frac{\text{ค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A} \times 100}{\text{ค่าพื้นที่รวมของพื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}}$$

3.2.9 ดัชนีความสำคัญของพันธุ์พืช (Importance Value Index: IVI) คือ ผลรวมของค่าจากค่าความสัมพัทธ์ทั้งสาม ค่าได้แก่ ความถี่สัมพัทธ์ความเด่นสัมพัทธ์ และความหนาแน่นสัมพัทธ์

$$\text{ดัชนีความสำคัญของพันธุ์พืช A (IVI)} = \text{RD (A)} + \text{RF (A)} + \text{RDo (A)}$$

### 3.3 ทฤษฎีเทคนิคที่ใช้

#### 3.3.1 Kernel density

ทฤษฎีการประมาณค่าความหนาแน่น (ปิยะวัฒน์ คำภีระ, 2558) คือ การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งมีหลักการวิเคราะห์ คือ ตารางกริดจะถูกสร้างขึ้นครอบคลุมในทุกๆ จุด โดยอาศัยฟังก์ชัน 3 มิติแบบเคลื่อนที่ที่มีความยาวรัศมีที่กำหนดไว้จะเคลื่อนที่ไปทุกๆ ช่องตารางกริดและคำนวณค่าน้ำหนักจุดแต่ละจุดภายในรัศมีของแกนกลางค่าของช่องตารางกริดสุดท้ายถูกคำนวณโดยการรวมค่าของการประมาณค่าแกนกลางทุกๆ ตำแหน่งในกระบวนการวิเคราะห์การประมาณค่าความหนาแน่น Kernel density estimation จำเป็น

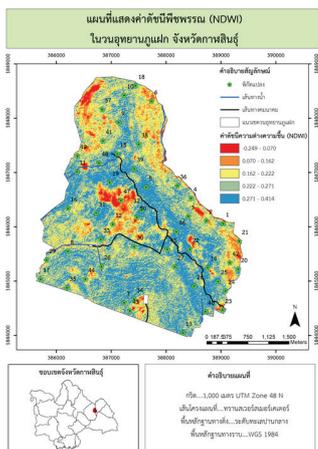
ต้องใช้พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ คือ ขนาดตารางกริด (grid cell size) และแบนด์วิดท์ (bandwidth)

Kernel Density คือ เครื่องมือใน Arc GIS ซึ่งเป็นเทคนิคในการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล เป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด (point pattern analysis) ซึ่งอยู่ในหลักของการปริมาณวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ การนำลักษณะ

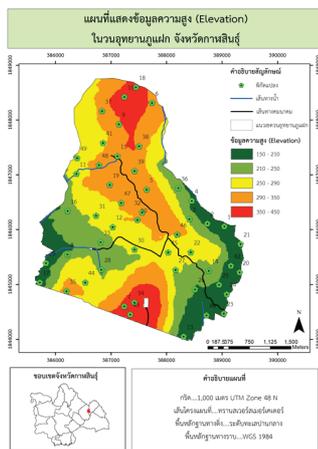
ข้อมูลจุดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะแสดงผลในลักษณะของตารางกริด (Raster) หลักการของวิธีการนี้ คือ การคำนวณรัศมี (Radius) ของแต่ละจุดข้อมูลก่อนจะเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Bandwidth) ตามที่กำหนดเพื่อหาความหนาแน่นซึ่งค่าของรัศมี และระยะห่างของช่วงความถี่ที่นำมาวิเคราะห์นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องใด

ตาราง 1 แสดงการให้ค่าคะแนนปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

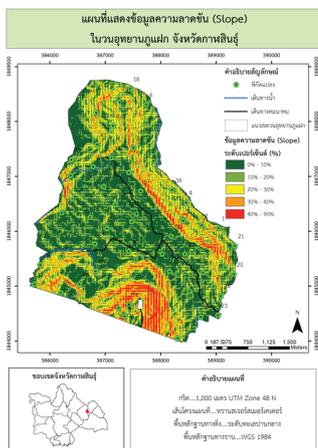
ปัจจัย	ความสำคัญ		
	รายละเอียด	ค่าคะแนน	หมายเหตุ
ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2563	-0.249 ถึง 0.070	5	มากที่สุด
	0.070 ถึง 0.162	4	มาก
	0.162 ถึง 0.222	3	ปานกลาง
	0.222 ถึง 0.271	2	น้อย
	0.271 ถึง 0.414	1	น้อยที่สุด
ความลาดชัน (Slope)	0% ถึง 10%	4	มาก
	10% ถึง 20%	5	มากที่สุด
	20% ถึง 30%	3	ปานกลาง
	30% ถึง 40%	2	น้อย
	40% ถึง 90%	1	น้อยที่สุด
ความสูง (Elevation)	150 ถึง 210 เมตร	4	มาก
	210 ถึง 250 เมตร	3	ปานกลาง
	250 ถึง 290 เมตร	5	มากที่สุด
	290 ถึง 350 เมตร	2	น้อย
	350 ถึง 450 เมตร	1	น้อยที่สุด
ประเภทป่าไม้ (Forest Type)	ป่ายูคาลิปตัส	1	น้อยที่สุด
	ป่าเต็งรัง	2	ปานกลาง
	ป่าเบญจพรรณ	3	มากที่สุด



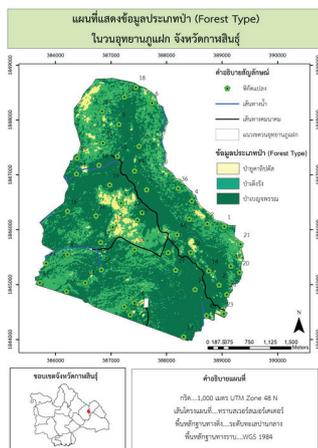
ภาพประกอบ 3 แสดงแผนที่ดัชนีความต่าง  
 ความชื้น (NDWI)



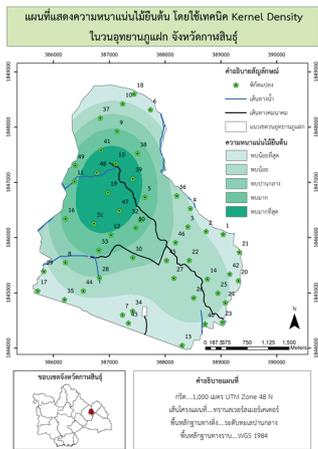
ภาพประกอบ 4 แสดงแผนที่ความสูง  
 (Elevation)



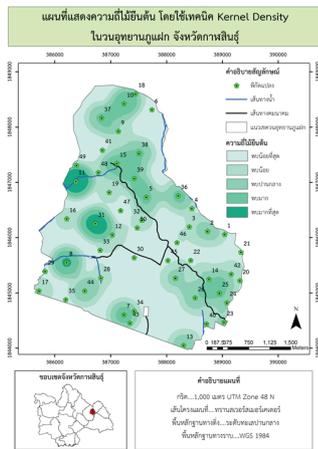
ภาพประกอบ 5 แสดงแผนที่ความลาดชัน  
 (Slope)



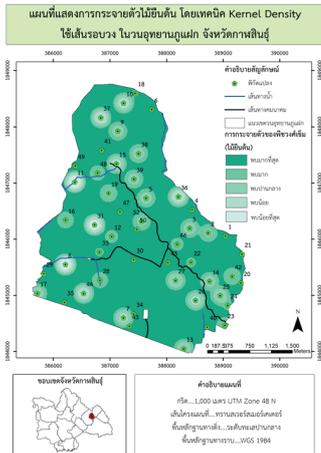
ภาพประกอบ 6 แสดงแผนที่ประเภทป่าไม้  
 (Forest Type)



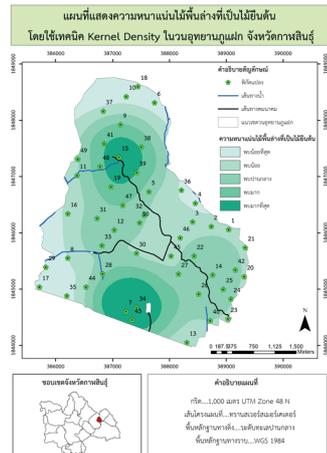
ภาพประกอบ 7 แสดงแผนที่ความหนาแน่นไม้ยืนต้น  
 โดยใช้ Kernel Density



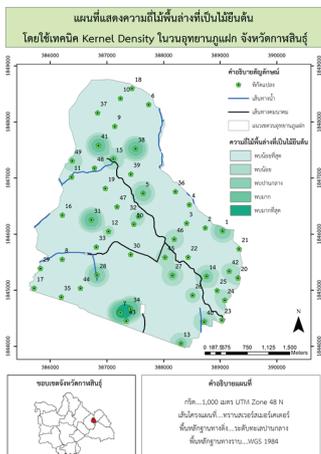
ภาพประกอบ 8 แสดงแผนที่ความถี่ไม้ยืนต้น  
 โดยใช้ Kernel Density



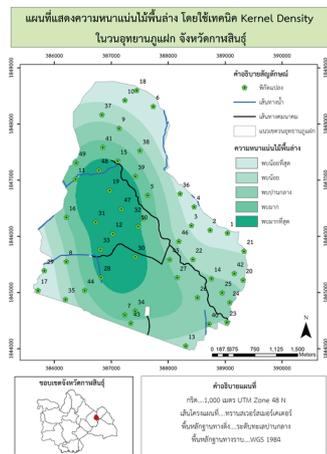
ภาพประกอบ 9 แสดงแผนที่การกระจายตัวไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



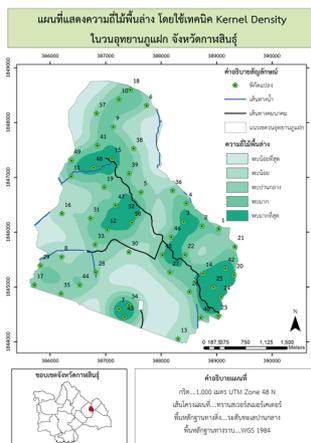
ภาพประกอบ 10 แสดงแผนที่ความหนาแน่นไม้ยืนต้นที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



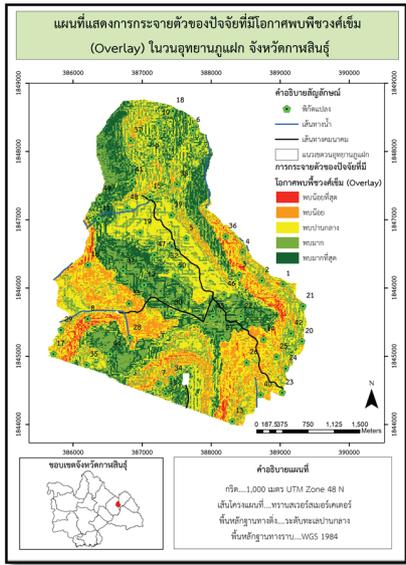
ภาพประกอบ 11 แสดงแผนที่ความถี่ไม้ยืนต้นที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 12 แสดงแผนที่ความหนาแน่นไม้ยืนต้นที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 13 แสดงแผนที่ความถี่ไม้ยืนต้นที่เป็นไม้ยืนต้น โดยใช้ Kernel Density



ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยการซ้อนทับที่มีโอกาสพบพืชวงศ์เข็ม

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยการซ้อนทับที่มีโอกาสพบพืชวงศ์เข็ม

ลำดับ	ค่าคะแนน	สี	คำอธิบาย	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
1	1	Red	น้อยที่สุด	817.548
2	2	Orange	น้อย	1,262.996
3	4	Yellow	มาก	1,898.564
4	3	Green	ปานกลาง	1,649.438
5	5	Dark Green	มากที่สุด	1,029.078

#### 4. ผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็ม ซึ่งแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาความหลากหลายชนิด ความหนาแน่น และการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็มในวนอุทยานภูแฝก ผลการวิเคราะห์ความหลากหลายชนิด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น ได้แก่ หมักม่อ ยอป่า กระทุ่มโคก หนามแท่ง เข็มขาว มะคังแดง กระเบียนเขว้า และ ค้ำมอกหลวง จำนวน -0.0563, -0.0425, -0.0336, -0.0228, -0.0104, -0.0065, -0.0036, -0.0036 และ -0.0036 ตามลำดับ และ ไม้พื้นล่าง ได้แก่ ตะลุมพุก เงียงดุก ค้ำมอกน้อย กระพังโหม และ หญ้าลิ้นงู จำนวน -0.0120, -0.0079, -0.0024, -0.0011 และ -0.0007 ตามลำดับ

4.2 วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ และจัดทำแผนที่พืชวงศ์เข็มในพื้นที่วนอุทยานภูแฝก ผลจากการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยใช้พิจารณาปัจจัยทาง

กายภาพด้านดัชนีความต่างความชื้น พบว่าพืชวงศ์เข็มจะปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างค่า 0.271 ถึง 0.414 ซึ่งเป็น ความชื้นในระดับน้อยที่สุด ด้านป่าไม้ พบว่าพืชวงศ์เข็มเกิดกระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ด้านความลาดชัน สามารถพบพืชวงศ์เข็มได้ตั้งแต่ 10 ถึง 20% และ ด้านความสูง พบมากในบริเวณความสูงตั้งแต่ 250 ถึง 290 เมตร ดังตาราง 2 (ภาพประกอบ 14)

4.3 ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์เข็ม โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชวงศ์เข็มประกอบด้วย ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ประเภทป่าไม้ (Forest Type) ของพืชวงศ์เข็มมาสร้างแผนที่การประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยผลปรากฏว่าการใช้เทคนิค Kernel Density จะมีการกระจายตัวได้ดีกว่า เทคนิค Inverse Distance Weighted (IDW) เพราะเทคนิค Kernel Density จะสอดคล้องสมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนามได้มากที่สุด

## 5. สรุปผลการศึกษา

การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด และการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็ม โดยทำการวางแผนสำรวจชั่วคราว ขนาด 40 X 40 เมตร จำนวน 50 แปลง พบมีพืชวงศ์เข็ม จำนวน 14 ชนิด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ไม้ยืนต้น 9 ชนิด พบมากที่สุด คือ หมกมื่อ (*Rothmannia wittii* (Craib.) Bremek.) ยอป่า (*Morinda coreia* Buch.-Ham) กระทุ้มโคก (*Mitragyna hirsuta* Havil.) จำนวน 59, 39 และ 28 ต้นตามลำดับ มีค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืชมากที่สุดเท่ากับ 3.638, 2.722 และ 2.062 ตามลำดับ พบน้อยที่สุด คือ กระเบียน (*Ceriscoides turgida*) คำมอกหลวง (*Gardenia sootepensis*) และเขี้ยว (*Adina cordifolia* Hook) จำนวน 2, 2 และ 2 ต้นตามลำดับ มีค่าดัชนีความสำคัญพันธุ์พืช น้อยที่สุดเท่ากับ 0.235, 0.141 และ 0.141 ตามลำดับ 2) ไม้พื้นล่างจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ตะลุมพุก (*Tamilnadia uliginosa* (Retz.) Tirveng. & Sastre) เจียงดุก (*Canthium berberidifolium* Geddes) คำมอกน้อย (*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Kurz) กระพังโหม (*Paederia foetida* L) หญ้าลิ้นงู (*Oldenlandia corymbosa* L) จำนวนที่พบ 78, 48, 12, 5 และ 3 ตามลำดับ

ลักษณะการกระจายตัวของพืชวงศ์เข็ม โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของพืชประกอบด้วย ดัชนีความต่างความชื้น (NDWI) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ประเภทป่า (Forest) ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด พื้นที่ที่พบน้อยที่สุด 817.548 ไร่ พบมากที่สุด 1,029.078 ไร่

ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยวิธีการ (Kernel Density) พบว่า 1) ไม้ยืนต้น (ไม้หนุ่มและ

ไม้ใหญ่) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.014-0.020 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดคือ 0.005-0.008 ต้น/ตารางเมตร 2) ไม้พื้นล่างที่เป็นไม้ยืนต้น มีสูงสุดระหว่าง 0.155-0.20 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0.000-0.045 ต้น/ตารางเมตร 3) ไม้พื้นล่าง (ไม้ล้มลุก) มีค่าสูงสุดระหว่าง 0.016-0.021 ต้น/ตารางเมตร และต่ำสุดระหว่าง 0.001-0.006 ต้น/ตารางเมตร ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Kernel Density จะมีลักษณะการกระจายตัวได้สมเหตุสมผล และใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจในภาคสนามได้มากที่สุด พิจารณาปัจจัยทางกายภาพดัชนีความต่างความชื้น พบว่า พืชวงศ์เข็มจะปรากฏอยู่ในช่วงค่า 0.271 ถึง 0.414 ซึ่งเป็นการขึ้นในระดับน้อยที่สุด ปัจจัยด้านป่าไม้ พบว่า พืชวงศ์เข็มแพร่กระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ปัจจัยด้านความลาดชัน สามารถพบพืชวงศ์เข็มได้ตั้งแต่ความลาดชันตั้งแต่ 10% ถึง 20% และปัจจัยด้านความสูง พบมากในบริเวณความสูงตั้งแต่ 250 ถึง 290 เมตร ทั้งนี้พืชวงศ์เข็มเป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น นำมาใช้ทำเป็นเครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ ยารักษาโรค และเป็นไม้ประดับเพื่อความสวยงาม จึงสมควรอย่างยิ่งที่อนุรักษ์เอาไว้ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้ (ก่องกานดา ชยามฤต, 2548) และความหลากหลายของพืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) ในอุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จังหวัดอุบลราชธานี (วิโรจน์ เกษรบัว, 2552) ทั้งนี้พืชวงศ์เข็มมีการกระจายตัวทั่วพื้นที่ป่าวนอุทยานภูแฝก อาจเป็นเพราะพื้นที่ที่ศึกษาเริ่มได้รับการอนุรักษ์ และการวางแผนการจัดการที่ดี ทำให้พรรณไม้มีการเจริญเติบโตได้มาก การใช้ประโยชน์จากพืชวงศ์เข็ม เช่น มะคังแดง เนื้อไม้ใช้ทำหน้าไม้สำหรับล่าสัตว์ ทำเครื่องมือทางการเกษตร กระเบียน นำมาใช้ทำเป็นเครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องกลึง แกะสลัก กระสวย และหวีได้ เป็นต้น ดังนั้น จึงควรที่จะอนุรักษ์พืชวงศ์เข็มไว้เพราะจะเจริญเติบโตในสภาพหน้าเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## 6. เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. (2548). *ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2564 ได้จาก: <https://www.slideshare.net/NicksonButsriwong/ss-72981582>

ดอกกรีก มารอด. (2554). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์สังคมพืช*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564. ได้จาก: [http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF\\_FILE/MAY\\_2011/DOKRAK\\_2011.pdf](http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF_FILE/MAY_2011/DOKRAK_2011.pdf).

ปิยะวัฒน์ คำภีระ. (2558). *การศึกษารูปแบบและช่วงเวลาของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน กรณีศึกษาเทศบาลนครพิษณุโลก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยนเรศวร. สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2564 ได้จาก: <http://trsl.thairoads.org/FileUpload/1610/170202001610.pdf>

พรชนก ศักดิ์ธานี. (2554). *วนอุทยานภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ได้จาก: <http://www.oceansmile.com/E/Kalasin/VanaPhufak.htm>

วิโรจน์ เกษรบัว . (2552). *ความหลากหลายของพืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) ในอุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จังหวัดอุบลราชธานี*. กรุงเทพมหานคร: ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ระบบออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2564 ได้จาก: [http://www.tnrr.in.th/2558/?page=result\\_search&record\\_id=9992391](http://www.tnrr.in.th/2558/?page=result_search&record_id=9992391)

สุธิดา ศิลปสุวรรณ และดวงใจ ศุขเฉลิม. (2552). *ศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณพืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) ในพื้นที่ป่าทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2564 ได้จาก [http://www.1a.biotec.or.th/BRT/index.php/download/doc\\_download/212-rubiaceae](http://www.1a.biotec.or.th/BRT/index.php/download/doc_download/212-rubiaceae)—

สามารถ มุขสมบัติ และธัญรินทร์ ณ นคร. (2538). *การใช้ Spiegel Relascope เพื่อจัดสร้างตารางปริมาตรไม้ บริเวณป่าสาธิตเซคเตอร์แม่แห่ง อำเภองาว จังหวัดลำปาง*. กลุ่มพัฒนาการจัดการป่าไม้และป่าสาธิตส่วนวิจัยเศรษฐกิจและพัฒนากิจการจัดการป่าไม้สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

อุทิศ ภูมิอินทร์. (2542). *นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.