

ISSN 3088-1803
January - June
Vol. 7 No. 1 (2025)

Journal of Applied Informatics and Technology

Editor-in-Chief
Olarik Surinta



Journal of Applied Informatics and Technology

Volume 7 Number 1 (2025) January-June

Editorial

Journal of Applied Informatics and Technology

Editor-in-Chief

Assoc. Prof. Dr. Olarik Surinta

Associate Editors

Assoc. Prof. Dr. Gamgarn Somprasertsri

Assoc. Prof. Dr. Patiwat Littidej

Asst. Prof. Dr. Suwich Tirakoat

Asst. Prof. Dr. Manasawee Kaenampornpan

Asst. Prof. Phuangchompu Chaijala Sangrungruengroj

Dr. Napassakorn Mahattanateeranan

Secretary

Miss Suwicha Chaimuang

Owner

Faculty of Informatics

Maharakham University

Editorial Office

Faculty of Informatics

Maharakham University

Khamriang Sub-district, Kantarawichai District

Maharakham 44150

email jit@msu.ac.th

ISSN: 3388-1803 (Online)

Editorial Board Members

National Members

Anantaporn Hanskunatai
Artitayaporn Rojarath
Aulia Akhrian Syahidi
Jitimon Angskun
Jitraporn Sudhivoraseth
Jutharat Sarawanawong
Khachakrit Liamthaisong
Khanista Namee
Kreangsak Tamee
Kraisak Kesorn
Mahasak Ketcham
Neunghathai Khoponklang
Niyom wongphongkham
Nutchanat Buasri
Nuttachot Promrit
Paiboon Kiattikomol
Phatthira Suwannako
Phayung Meesad
Pipat Reungsang
Preecha Sakorn
Rachada Kongkachandra
Ratanachote Thienmongkol
Rapeepan Pitakaso
Ruethai Nimnoi
Saichon Jaiyen
Saisunee Jabjone
Saijaporn Waijanya
Saksun Yampinij
Seksun Saiseesod
Siripon Kamontum
Somnuk Puangpronpitag
Suchada Namjaidee
Sunya Sarapirome
Surapon Boonlue
Tanasanee Phienthrakul
Warangkham Kimpan
Wararat Songpan
Weerapong Polnigongit
Wimonmas Pathomwanic
Worawith Sangkatip

International Members

Abhaya Nayak
Akhilesh Kumar Sharma
Antonis Bikakis
Christopher Khoo Soo Guan
Emmanuel Okafor
Joyce Chao-chen Chen
Kevin Kam Fung Yuen
Laxman Rao Nagubandi
Manik Sharma
Mohd Shahrizat Sunar
Richard Booth
Riri Fitri Sari
Sinh Cong Lam
Suhaidi Hassan
Thiri Haymar Kyaw
Tin Myat Htwe
Tusar Kanti Mishra
Yan Shi

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
Thai-Nichi Institute of Technology, Thailand
Suranaree University of Technology, Thailand
National Institute of Development Administration, Thailand
Kasetsart University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
Naresuan University, Thailand
Naresuan University, Thailand
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
Suranaree University of Technology, Thailand
Khonkaen University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
Silpakorn University, Thailand
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
Khonkaen University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
Thammasat University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
Ubon Ratchathani University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Thailand
Silpakorn University, Thailand
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand
Udon Thani Rajabhat University, Thailand
Suranaree University of Technology, Thailand
Mahasarakham University, Thailand
Nakhonratchasima Rajabhat University, Thailand
Suranaree University of Technology, Thailand
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand
Mahidol University, Thailand
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
Khon Kaen University, Thailand
Suranaree University of Technology, Thailand
Rajabhat Mahasarakham University, Thailand
Mahasarakham University, Thailand

Macquarie University, Australia
Manipal University Jaipur, India
University College London, United Kingdom
Nanyang Technological University, Singapore
King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia
National Taiwan Normal University, Taiwan
The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong SAR, China
Osmania University, India
DAV University Jalandhar, India
University of Technology Malaysia, Malaysia
Cardiff University, Wales
University of Indonesia, Indonesia
VNU University of Engineering and Technology, Vietnam
Universiti Utara Malaysia, Malaysia
University of Information Technology, Myanmar
University of Computer Studies, Myanmar
Vellore Institute of Technology, India
Tokai University, Japan

The Journal of Applied Informatics and Technology (JIT) has published Volume 7, Number 1 (2025), comprising a total of 13 research articles. Four articles are in English, and nine are in Thai. Each article has undergone peer review by at least three experts. The authors revised their articles according to the reviewers' comments until approval for publication was granted. The editorial team has also verified the accuracy of the article content, references, and language usage to ensure the highest quality. We would like to thank all the reviewers for their valuable feedback and recommendations.

The articles published in Volume 7, Number 1 (2025) are as follows:

1) A Study of Generation Z on Their Learning Styles, Online Learning Methods and Search Strategies Author: Saranya Saetang (Saetang, 2025)

2) TalkTutorAI: Empowering English Language Proficiency through ChatGPT-Assisted Conversational Practice – A Case Study at Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand Authors: Kimchhong Say, Charnsak Srisawatsakul, Waransanang Boontarig (Say, Srisawatsakul, & Boontarig, 2025)

3) Smart Greenhouse System Based on Internet of Things using Information Flow Diagram and MQTT Connectivity Authors: Sommart Prompt, Naris Uraipan, Suttipong Klongdee (Prompt, Uraipan, & Klongdee, 2025)

4) Developing a VR Map for the Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University: A Design Science Approach Authors: Charnsak Srisawatsakul, Waransanang Boontarig, Santanee Kitpermkiad, Tanarat Chotiphan, Theerada Chotiphan (Srisawatsakul, Boontarig, Kitpermkiad, Chotiphan, & Chotiphan, 2025)

5) Mobile Application with Augmented Reality Technology for Digestive System Learning of Upper-Primary School Students Authors: Nipaporn Chanamarn, Surasit Uypatchawong, Komcharn Suwannapan (Chanamarn, Uypatchawong, & Suwannapan, 2025)

6) Comparison the Performance of Models for Classifying Thai Exported Fruit Images Authors: Walaiporn Sornkliang, Woraphat Jaihao, Prumrapee Thongkaew, Thanabdin Hemtanon, Pichayut Srinuankaew, Kritaphat Songsri-in (Sornkliang, Jaihao, Thongkaew, Hemtanon, Srinuankaew, & Songsri-in, 2025)

7) Guidelines for Communicating the Identity of the Three Dhammas for Tourism in Sakon Nakhon Province Authors: Jiraphat Roemsri, Niramol Nueangsittha (Roemsri & Nueangsittha, 2025)

8) The Development of Learning Media Application About Thai Proverbs for Students in Grades 4-6 Authors: Wiraiwan Sanchana, Jakkrit Sukajan (Sanchana & Sukajan, 2025)

9) Factors Affecting the Acceptance of Live Streaming Technology for Purchasing Products by Ubon Ratchathani Rajabhat University Students: Case Study of TikTok Application Authors: Santanee Kitpermkiad, Charnsak Srisawatsakul (Kitpermkiad & Srisawatsakul, 2025)

10) Factors Affecting Mobile Game Preference for Alpha Generation with MDA Games Analysis Framework Authors: Punyarat Rungsoongnern, Suwich Tirakoat (Rungsoongnern & Tirakoat, 2025)

11) Burn Wound Severity Detection using Segmentation Model: A Comparative Study Between U-NET and YOLOv8 Authors: Kwankamon Dittakan, Sorawit Nookong (Dittakan & Nookong, 2025)

12) The study of Presentation Style Performance of a Business Intelligence System and Chatbot for a Maintenance Support System Authors: Natadsada Sungsaophat, Satidchoke Phosaard (Sungsaophat & Phosaard, 2025)

13) Utilizing Color Palettes for Designing Two-Dimensional Thong Isan Patterns Authors: Yosvadee Yothathikarn, Siri-orn Vongtavee, Montakarn Tummawat, Kamonwan Ratchatawetchakul (Yothathikarn, Vongtavee, Tummawat, & Ratchatawetchakul, 2025)

The editorial board of JIT sincerely hopes that the 13 articles published in this issue will benefit researchers and provide valuable knowledge for the further development of their work.

Assoc. Prof. Olarik Surinta, Ph.D.

Editor-in-Chief

References

- Saetang, S. (2024). A Study of Generation Z on Their Learning Styles, Online Learning Methods and Search Strategies. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 1–11. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254671>
- Say, K., Srisawatsakul, C., & Boontarig, W. (2024). TalkTutorAI: Empowering English Language Proficiency through ChatGPT-Assisted Conversational Practice – A Case Study at Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 12–26. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254818>
- Promptut, S., Uraipan, N., & Klongdee, S. (2024). Smart Greenhouse System Based on Internet of Things using Information Flow Diagram and MQTT Connectivity. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 27–40. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/256255>
- Srisawatsakul, C., Boontarig, W., Kitpermkiad, S., Chotiphan, T., & Chotiphan, T. (2024). Developing a VR Map for the Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University: A Design Science Approach. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 41–56. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254806>
- Chanamarn, N., Uypatchawong, S., & Suwannapan, K. (2024). Mobile Application with Augmented Reality Technology for Digestive System Learning of Upper-Primary School Students. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 57–72. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254842>
- Sornkliang, W., Jaihao, W., Thongkaew, P., Hemtanon, T., Srinuankaew, P., & Songsri-in, K. (2024). Comparison the Performance of Models for Classifying Thai Exported Fruit Images. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 73–90. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/255424>
- Roemsri, J., & Nueangsittha, N. (2024). Guidelines for Communicating the Identity of the Three Dhammas for Tourism in Sakon Nakhon Province. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 91–106. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254542>

- Sanchana, W., & Sukajan, J. (2025). The Development of Learning Media Application About Thai Proverbs for Students in Grades 4-6. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 107–121. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254558>
- Kitpermkiad, S., & Srisawatsakul, C. (2025). Factors Affecting the Acceptance of Live Streaming Technology for Purchasing Products by Ubon Ratchathani Rajabhat University Students: Case Study of TikTok Application. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 122–136. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254816>
- Rungsoongnern, P., & Tirakoat, S. (2025). Factors Affecting Mobile Game Preference for Alpha Generation with MDA Games Analysis Framework. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 137–152. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/255494>
- Dittakan, K., & Nookong, S. (2024). Burn Wound Severity Detection using Segmentation Model: A Comparative Study Between U-NET and YOLOv8. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 153–173. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/255064>
- Sungsaophat, N., & Phosaard, S. (2025). The study of Presentation Style Performance of a Business Intelligence System and Chatbot for a Maintenance Support System. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 174–192. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/255402>
- Yothathikarn, Y., Vongtavee, S., Tummawat, M., & Ratchatawetchakul, K. (2024). Utilizing Color Palettes for Designing Two-Dimensional Thong Isan Patterns. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 7(1), 193–210. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254874>

Aim & Scope

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.

JIT was founded in 2017. JIT published the first online and print issue in August, 2018 using ISSN: 2586-8136 (online) and 2630-094X (print). JIT has 2 issues/year (January-June and July-December). Since 2020, JIT decided to publish all manuscripts only online version. There is absolutely no charge for the authors/visitors for all the processes of submitting, reviewing, publishing, accessing and downloading the articles with/from the JIT journal.

Scope of the Research

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

Types of Manuscripts

The JIT journal welcomes submissions in three academic formats:

- Research article
- Review article
- Academic article

Publication Frequently

JIT has 2 issues/year (January-June and July-December).
JIT decided to publish all manuscripts only online version.

- No. 1: January-June
- No. 2: July-December

Review Process

The articles must be original and never be published in any other websites or other journals before. The articles which are considered as “plagiarism” articles are strongly prohibited to be published in the JIT journal.

Authors are required to include their names and affiliations in their manuscripts, whereas reviewers are not visible to authors. All submitted manuscripts are subjected to peer-review by at least three independent reviewers. Peer reviews are done by a double-blind review method where the identity of the reviewers and the authors are not disclosed to either party.

The final decision regarding acceptance, revision, or rejection rests with the Editor-in-Chief.

Open Access

JIT journal is open access journal since 2018 which means that all contents is freely available without charge to the user or his/her institution.

Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author.

All articles published by journal of applied informatics and technology (JIT) are made immediately available worldwide under an open access policy.

- everyone has free access to the manuscript of all articles published in JIT journals.
- everyone is free to use the published material if proper citation of the original publication is given.

A Study of Generation Z on Their Learning Styles, Online Learning Methods, and Search Strategies <i>Saranya Saetang</i>	1
TalkTutorAI: Empowering English Language Proficiency through ChatGPT-Assisted Conversational Practice - A Case Study at Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand <i>Kimchhong Say, Chamsak Srisawatsakul, Waransanang Boontarig</i> ...	12
Smart Greenhouse System Based on Internet of Things using Information Flow Diagram and MQTT Connectivity <i>Sommart Prompt, Naris Uraipan, Suttipong Klongdee</i>	27
Developing a VR Map for the Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University: A Design Science Approach <i>Chamsak Srisawatsakul, Waransanang Boontarig, Santanee Kitpermkiad, Tanarat Chotiphan, Theerada Chotiphan</i>	41
Mobile Application with Augmented Reality Technology for Digestive System Learning of Upper-Primary School Students <i>Nipaporn Chanamarn, Surasit Uypatchawong, Komcham Suwannapan</i>	57
Comparison the Performance of Models for Classifying Thai Exported Fruit Images <i>Walaiporn Sornkliang, Woraphat Jaihao, Prumrapee Thongkaew, Thanabdin Hemtanon, Pichayut Srinuankaew, Kritaphat Songsri-in</i>	73
Guidelines for Communicating the Identity of the Three Dhammas for Tourism in Sakon Nakhon Province <i>Jiraphat Roemsri, Niramol Nueangsittha</i>	91
The Development of Learning Media Application About Thai Proverbs for Students in Grades 4-6 <i>Jakkrit Sukajan, Wiraiwan Sanchana</i>	107
Factors Affecting the Acceptance of Live Streaming Technology for Purchasing Products by Ubon Ratchathani Rajabhat University Students: Case Study of TikTok Application <i>Santanee Kitpermkiad, Chamsak Srisawatsakul</i>	122
Factors Affecting Mobile Game Preference for Alpha Generation with MDA Games Analysis Framework <i>Punyarat Rungsoongnern, Suwich Tirakoat</i>	137
Burn Wound Severity Detection using Segmentation Model: A Comparative Study Between U-NET and YOLOv8 <i>Kwankamon Dittakan, Sorawit Nookong</i>	153
The study of Presentation Style Performance of a Business Intelligence System and Chatbot for a Maintenance Support System <i>Natadsada Sungsaopha, Satidchoke Phosaard</i>	174
Utilizing Color Palettes for Designing Two-Dimensional Thong Isan Patterns <i>Yosvadee Yothathikarn, Siri-orn Vongtavee, Montakarn Tummawat, Kamonwan Ratchatawetchakul</i>	193

A Study of Generation Z on Their Learning Styles, Online Learning Methods, and Search Strategies

Saranya Saetang^{1,*}

¹ Computational Science and Digital Technology Development, Faculty of Science and Liberal Arts, Kasetsart University,
Nakhon Prathom 73140, Thailand

* Corresponding Author: Saranya Saetang, saranya.sa@ku.ac.th

Received:

2 December 2023

Revised:

2 April 2024

Accepted:

13 April 2024

Keywords:

Learning Styles, Structured
Online Learning, Unstructured
Online Learning, Benefits and
Drawbacks, Search Strategies

Abstract: The traits and learning preferences of different generations differ. Less research has been done on Generation Z (Gen Z), the next generation of employees and consumers. This study attempts to shed light on the learning styles and preferences of Gen Z along with their views on both structured and unstructured online learning, and their searching strategies. Open-ended surveys and knowledge search tasks were conducted, observed, and analyzed. The results showed that Gen Z students tend to prefer visual and kinesthetic learning. Moreover, individual goals influence both structured and unstructured online learning methods. The search strategies used by Gen Z students are using a combination of short keywords and focus features (functions) that they want to perform. Moreover, they selected the search results by looking at search engine rankings, website reputation, the amount of views, and the more recent links. The findings of this study will be valuable for creating online courses that adopt the best strategies for Gen Z students. The paper concluded with recommendations on online learning design with knowledge-searching implications.

1 Introduction

Generation difference causes different points of view toward attitudes, beliefs, and values (Valickas and Jakštaitė, 2017). Generation Z (Gen Z) is the generation born after 1996 (Manzoni *et al.*, 2021) and known as the population that grew with the web and technology. Gen Z is the future of the next workforce and has a high impact on society. Knowing how they engage in learning, such as their learning preferences and knowledge search strategies, is critical to designing effective learning experiences.

For the Gen Z generation, learning must be more informal, participatory, and experience-based. They are active learners and multimodal students. Massive open online courses (MOOCs), YouTube videos, short-term training, and other contemporary learning options are considered by Gen Z as credible alternatives to traditional schooling and as means of receiving a good education (Giray, 2022, Manzoni *et al.*, 2021). Moreover, Gen Z tends to prefer online interaction via social media and communicates with others using images (PrakashYadav, & Rai, 2017). Additionally, Gen Z prefers to learn by themselves, rather than being taught by a teacher (Iftode, 2019).

However, there is a lack of academic research on those topics on learning characteristics for Gen Z. To fill some gaps, this study was conducted to identify the learning styles, and learning preferences of Gen Z, their views on the advantages and disadvantages of structured and unstructured

online learning, and their searching strategies through project-based learning in computer science projects. In more detail, the following research questions will be focused on in this study:

- How do Gen Z students approach learning and their preferred learning styles?
- What are the preferences of Gen Z students for online learning (structured or unstructured online learning), and what are the benefits and drawbacks of both types of online learning?
- How do Gen Z students find information from the web and what are the design implications that can be drawn from the observations made throughout the search tasks?

For better online learning design, a discussion and recommendations will be provided. In the next section literature reviews will be described.

2. Literature Review

This section explains learning styles, types of online learning, and search characteristics.

2.1 Learning Styles: The VARK Model

It is widely believed that both students and teachers can benefit from knowing a student's preferred learning style, for

example students will have better achievements if their teachers' styles or learning approach match their own learning style (Awla, 2014). This study will emphasize the VARK learning style model of Fleming (2006) since it is used worldwide and is easy to understand.

The VARK learning style model classifies students into four different learning styles, namely visual (V), aural (A), read/write (R), and kinesthetic (K). The following are the descriptions for each learning style:

Visual (V) learners: Visual learners prefer to think in pictures and learn by watching videos and looking at diagrams.

Aural (A) learners: Aural learners could learn or gain information from aural channels like conversations and listening to others speak.

Read/write (R) learners: Read/write learners favor reading and writing as their primary methods of knowledge acquisition.

Kinesthetic (K) learners: Kinesthetic learners prefer learning by doing. They like to use practical examples, perform operations, and gain real-world experience to learn something new or take in information.

When students are aware of their preferred learning style, they will integrate it into their learning process. As a result, they will know how to learn faster and easier (Awla, 2014).

2.2 Structured and Unstructured Online Learning

This study separated online learning methods into two types as follows:

Structured online learning: This paper defines structured online learning as participating in a structured system or platform in formal learning environments. Normally, this type of learning requires students to register before accessing the system. The teachers must organize their materials, pre-sequence the instruction, and structure their content (Stanton & Stammers, 1990). Moreover, a pre-test and post-test will be provided to assess students' performance. Students could receive certificates after completing the courses. The massive open online courses (MOOCs), like those provided by Coursera and Kasetsart University, could be seen as this type of online learning.

Unstructured online learning: This paper defines unstructured online learning, based on the work of Onwujekwe, Osei-Bryson, & Ngwum (2020), as gaining knowledge from a variety of unstructured online information ranging from textual data from social networks, online forums, discussion boards, and reviews, to image and video data, such as those on YouTube. The learners can choose how the information and instructions are presented to them, in a manner that suits their learning styles and preferences without any structured course curriculum.

This study seeks to determine how Gen Z perceives these two types of online learning and identify the advantages and disadvantages of both types of learning.

Searching Strategies

There are two main search strategies: breadth and depth search queries.

Breadth search query: This search strategy could be conceptualized into three means of searching: keyword search, wide search definition, and general knowledge. Normally, this strategy is applied by less experienced users with little knowledge of the search topics and search techniques.

Depth search query: This search strategy could be conceptualized into three strategies: using complex search (i.e., using more specific keywords), using computer conventions, and Boolean operators. This strategy is usually employed by users who are experienced and knowledgeable of search tasks and techniques.

It was found that greater familiarity with the search content, tools, and strategies, as well as deeper query information, led to more successful and satisfying the search results (Yamin, Ramayah, & Ishak, 2013).

3. Methods

This study conducts a two-phased method design: open-ended questionnaires and an experiment on search tasks. The first phase of this study involved collecting data on Gen Z's opinions on their learning styles

and online learning. In total, 94 students from the Department of Computer Science, aged between 20 and 22, took part in open-ended questionnaires, and 11 students were chosen to participate in search tasks and interviews. For the questionnaires, the following open-ended questions were asked:

- What are your preferred learning styles?
- What are your preferences for online learning (structured or unstructured online learning) and what are the benefits and drawbacks of both types of online learning?

This study asked students directly about their preferred learning styles and online learning because it could make students aware of and employ the right strategies to gain knowledge that suits their preferences. In the second phase of the study, knowledge search tasks were conducted and observed by instructing the chosen 11 students to search for material relevant to their course projects. Before participating in the tasks, the objectives of the study were explained. After performing the tasks, interviews were conducted to clarify their search strategies for about 15 minutes for each student.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Open-Ended Questionnaires

For data analysis, content analysis was performed. The responses collected from participants are presented in Tables 1-3.

Table 1. Gen Z learning style preferences

Learning Styles	Number of students	Percentage (%)	Notes
V	6	6.38	Visual learners
A	3	3.19	Aural learners
R	4	4.26	Read/Write learners
K	19	20.21	Kinesthetic learners
V+A	8	8.51	
V+R	12	12.77	
V+K	20	21.28	
A+R	1	1.06	
A+K	5	5.31	
R+K	2	2.13	
V+A+R	3	3.19	
V+A+K	5	5.31	
R+K+V	3	3.19	
A+R+K	2	2.13	
V+A+R+K	1	1.06	

Answering research question number one on the learning styles' preference, it could be found that the most preferred learning style for Gen Z is the combination of visual learning and kinesthetic learning (21.28% shown in Table 1). For overall results, it was clear that Gen Z students prefer learning things from pictures and video clips (visual learners), and from practical examples and experience (kinesthetic learners).

Answering research question number two on online learning preference (shown in Table 2), it could be found that the number of students who prefer structured online learning (53%) is slightly higher than the ones who

prefer unstructured online learning (47%). The most important reasons for the preference for structured online learning are the students could have a channel to consult their instructors, and they could get certificates after attending a course. Moreover, this structured learning provides some exercises and tests that help them understand more about the topics. The most important motivators for the preference for unstructured online learning are its convenience, up-to-date content, and cost-free nature. Therefore, individual goals influence both structured and unstructured online learning practices.

Table 2. Gen Z online learning preference

Online learning	Numbers of students	Percentage (%)	Reasons
Structured	50	53.19	- The course platform provides some channels to consult the instructors. - There are course certificates provided after finishing a course. - It can be re-accessed. - It provides course material and clear topics. - The course contents are complete and clear.
Unstructured	44	46.80	- It is easy and convenient to access this type of online knowledge via YouTube at any time. - The content is up to date. - It takes little time to access. - There is no fee for access. - There are no restrictions and rules to access. - There are various instructors and instruction types. - The media can be accessed at any time without following a sequence of steps.

Table 3. Structured and unstructured online learning: benefits and drawbacks

Online learning	Benefits	Drawbacks
Structured	- Normally, it provides course certificates. - It provides exercises and tests to gain more understanding of the topics. - There are some channels to consult with the instructors. - Course contents are complete, profound, and accurate. - There are step-by-step instructions starting from basic topics. - The course platform provides some channels to consult with an instructor. - Course materials are provided.	- It takes time to finish the course. - Some courses have a set time limit. - Before participating, students must register. - Normally, students have to pay to access courses. - It might have fewer instructors and content. - Its content might not be up-to-date.
Unstructured	- It takes less time to access. - There are various instructors and instruction. - It is convenient to access. - It is free. - There is no time limit to access.	- It can cause a lack of motivation to access. - There are no exercises or tests. - It takes time to search for the right content. - It could contain inaccurate, incomplete, or untrusted content. - Its content might not be profound.

Answering research question number two on the benefits and drawbacks of both online learning (shown in Table 3), it could be found that Gen Z students perceive the benefits and drawbacks of both types of online learning. The benefits of structured online learning are that it provides a way to communicate and consult with instructors, trusted materials, exercises, and certificates. Moreover, it is easy to follow as there is a progression of training from basic to advanced themes. However, the drawbacks are that it takes time to register to the system, and normally, participation is subject to payment. Additionally, the course content might not be up-to-date and diverse. On the other hand, the benefits of unstructured online learning via video clips are that it is more flexible, free,

up-to-date, and easier to access. However, there are some drawbacks which are its materials could contain inaccurate, incomplete, uncomplicated, and untrusted content.

Observations and Interviews during the Search Tasks Session

This phase of the search tasks aims to identify the research question on how Gen Z students find information from the web and what design implications can be drawn from the observations. The chosen 11 students were asked to perform search tasks about topics relevant to their course projects in computer science. They were then asked to explain the reasons why they chose the link results that followed.

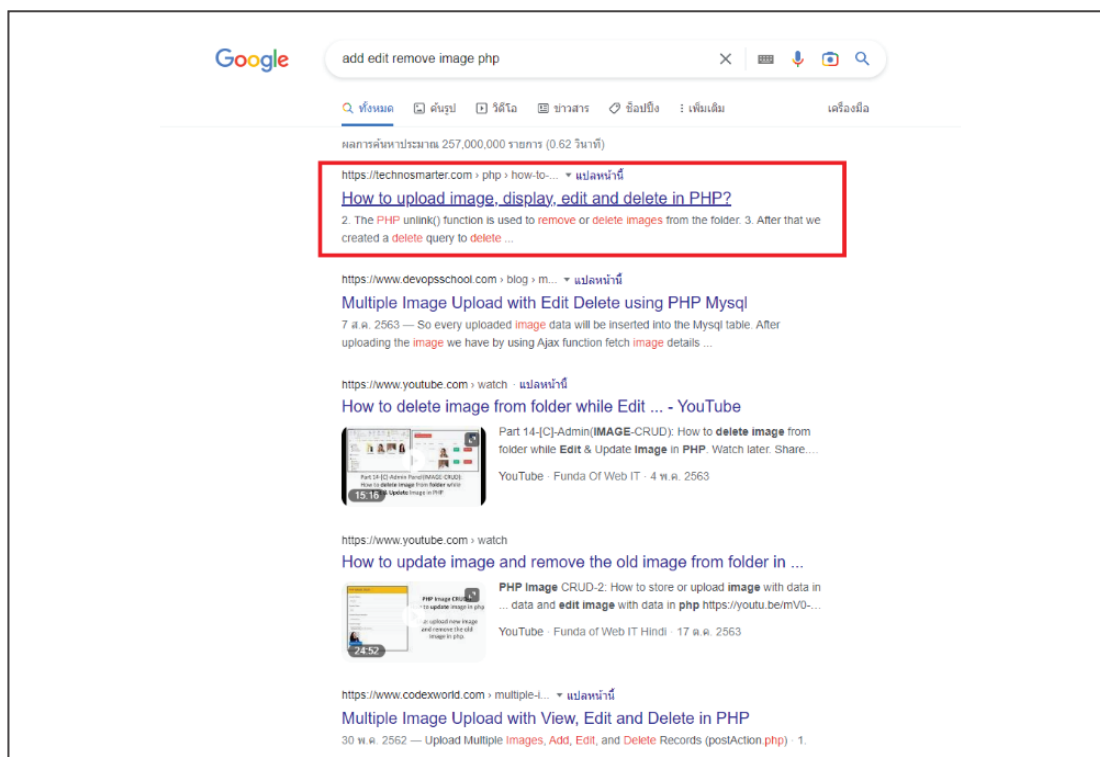


Figure 1. A student performed search tasks via the Google search engine

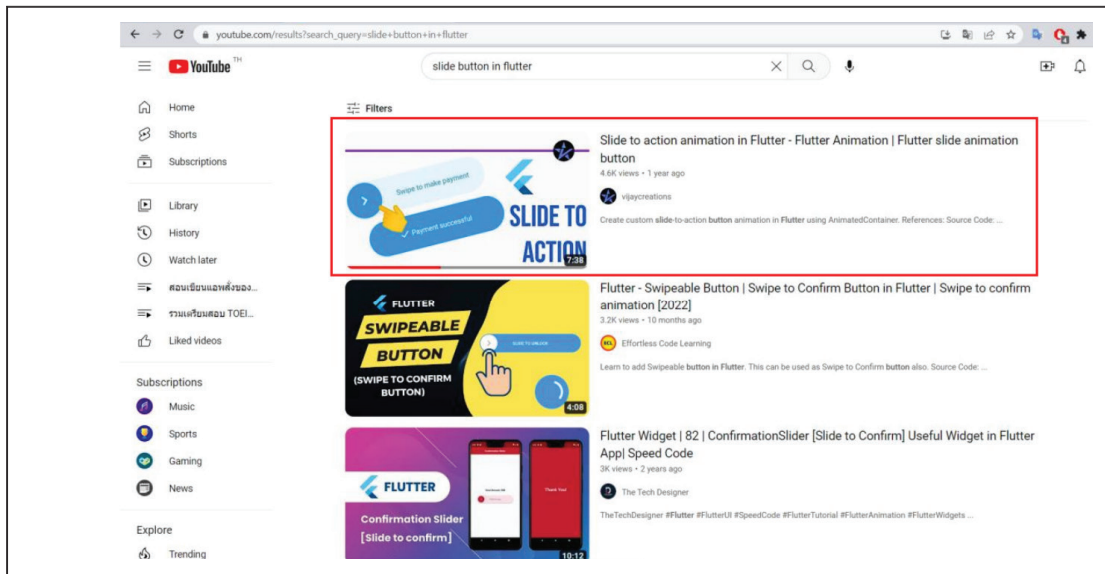


Figure 2. A student performed search tasks via YouTube

Figures 1 and 2 show some of the results that were captured. It can be seen that Gen Z students are familiar with using the Google search engine and YouTube as tools to search for information. By using a combination of keywords (a short query in 1-3 terms (Aula, 2005)), they chose the first link that matched those keywords and they used a combination of keywords such as “add edit remove image PHP” (shown in the red letters in Figure 1). In Figure 2, instead of the Google search engine, the student employed the YouTube search tool. They used the combination of keywords and functions of the programming language that they wanted to use, “slide button in Flutter”, then selected the link with the most views and presented as the top-ranked result.

From these observations, students performed the search tasks by searching for relevant content via the Google search engine

and relevant video clips via YouTube. All 11 students employed breadth search query strategies with a combination of keywords without using any Boolean search operators (as an in-depth search query). Boolean search operators such as “+”, “AND”, and “OR” could increase more exact and relevant results (Aliyu, 2017). Some of the students use natural language with many stop words (Zhang, 2014). For example, they asked questions such as “How to make auto-complete in MVC” in query terms. However, a combination of specific keywords that they used could help them find their results because there are many people making content in the field of computers. After interviews about how the students chose the site to visit, it was found that the number of views, the more up-to-date links, search ranking via search algorithms, and the reputation of websites have an impact on their decision.

5. Conclusions

The main findings and implications from the study were the following:

- Gen Z students tend to prefer visual and kinesthetic learning. Therefore, instructors could adapt their teaching styles and materials to be consistent with students' preferences by using more video clips and exercises that they can follow and re-access.
- Individual goals influence both structured and unstructured online learning practices. However, interaction with instructors, such as consulting, is an important factor for Gen Z students to participate in learning. The instructors could combine the benefits of both structured and unstructured online learning. For instance, in the beginning, teachers might create a free and open environment so that students could easily access the course materials. For premium requirements, such as when students seek certificates or more in-depth content, registration, tests, and payment may then be required. Online education will thus be appropriate for students' objectives.

Gen Z students are familiar with the search tools like Google and YouTube.

However, if they have more knowledge about searching features and techniques such as using Boolean search operators, they will gain more satisfactory and effective search results. Furthermore, as students use natural language and questions like "how to" in query terms, system designers could offer a more "natural" interface to encourage users to ask questions and an algorithm to provide more relevant to natural language inquiries (Zhang, 2014). Search engines are the most important starting points for using information on the Web, therefore encouraging and training students to gain more knowledge on search systems and the depth search query strategy will contribute to more successful search results and search satisfaction (Yamin, Ramayah, & Ishak, 2013).

In addition, apart from search rankings, the reputation of websites (for example, if the search result came from the Borntodev website, students showed greater preference), and the more up-to-date websites, some social opinions also have an impact on the search strategies, such as the number of views of the video clips. Therefore, instructors could employ the number of views and reviews in their course materials. Furthermore, as visual and kinesthetic learners, instructors should include techniques to support exploratory search like interactive visualizations in their materials for Gen Z students (Athukorala *et al.*, 2013).

This study is based on empirical data on learning style preferences, online learning opinions, and search strategies for Gen Z students. Some implications mentioned above can be considered by instructors and developers to design their course materials and learning environments. However, this study has limitations due to the limited number of convenient subjects employed.

References

- Aliyu, M. B. (2017). Efficiency of boolean search strings for information retrieval. *American Journal of Engineering Research*, 6(11), 216-222. [https://www.ajer.org/papers/v6\(11\)/ZA0611216222.pdf](https://www.ajer.org/papers/v6(11)/ZA0611216222.pdf)
- Aula, A. (2005). User study on older adults' use of the web and search engines. *Universal Access in the Information Society*, 4, 67-81. <https://doi.org/10.1007/s10209-004-0097-7>
- Athukorala, K., Hoggan, E., Lehtiö, A., Ruotsalo, T., & Jacucci, G. (2013). Information-seeking behaviors of computer scientists: Challenges for electronic literature search tools. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 50(1), 1-11. <https://doi.org/10.1002/meet.14505001041>
- Awla, H. A. (2014). Learning styles and their relation to teaching styles. *International journal of language and linguistics*, 2(3), 241-245. <https://doi.org/10.11648/j.ijll.20140203.23>
- Fleming, N. D. (2006). *VARK visual, aural/auditory, read/write, kinesthetic*. New Zealand: Bonwell Green Mountain Falls.
- Giray, L. (2022). Meet the centennials: Understanding the generation Z students. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews (IJSASR)*, 2(4), 9-18. <https://doi.org/10.14456/jsasr.2022.26>
- Iftode, D. (2019). Generation Z and learning styles. *SEA-Practical Application of Science*, 7(21), 255-259. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3518722>.
- Manzoni, B., Caporarello, L., Cirulli, F., & Magni, F. (2021). The preferred learning styles of generation Z: Do they differ from the ones of previous generations? *In digital transformation and human behavior: Innovation for people and organisations, Springer International Publishing*, 37, 55-67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47539-0_5
- Onwujekwe, G., Osei-Bryson, K. M., & Ngwum, N. (2020). *A framework for capturing and analyzing unstructured and semi-structured data for a knowledge management system*. ArXiv, abs/2007.07102. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.07102>

- PrakashYadav, G. & Rai, J. (2017). The generation Z and their social media usage: A review and a research outline. *Global journal of enterprise information system*, 9(2), 110-116. <https://doi.org/10.18311/gjeis/2017/15748>
- Stanton, N. A., & Stammers, R. B. (1990). A comparison of structured and unstructured navigation through a CBT package. *Computers & Education*, 15(1-3), 159-163. [https://doi.org/10.1016/0360-1315\(90\)90142-T](https://doi.org/10.1016/0360-1315(90)90142-T)
- Valickas, A. & Jakštaitė, K. (2017). Different generations' attitudes towards work and management in the business organizations. *Human Resources Management & Ergonomics*, 11(1), 108-119. <https://cris.mruni.eu/cris/handle/007/33672>
- Yamin, F. M., Ramayah, T., & Ishak, W. H. W. (2013). Information searching: The impact of user knowledge on user search behavior. *Journal of Information & Knowledge Management*, 12(03), 1350023. <https://doi.org/10.1142/S0219649213500238>
- Zhang, Y. (2014). Searching for specific health-related information in Medline Plus: Behavioral patterns and user experience. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(1), 53-68. <https://doi.org/10.1002/asi.22957>

TalkTutorAI: Empowering English Language Proficiency through ChatGPT-Assisted Conversational Practice - A Case Study at Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand

Kimchhong Say, Charnsak Srisawatsakul*, Waransanang Boontarig

Digital Innovation, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

* Corresponding Author: Charnsak Srisawatsakul (charsak.s@ubru.ac.th)

Received:

1 September 2023

Revised:

15 November 2023

Accepted:

26 December 2023

Keywords:

Generative AI, ChatGPT, English Learning, Design Science Research, AI-Assisted Language Learning.

Abstract: The significance of English as a global language is of growing importance in Thailand, especially in education sectors. However, Thai students often face significant challenges in getting conversational English proficiency. Furthermore, Thailand is classified as a non-English proficient country, showing surprisingly low proficiency levels in English, especially in conversational aspects. Hence, the primary objective of this research is to develop TalkTutorAI, a web application AI chatbot that leverages ChatGPT. TalkTutorAI was designed to positively affect Thai learners by providing a platform to enhance and practice their English language skills efficiently, with the assistance of a powerful AI teacher like ChatGPT. This study employs a design science research approach to address real-world challenges commonly met by Thai learners. The assessment of TalkTutorAI involved 116 student participants from diverse faculties at Ubon Ratchathani Rajabhat University. The evaluation incorporated both testing and survey responses from students, focusing on key factors including user experience, language learning efficiency, content relevance, and overall satisfaction. The results showed a commendable high level of satisfaction with TalkTutorAI, as indicated by an overall experience mean score of 3.82 out of 5, demonstrating a positive reception among participants. Users particularly commended the system for its user-friendly interface and convenience. However, some users suggested improvements, such as enhancing response speed, improving language translation capabilities, and fostering

more captivating and human-like interactions. This study suggests that AI chatbots can effectively facilitate English conversation teaching. Furthermore, the findings create a platform for future academic inquiries in this burgeoning domain.

1. Introduction

The significance of English as a global language is undeniable, serving as a crucial tool for internationalization, business, education, and cultural exchange. In the context of Thailand, despite the clear effects of rapid globalization, mastering English remains a challenge, as highlighted by the EF Education First (2023).

Research by Sasum & Weeks (2018) revealed that a significant percentage of Thai students face limited English opportunities and struggle with vocabulary. Teng & Sinwongsawat (2015) further emphasized the persistent oral proficiency challenges among Thai learners, with factors such as age-related constraints and sociocultural influences contributing to their struggles.

Psychological factors, as noted by Juhana (2012), including fear of making mistakes, shyness, anxiety, and lack of motivation, hinder effective English communication. Moreover, students face hurdles in viewing English as essential, with large class sizes, Thai-medium instruction, and a lack of English-speaking environments compounding the issue.

Recognizing these challenges, we introduce TalkTutorAI, a web chatbot leveraging ChatGPT API to boost English skills for Thai learners. Our approach integrates proven learning methods like debates, games, presentations, role-playing, and discussions. Inspired by success at Tunas Unggul Junior High School in Indonesia (Uyun, 2023), TalkTutorAI aims to provide an engaging and effective English learning experience.

In addressing the prevalent challenges faced by Thai learners, TalkTutorAI leverages the benefits of ChatGPT. Research by Sakai (2023) proves that incorporating ChatGPT in language learning can significantly enhance learners' performance, provide personalized experiences, offer interactive practice, provide immediate feedback, and improve fluency and communication skills.

How can ChatGPT be effectively utilized to assist in conversational practice for English language learners?

This study has two main objectives: 1) developing TalkTutorAI to enrich English speaking skills, and 2) evaluating user satisfaction. TalkTutorAI serves as a personalized AI teacher, offering tailored guidance, motivation, and practice opportunities for English speaking. Guided by the principles of design science, our approach involves understanding student challenges, crafting effective solutions, and rigorous testing to ensure user-friendly design and tangible improvements in English skills.

2. Literature Review

2.1 Generative AI

Thu, Bang, & Cao (2023) highlight ChatGPT as an AI language model developed by OpenAI, utilizing the GPT network architecture for processing input data and generating desired results. For an in-depth understanding of the operational principles underlying ChatGPT, readers are encouraged to explore the official OpenAI API Reference. In the realm of generative AI, Tipayavaravan, Si-richokcharoenkun, & Cao (2023) also underscore the efficacy of ChatGPT in furnishing real-time feedback on grammar and vocabulary, expediting language learning. Leveraging ChatGPT as a teaching tool presents multifaceted benefits, including facilitating instant corrections in written assignments for grammar enhancement and serving as a virtual conversational partner to hone students' speaking and listening skills in English.

2.2 English Learning Strategies

Uyun (2023) underscores the importance of teaching strategies for enhancing learning outcomes. The research at Tunas Unggul Junior High School in Bandung utilizes a qualitative descriptive method, emphasizing real contextual phenomena and human behavior analysis following Yin (2002) approach.

This study aims to comprehensively analyze various situations, events, groups, and social interactions within the educational context, seeking perspectives from students,

teachers, and stakeholders. The research findings indicate prevalent teaching strategies employed by teachers in English language instruction, including debates, presentations, games, discussions, and predominantly role-play. According to student responses, games emerge as the most utilized activity, followed by role-play, conversations, and presentations. While discussions are noted by a smaller percentage, a minority partake in activities such as storytelling and spelling. In summary, the research underscores the crucial role of diverse teaching strategies in cultivating effective English-speaking skills within the school environment.

2.3 Design Science Research

According to Hevner *et al.* (2004), design science research (DSR) in information technology (IT) is a well-established and widely accepted approach that provides a structured method for creating and evaluating artifacts designed to address similar problems. This methodology aims to foster the development of innovative IT structures that actively address real-world demands and integrate knowledge to solve business problems. Peffers *et al.* (2007) assert that DSR focuses on enhancing problem-solving by creating functional artifacts, such as algorithms, IT architectures, models, and systems, and evaluating their efficiency in application. Gregor & Hevner (2013) present a framework that categorizes DSR outputs into five types based on utility and theoretical contributions. They highlight the significance of DSR in guiding

IT professionals and researchers throughout the artifact development process, which is applicable across diverse fields like computer science, management information systems, and software engineering. Numerous studies demonstrate that the DSR process involves key activities, including problem identification, objective definition, artifact design and development, demonstration, evaluation, and communication of results. These activities are deemed crucial, enhancing DSR's capability to address complex processes adequately and comprehensively.

3. Methodologies

This section outlines the research methodologies, including the conceptual model and prototype development, aiming to convey a concise yet comprehensive understanding of the study's strategic framework.

3.1 Conceptual Development of the System

Embarking on a transformative journey, guided by the design science framework of Hevner *et al.* (2004), our model unfolds across three pivotal domains: Stakeholder, TalkTutorAI, and Foundation, as depicted in Figure 1. In this dynamic exploration, we navigate the intricate landscape of English language learning challenges faced by Thai learners, crafting innovative solutions that transcend theoretical boundaries and manifest as tangible artifacts designed for real-world impact.

In the Stakeholder domain, we delve into the challenges faced by Thai learners, aiming to gain insights into the factors influencing their proficiency in English. Our study is motivated by the urgency to address these challenges, with a primary focus on assisting Thai learners in their progression

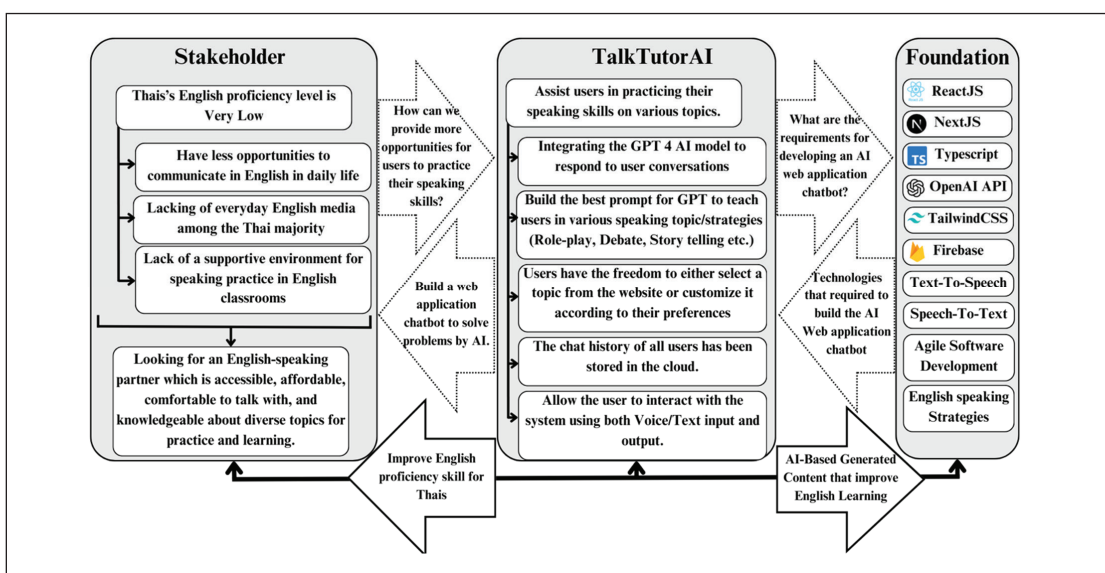


Figure 1. Research model of study

toward English proficiency. This identification of challenges serves as the foundational step in the DSR methodology.

Transitioning to the second domain, we introduce TalkTutorAI as the innovative artifact resulting from our DSR methodology. TalkTutorAI is specifically designed to address the identified challenges in the English learning process for Thai learners, embodying the purpose of the design and emphasizing its role as a solution to enhance the English proficiency of Thai learners.

TalkTutorAI, as a functional prototype developed through the DSR methodology, stands as a testament to our commitment to creating tangible and innovative solutions. This artifact is not merely a theoretical concept but a practical application, with features carefully crafted to meet the unique needs of Thai learners.

The upcoming phase involves the evaluation of TalkTutorAI, employing quantitative methods detailed in the next section. This evaluation is a critical component of the DSR framework, providing empirical evidence of the artifact's utility and effectiveness in addressing the identified challenges. Through this evaluation process, we aim to contribute valuable insights to both academia and the practical domain, aligning with the principles of the design science framework.

3.2 Overview of the System Development Process

TalkTutorAI was developed following an Agile software development methodology, ensuring an iterative and flexible approach to project management. The process involved distinct stages, including planning, design, implementation, and testing, allowing for continuous improvements throughout the development lifecycle.

3.2.1 Tools and Technologies Used

The development of TalkTutorAI harnessed a robust toolkit incorporating various tools and technologies for enhanced efficiency and functionality. Utilizing ReactJS for front-end development and Next.js for full-stack development laid a solid foundation. Streamlined and responsive design was achieved through Tailwind CSS, complemented by custom CSS. TypeScript (ts and tsx) was adopted as the programming language, ensuring type-safe and scalable code. Firebase Firestore served as the database for secure and real-time data storage. To facilitate voice interactions, Text-to-Speech (TTS) and Speech-to-Text (STT) functionalities were seamlessly integrated. Visual Studio Code served as the primary integrated development environment (IDE). The integration of the OpenAI API played a pivotal role in enabling natural language understanding and generation, contributing to TalkTutorAI's comprehensive functionality.

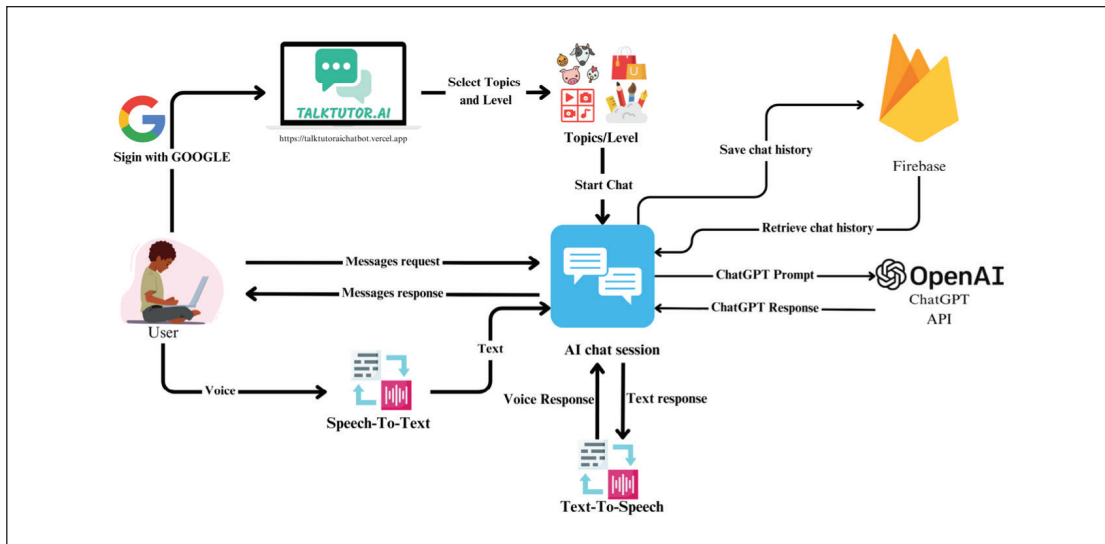


Figure 2. Hierarchical architecture and interconnections illustrate the system's flow, depicting a comprehensive overview of user interactions, data flow, and integration with external services

3.2.2 Overview of the System Development Process

When creating TalkTutorAI, we made crucial decisions to optimize performance and enhance user satisfaction. A user-centric approach took precedence in development, with a focus on delivering a seamless and intuitive experience from the initial sign-in to active participation in conversations. The integration of Firebase Firestore played a vital role, ensuring real-time data storage and retrieval for instant updates during user interactions. Additionally, strategic implementation of speech-to-text and text-to-speech capabilities offers users the flexibility of voice input and output, thereby enriching the overall conversational experience.

3.2.3 User-Centric Features

TalkTutorAI was meticulously crafted with a user-centric approach to enhance the language learning experience, as depicted in Figure 2. The process begins with secure sign-in using Google via NextAuth.js, creating a personalized environment. Prior to practice sessions, users establish customized chat rooms by specifying their English proficiency level (CEFR) and preferred topics. The inclusion of voice interaction, utilizing speech-to-text for input and text-to-speech for responses, introduces a dynamic and engaging element to conversations. Real-time message updates via Firebase facilitate seamless tracking of ongoing conversations.

3.3 Data Collection and Participation

This study targeted tertiary students at Ubon Ratchathani Rajabhat University, employing convenience sampling. Employing a quantitative approach, we distributed a tailored online questionnaire via Google Forms after students underwent a 15-minute prototype testing. The questionnaire assessing usability, language acquisition effectiveness, material quality, and overall satisfaction employed a five-point Likert scale. Participants provided

116 datasets for hypothesis testing, offering nuanced insights into their sentiments. The Likert scale, ranging from 1 to 5, allowed for a detailed analysis of satisfaction levels, with 1 denoting low satisfaction and 5 denoting high satisfaction. Demographic data, including gender, academic year, and faculty affiliation, were collected to enrich the dataset. This streamlined and efficient data collection process ensures a robust foundation for the next analysis and interpretation of research findings.

Table 1. Descriptive statistics of participants

Variable	Frequency	Percent
Gender		
Male	55	47.4
Female	51	44.0
LGBT	5	4.3
Prefer not to say	5	4.3
Total	116	100
Year of students		
1	78	62.2
2	19	16.4
3	16	13.8
4	3	2.6
Total	116	100
Faculties of students		
Faculty of Computer Science	54	47.6
Faculty of Humanities and Social Sciences	15	12.9
Faculty of Industrial Technology	13	11.2
Faculty of Business Administration and Management	12	10.3
Faculty of Public Health	8	6.9
Faculty of Agriculture	7	6.0
Faculty of Education	7	6.0
Total	116	100

In summary, Table 1 provides a comprehensive snapshot of the study's participant demographics and academic affiliations. Gender distribution shows a balanced representation, with 47.4% male, 44.0% female, 4.3% LGBT, and an equal percentage preferring not to disclose. Academic years are predominantly composed of first-year students (62.2%), followed by second (16.4%), third (13.8%), and fourth year (2.6%) students. The participants hail from various faculties, with the Faculty of Computer Science leading at 47.6%, followed by Humanities and Social Sciences (12.9%), Industrial Technology (11.2%), Business Administration (10.3%), Public Health (6.9%), Agriculture (6.0%), and Education (6.0%). This comprehensive overview sets the stage for a nuanced exploration of participant characteristics in later analyses.

4. Results

4.1 Working Prototype as Artifact

The initial version of our TalkTutorAI chatbot can be accessed by the public

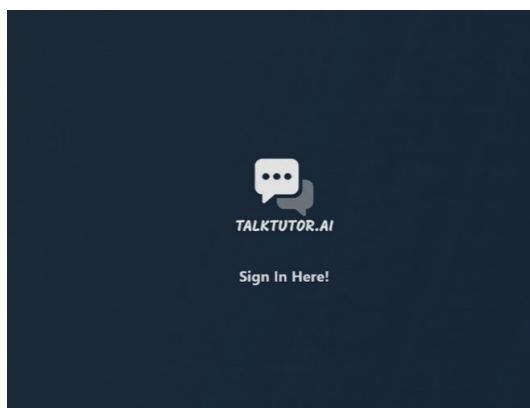


Figure 3. The sign-in and starting page

through the following link: <https://talktutorai.vercel.app>. Figure 3 illustrates an example of accessing our chatbot via a web browser on a smartphone, using Google Chrome.

Users start the sign-in process on the web application by clicking the “Sign in Here” button, granting access to the chatting page. The page is divided into two sections: on the right, the message section serves as the central hub for user communication. For unpracticed users or those yet to create a conversation room, the system prompts them to select their preferred level and topics before engaging in any conversation within this section (refer to Figure 4 and Figure 5). On the left side is the Sidebar.

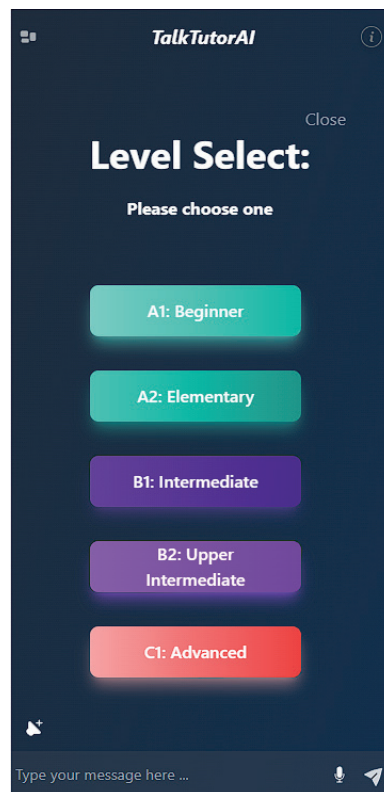


Figure 4. The right-side section that allowing users to choose English CEFR levels

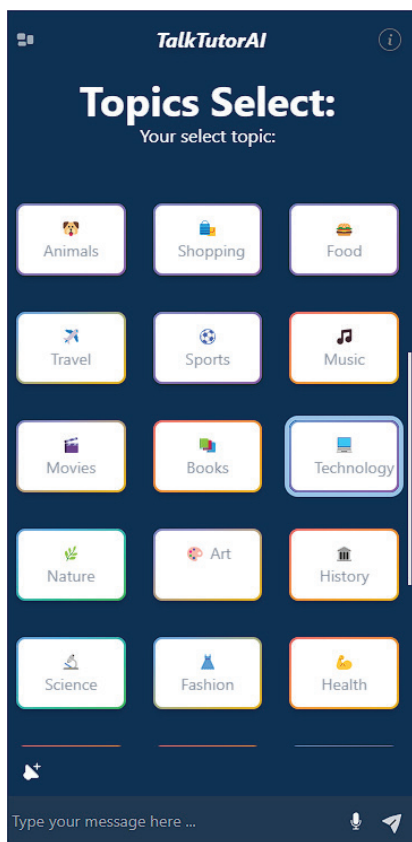


Figure 5. The topic selection section

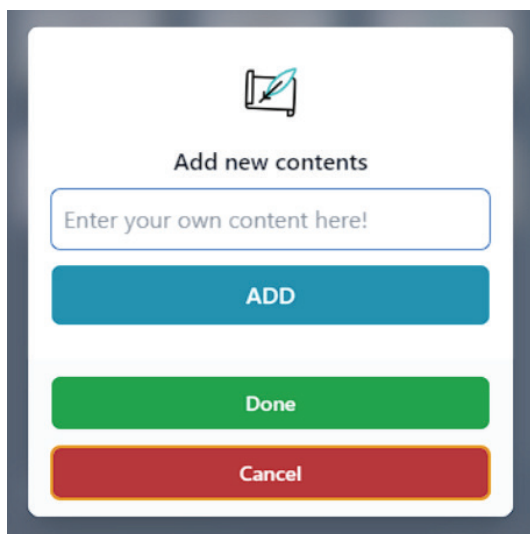


Figure 6. The topic selection section

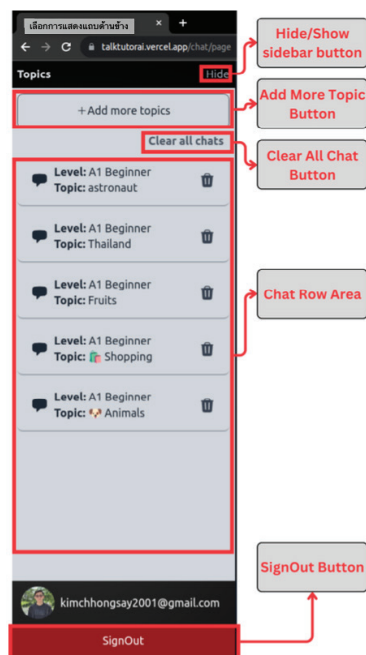


Figure 7. The sidebar section on the left side

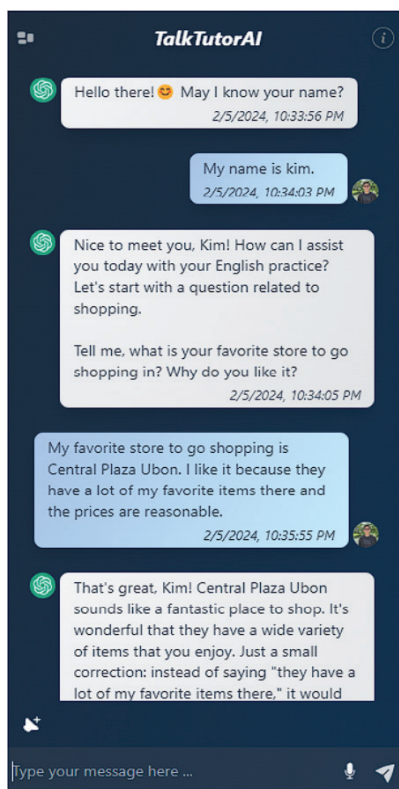


Figure 8. The conversation rooms

In case a user cannot find the specific topic that they wish to practice or discuss, there is an option to click the “Other?” button, allowing them to add custom topics, as depicted in Figure 6.

Upon selecting the desired level and topic and clicking “Done” the conversation rooms for each topic will be displayed on the left side of the sidebar in Figure 7 which offers a range of intuitive options for navigation and interaction. It also acts as a hub for various functions, including essential buttons designed to streamline the user journey.

Users can choose any conversation room they wish to practice. Upon clicking, the right side displays a greeting message, allowing users to initiate conversations on their preferred topics, as shown in Figure 8.

In conversations, users can engage in simple dialogue or use commands for specific actions. For example, entering the “/Str” command allows practice of various strategies. Table 2 outlines more available commands.

Table 2. Available commands

Command	Function
/Done	Complete the conversation for proficiency analysis and error correction based on CEFR standards.
/?[word]	To request AI for the definition and an example sentence. For instance, entering /?[excited] will yield information on the word “excited.”
/Str	List the conversation strategy that you can use.
/ChStr	To adjust the conversation strategy.
/SetStr-[YourCustomStrategies]	Custom the conversation strategy due to you need.
/Quiz	To generate a mini quiz related to the topic.
/Help	To request a list of available commands that you can use during the conversation.

Table 3. Descriptive statistics of participants

Satisfaction Factors	Mean	Std. Dev
User Experience		3.79
1	User-friendly chatbot	3.84
2	Timely responses	3.78
3	Intuitive interface	3.76

Table 3. Descriptive statistics of participants (cont.)

Satisfaction Factors	Mean	Std. Dev
4	Response speed	3.78
	Language learning effectiveness	3.79
1	Precise English feedback	3.78
2	Vocabulary enhancement assistance	3.86
3	Engaging English conversations	3.72
4	Proficient grammar correction	3.68
5	Valuable for learning English conversation	3.89
	Content and Relevance	3.80
1	Chatbot suggests relevant conversation topics	3.68
2	Culturally sensitive responses	3.82
3	Diverse conversation scenarios	3.79
4	Equipped with needed resources	3.86
5	Chatbot works on various devices	3.77
6	Chatbot is accessible from anywhere	3.86
7	On-demand access	3.87
	Overall Satisfaction	3.82
1	Satisfied with chatbot experience	3.76
2	Highly recommend chatbot for English learning	3.81
3	Intend to continue using chatbot	3.90

4.2 Evaluation of an Artifact

The assessment of the system has four parts, including overall experience with the system, graphical representation of the system, correctness, and performance, as well as any suggestions for improvement. The data analysis results are displayed in Table 3.

In Table 3, participants' positive perception of the TalkTutorAI chatbot system is evident. Mean scores for user experience, language learning effectiveness, content and

relevance, performance, and overall experience ranged from 3.79 to 3.82, affirming a generally positive participant experience. Notably, content relevance and overall experience received the highest scores.

4.2.1 User Experience

The user-friendly interface earned a mean score of 3.84, indicating positive user experiences. However, user feedback found areas for improvement, particularly in prompt responses, response speed (both mean scores

Table 4. Users’ comments

No	Comments
1	Improve response accuracy
2	Enhance language translation capabilities
3	Provide language learning assessments or quizzes
4	Optimize the mobile interface for better usability
5	Ensure faster response times from the chatbot
6	Add more diverse and informative responses
7	Implement a self-assessment feature for language proficiency
8	Offer a help or tutorial feature for better user understanding
9	Create an option for users to provide feedback or report issues directly within the chatbot
10	Enhance the chatbot’s ability to understand and respond to complex or specific queries

of 3.78), and the intuitive interface (mean score of 3.76).

4.2.2 Language Learning Effectiveness

Varied responses were seen in language learning effectiveness, with vocabulary enhancement assistance receiving the highest mean score (3.86) and proficient grammar correction the lowest (3.68). These findings highlight specific strengths and areas for improvement in the language learning aspect.

4.2.3 Content and Relevance

For content and relevance, diverse conversation scenarios and equipped resources received high scores (3.79 and 3.86, respectively), while relevant conversation topics and culturally sensitive responses scored slightly lower (3.68 and 3.82,

respectively). This section provides insights into the strengths and potential improvements in content delivery.

4.2.4 Overall Satisfaction

The overall satisfaction mean score was 3.76, with users expressing a willingness to recommend the chatbot for English learning (mean score of 3.81) and a strong intent to continue using it (mean score of 3.90). These scores indicate a positive reception of the system and a high likelihood of continued user engagement.

Positive feedback was received based on the participants’ views of the TalkTutorAI chatbot, praising its user experience, language learning effectiveness, content relevance, and overall satisfaction. While the user-friendly interface received acclaim, feedback suggested improvements in response speed, timeliness, and intuitiveness. In language learning,

vocabulary enhancement was identified as a strength, while engaging conversations could be improved. Content and relevance, especially in culturally sensitive responses, received positive feedback. Overall, TalkTutorAI had a positive reception, with identified areas for improvement in user interaction and content delivery.

5. Discussions and Conclusions

Our investigation into TalkTutorAI, a ChatGPT-based web application designed for English language learning, represents a significant advancement in language training, particularly within the ChatGPT context. Addressing a notable gap in existing literature, which lacks comprehensive reviews of ChatGPT's role in language education, our study systematically evaluates TalkTutorAI's effectiveness in addressing English language learning challenges among Thai students.

Aligned with Schmidt-Fajlik (2023) endorsement of ChatGPT for English Language Learners and consistent with Young & Shishido (2023) findings on ChatGPT-generated dialogues' suitability for CEFR A2 proficiency levels, our research underscores the relevance and importance of understanding ChatGPT's applicability in language training. By addressing critical issues and providing practical solutions, our study significantly contributes to effective language education, positioning ChatGPT as a transformative tool.

The findings highlight TalkTutorAI's potential in improving English proficiency, with

ongoing refinement based on user insights, thereby contributing to innovative language education strategies emphasizing adaptive and engaging learning platforms. In essence, our research provides a comprehensive understanding of TalkTutorAI's role in addressing language learning challenges and sheds light on the potential of ChatGPT as a facilitator for English conversation teaching.

This study not only adds valuable insights to discussions about language education but also sets the stage for future research in this field. The positive user feedback and the areas identified for improvement underscore the dynamic nature of our research, opening avenues for ongoing refinement and innovation in language education strategies.

6. Future Works

Addressing current limitations, the web application lacks a tracking system, hindering user progress monitoring. Future improvements include implementing a robust user tracking system for enhanced performance monitoring and integrating data analysis techniques for insights into strengths and weaknesses. Responding to user feedback, future work involves enhancing response accuracy, language translation capabilities, and providing learning assessments. Optimizing the mobile interface, ensuring faster response times, and adding diverse, informative responses will contribute to improved usability. Implementing a self-assessment feature, a help or tutorial option, and a direct feedback mechanism

within the chatbot would enhance user engagement. Advancing the chatbot's understanding of complex queries and language translation capabilities aligns with educational technology trends, ensuring a more personalized learning experience.

References

- EF Education First. (2023). *EF English Proficiency Index - Thailand*. Retrieved 1 October 2023. Retrieved from <https://www.ef.com/wwen/epi/regions/asia/thailand/>
- Gregor, S. & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS quarterly*, 37(2), 337-355 . <http://dx.doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 28(1), 75-105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Juhana, J. (2012). Psychological factors that hinder students from speaking in english class (A case study in a senior high school in South Tangerang, Banten, Indonesia). *Journal of Education and Practice*, 3, 100-110. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/2887>
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Sakai, N. (2023). Investigating the feasibility of ChatGPT for personalized English language learning: A case study on its applicability to Japanese students. <https://doi.org/10.31219/osf.io/cv9f2>
- Sasum, S. & Weeks, B. (2018). Why some Thai students cannot speak English fluently? In *Proceeding of the 3rd RSU National and International Research Conference* (pp. 361-367), Rangsit University, Thailand. <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/inter2018/G4-IN18-021.pdf>
- Schmidt-Fajlik, R. (2023). ChatGPT as a grammar checker for Japanese english language learners: A comparison with grammarly and ProWritingAid. *AsiaCALL Online Journal*, 14(1), 105-119. <https://doi.org/10.54855/acoj.231417>
- Teng, B. & Sinwongsuwat, K. (2015). Improving English conversation skill through explicit CA-informed instruction: A study of Thai university students. *PASAA Paritat Journal*, 30, 65-104. https://www.culi.chula.ac.th/Images/asset/pasaa_paritat_journal/file-10-99-iokf5s624691.pdf
- Tipayavaravan, N., Sirichokcharoenkun, Y., & Cao, L. (2023). ChatGPT: A new tool for English language teaching and learning at Vietnamese high schools. <https://doi.org/10.35542/osf.io/m7k4y>
- Thu, C. H., Bang, H. C., & Cao, L. (2023). Integrating ChatGPT into Online Education System in Vietnam: Opportunities and Challenges. <http://dx.doi.org/10.35542/osf.io/hqyut>

Uyun, A. S. (2023). Teaching English speaking strategies. *Journal of English Language Learning (JELL)*, 6(1), 14-23. <https://doi.org/10.31949/jell.v6i1.2475>

Yin, R. K. (2002). *Case Study Research Design and Method*. Thousand Oaks, California: SAGE.

Young, J. C. & Shishido, M. (2023). Investigating OpenAI's ChatGPT potentials in generating chatbot's dialogue for English as a foreign language learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(6). <https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140607>

Smart Greenhouse System Based on Internet of Things using Information Flow Diagram and MQTT Connectivity

Sommart Prompt¹, Naris Uraipan², Suttipong Klongdee^{3,*}

¹ Department of Mechatronics and Robotics Engineering, School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110, Thailand

² Department of Technology Logistics Faculty of Social Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22210, Thailand

³ Department of Information Technology Faculty of Social Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22210, Thailand

* Corresponding author: Suttipong Klongdee (suttipong_kl@rmutto.ac.th)

Received:

30 March 2024

Revised:

27 April 2024

Accepted:

12 May 2024

Keywords:

Smart Greenhouse, Internet of Things, Technology Acceptance Model, Message Queue Telemetry Transport

Abstract: Technological advancements have driven the rapidly changing digital era, making the Internet of Things (IoT) adaptable in several study fields. Efficiently designing and developing smart greenhouse systems may enhance precision agriculture by enabling automated and accurate operations. This study concentrates on the architectural design of a smart greenhouse monitoring system. It employs Message Queue Telemetry Transport (MQTT) as a protocol to facilitate data communication between devices within the IoT system over extensive distances. This protocol works in conjunction with applications that use the Information Flow Diagram (IFD) architecture for the user interface. Additionally, the protocol evaluates the efficiency of using the smart greenhouse system with a mobile application. By assessing farmers' acceptance of the proposed IoT system, 35 farmers explored the adoption of IoT technology for farming based on the Technology Acceptance Model (TAM) model. The evaluation of the results of the hypothesis test was analyzed using the critical ratio value, with a required limit of 1.96 at the 95% confidence level. We can conclude that all the hypotheses were acceptable.

1. Introduction

Currently, technology plays a critical role in the ongoing global digital transformation (Ghobakhloo, 2020). It is essential in various areas of daily life and work. The Internet of Things (IoT) is another technology that has played a significant role, is becoming a revolutionary step in the modern world, and is pursuing cost-effective resources (Li *et al.*, 2014; Laghari *et al.*, 2021; Prompt, Maithomklang, & Panya-isara, 2023). Specifically, we focus on data connection, factor control, and automation of data collection to boost productivity in the industrial and agricultural sectors. Labor can be managed in the agricultural sector by through the application of innovation and technology. In a value-based economy, driven by innovation, modern farmers earn by enhancing their skills and utilizing cutting-edge agricultural technologies to transfer from traditional agriculture to modern precision farming. This technology has been continuously utilized in precision farming, and there is ongoing research into the application of the Internet of Things in agriculture (Ahmed *et al.*, 2019), including chicken farming (Masriwilaga *et al.*, 2019), mushroom cultivation (Mahmud *et al.*, 2018), control and monitoring for agriculture (Padalalu *et al.*, 2017), and automatic watering systems (Patil & Shah, 2019).

Nevertheless, there is a growing need among farmers for precision farming or smart farming systems that can effectively enhance productivity across multiple farms. There

are many advantages to intelligent systems, such as the ability to analyze data. Automatic displays are convenient and easy to use for status monitoring, environment management, etc. The challenge in system development is its compatibility with a variety of devices. The design and development of applications are crucial for managing a diverse range of environments. We have studied the design concepts using information flow diagrams to understand and communicate the process (Rukhiran & Netinant, 2020a; Rukhiran & Netinant, 2020b).

The Technology Acceptance Model (TAM) (Davis & Venkatesh, 1996; Venkatesh & Davis, 2000) is a theory that says and represents that the theory was developed from the Theory of Reasoned Action (TRA), a study about the acceptance and decision-making of new technologies or innovations by consumers. Many researchers have applied the concept of TAM to study the adoption of applications in various contexts, such as library information systems (Rafique *et al.*, 2020), medical technology (Rahimi *et al.*, 2018), and describing the ICT acceptance behavior of agriculture professionals (Alambaigi & Ahangari, 2016). We tested the acceptance of IoT technology, sensors, and remote-control devices to evaluate smart farm applications. The farmers were evaluated based on the principles of technology acceptance for the studied system. This assessment involves comparing the usefulness and ease of use between traditional farm systems and smart farm systems.

The objectives of this study are to investigate the adoption and utilization of IoT technology in precision agriculture, specifically in smart greenhouse systems. The application can improve efficiency, user experience, and acceptance of IoT technology for farmers. The authors concentrate on crafting the IoT system architecture and developing applications for smart greenhouse systems, which aid in automating control and monitoring environments. They used information flow diagrams (IFDs) for the design process, user interface, and user interaction of the web application. In addition, the TAM is used to examine the farmers' satisfaction with the system. Therefore, developing a user interface design application for a smart greenhouse on a handheld device can support the needs of farmers.

2. Materials and Methods

2.1 The IoT Architecture Diagram Design

The conceptual design of smart greenhouse systems using IoT for research purposes employs a 4-layer architecture. This architecture is utilized to design components of the IoT (Madato, Petlamul, & Mahamad, 2022) concept, integrating with technology to communicate data between IoT devices for control or data exchange using the widely adopted Message Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol. This includes environmental monitoring, such as detecting changes in rainfall and weather conditions

and providing real-time plant care information to farmers in India (Mukherji *et al.*, 2019). MQTT, being a reliable and secure protocol for data transmission, utilizes small-scale management, facilitates low-cost productivity enhancements, and offers high convenience. Hence, it is suitable for future smart farm technology (Yoon *et al.*, 2020). Farmers can utilize this concept to develop plant care control systems in small-scale greenhouse environments using IoT technology.

The smart greenhouse systems have been developed to support the implementation and application of environmental condition monitoring and control systems, as shown in Figure 1. The applications and data logging layer retrieves data from the data logging component for analysis, visualization, and generating insights for decision-making through mobile applications. The data storage and processing layer enables tracking temperature, humidity, soil moisture, and soil PH data. The communication layer connects to Wi-Fi for wireless connectivity between the perception layer and other layers. MQTT is a lightweight messaging protocol that facilitates communication between the perception and application layers. The perception layer consists of IoT sensors and devices, such as the Raspberry Pi 3 Model B+, relay, temperature sensors, and humidity sensors.

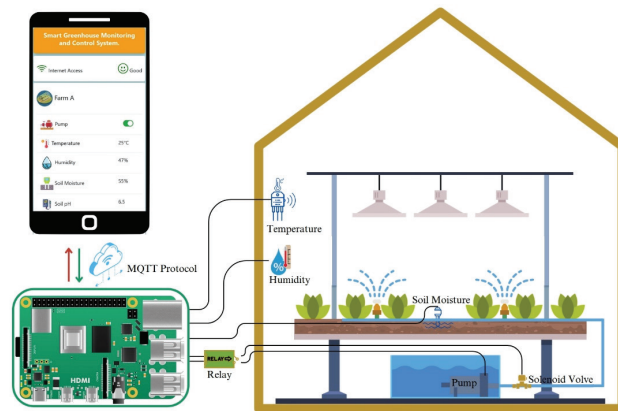


Figure 1. Architecture diagram for smart greenhouse farming

Table 1. Hardware information for a smart greenhouse

Model	Description	Images
Raspberry Pi 3 Model B+	The microcontroller signal-board computers (SBCs) are for connecting all devices and sensors.	
Relay module (12 V, 1 channel)	The relay module uses a control signal.	
SHTC3 Temperature and Humidity Sensor	The digital sensors detect pressure, humidity, and temperature.	
Soil Moisture Sensor Module	The module detects soil moisture levels.	
Soil pH Sensor	The digital sensor for the soil pH meter.	

In this paper, we study various sensors employed in designing and developing an IoT architecture for smart greenhouse systems for environmental detection. Our system uses the Raspberry Pi 3 Model B+ as the control unit for connecting all devices and sensors, which are programmed using a C++ instruction set to enable wireless

connectivity at 2.4 GHz frequency to establish communication for sending data to applications with the MQTT protocol. The sensor devices used include a relay module (12 V, 1 channel), a SHTC3 temperature and humidity sensor, a soil moisture sensor module, and a soil pH sensor. The features of these sensors are shown in Table 1.

2.2 Data Transfer using MQTT Protocol

The MQTT is an IoT communication protocol that operates on top of the Transport Control Protocol (Dinculeană & Cheng, 2019). The system architecture is demonstrated in practice using Raspberry Pi connections to an application that is able to communicate with the PIN I/O of a board, as illustrated in Figure 3. MQTT connectivity enables the seamless transmission of sensor data from IoT sensors (such as the SHTC3, soil moisture, and soil pH sensors) to mobile devices, allowing users to monitor and analyze the greenhouse's environmental parameters through a mobile application in real-time.

2.3 The Smart Greenhouse System on the Web Application

The architectural design has been introduced to facilitate the utilization of sensors, networks, monitoring systems, data aggregation, and decision-making systems. In

collaboration with IoT, data flow diagrams have been devised to improve the user experience of the web application for the intelligent subsoil decomposition system (Rukhiran & Netinant, 2020a; Rukhiran & Netinant, 2020b). Additionally, soil temperature monitoring in agricultural areas (Khan *et al.*, 2022) and the regulation of temperature and humidity in greenhouses via cloud platforms and mobile apps enable effective data visualization, analysis, and real-time device control (Zaguia, 2023). These systems serve various purposes, such as environmental management, light adjustment, and maintaining optimal temperature and humidity levels conducive to plant growth (Rukhiran, Chomngern, & Netinant, 2023; Sofwan *et al.*, 2020).

The smart greenhouse development is based on the System Development Life Cycle (SDLC) model, (Rhodes, 2012), which defines the development process. The working system can support the cultivation of various types of plants. The system can adapt to the

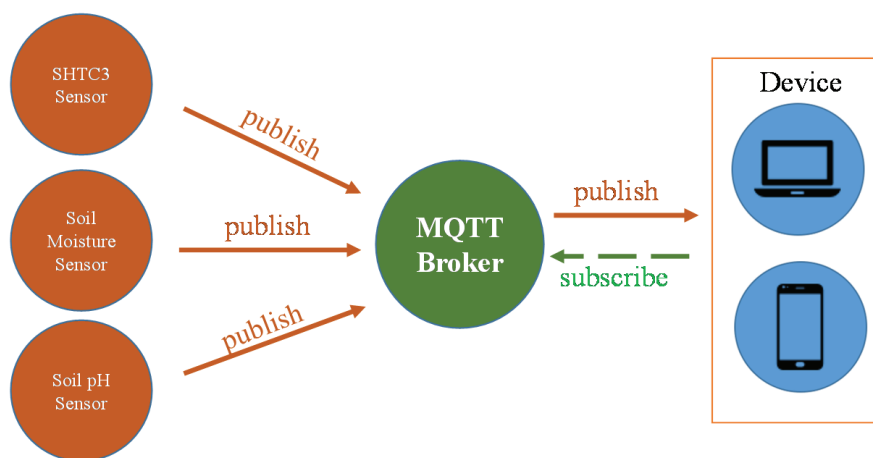


Figure 2. MQTT connection through IoT sensors

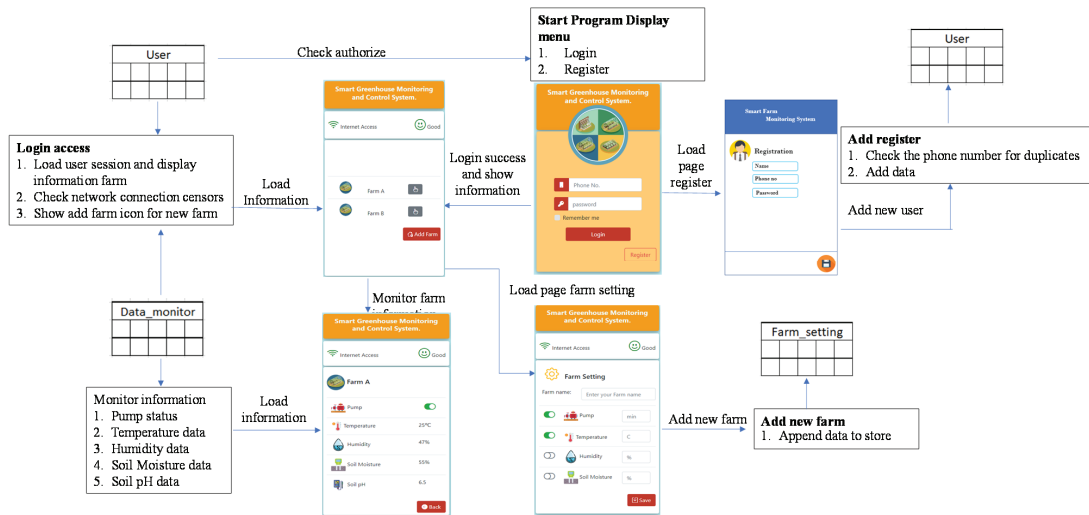


Figure 3. The information flow diagram smart greenhouse for this research

unique environment as needed. The smart greenhouse system uses data flow using the principles of the IFD shown in Figure 4, which consists of four primary components: the user interface, data, processes, data flow, and database.

An IFD shows the overall system components and data collection. Users can access the system via a login page, register, and access various parameters, such as pump control, and monitor the temperature, humidity, and moisture content of the air and soil.

2.4 Experimental Design

To assess the implementation of the smart greenhouse system, we designed a research questionnaire to gauge farmers' willingness to adopt the system. This involved examining various aspects of technology

acceptance, namely: 1) perceived ease of use; 2) perceived usefulness; 3) behavioral intention; and 4) actual system use, which influences users' intentions to use it and the likelihood of continued usage in the future (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989). The TAM framework guides the identification of these constructs and the formulation of questionnaire items. The TAM factors were categorized into four sections: perceived usefulness (PU) (consisting of 5 items), perceived ease of use (PEU) (comprising 5 items), behavioral intention (BI) (including 3 items), and actual system use (ASU) (comprising 3 items).

2.5 Hypotheses Model

The current research model for this study is adapted from the TAM. The proposed framework has four variables that suggest the following hypotheses:

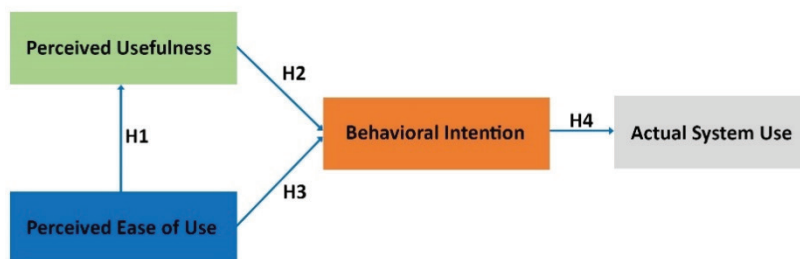


Figure 4. Research model

H1: Perceived ease of use has a positive effect on perceived usefulness

H2: Perceived usefulness of use has a positive effect on behavioral intention

H3: Perceived ease of use has a positive effect on behavioral intention

H4: Behavioral intention has a positive effect on actual system use

By testing these hypotheses within the context of the smart greenhouse application, researchers can gain insights into the relationships between perceived ease of use, perceived usefulness, behavioral intention, and actual system use. This model provides a structured approach to understanding user acceptance and adoption, contributing to the development and improvement of technology in agricultural practices, as shown in Figure. 4.

2.6 Respondents

Sampling for research according to Arikunto, if the subject was less than 100 people all the sampling should be taken (Jiang & Yuan, 2017). The respondents in this study were chosen via simple random sampling.

Specifically, by selecting 35 farmers with greenhouses near Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bang Phra campus as sampling objects.

2.7 Questionnaires and Data Collection

A questionnaire was designed based on variables from the TAM framework. The questionnaire design used a five-point Likert scale, with values from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). The collection of data occurred between October 15 and December 20, 2023. Research data were collected by giving the smart greenhouse system to farmers to try, then giving them questionnaires after trying out the system.

3. Results and Discussion

3.1 Evaluation of Measurement Model

The test of the measurement model is an evaluation of the validity and reliability of the instrument. Following the recommendations of Bagozzi and Yi, none of the 15 items were removed from the analysis because all standard item loading

values had a statistical limit of 0.5. The loading values of 0.754 to 0.984 were significant and showed great dependability. The instrument’s accuracy, consistency, and dependability were evaluated.

The average variance extracted (AVE), which measured the proportion of variance captured by the latent variable, was above 0.50 and ranged from 0.753 to 0.892.

The composite reliability (CR), which assesses the internal consistency of the

instrument, exceeded 0.70 and ranged from 0.913 to 0.965.

These findings indicate high data reliability. Additionally, Cronbach’s alpha coefficient, which measured internal consistency, exceeded 0.70 and ranged from 0.905 to 0.967, as recommended by Cronbach.

Table 2 shows that all research variables are valid and reliable.

Table 2. Convergent validity and reliability of constructs

Constructs	Items	Loadings	AVE	CR	Cronbach’ alpha
Perceived Usefulness (PU)	PU1	0.907	0.753	0.938	0.930
	PU2	0.754			
	PU3	0.945			
	PU4	0.809			
	PU5	0.910			
Perceived Ease of Use (PEU)	PEU1	0.771	0.848	0.965	0.967
	PEU2	0.925			
	PEU3	0.954			
	PEU4	0.955			
	PEU5	0.984			
Behavioral Intention (BI)	BI1	0.918	0.778	0.913	0.905
	BI2.	0.890			
	BI3.	0.836			
Actual System Use (ASU)	ASU1	0.967	0.892	0.961	0.958
	ASU2.	0.966			
	ASU3:	0.898			

Table 3. Overall results goodness of fit model

Fit Model	Recommended	Actual
Chi-square	$p > 0.05$	0.075
X^2/df	< 2.00	1.391
CFI	≥ 0.95	0.975
GFI	≥ 0.95	0.997
AGFI (Adjusted)	≥ 0.95	0.987
RMSEA	< 0.05	0.014
SRMR	< 0.05	0.003

3.2 Overall Conformity Evaluation (Overall Goodness of FIT Model)

Table 3 presents a summary of the overall model fit measurements. In addition to the chi-square, X^2/df , CFI, GFI, AGFI, RMSEA, and SRMR values are checked (Diamantopoulos, Siguaw, & Siguaw, 2000; Bollen, 1989; Kaplan, 2009; Hu & Bentler, 1999).

The overall results for the goodness of fit model were as follows: The chi-square value was significant ($p = 0.075 > 0.05$); the X^2/df , a calculation of the chi-square value divided by the degree of freedom (df), $= 1.139 < 3$, thus fulfilling the criteria for goodness of fit; the $RMSEA = 0.014 < 0.05$ and the $SRMR = 0.003 < 0.05$ meet the absolute goodness of fit requirement; the $CFI = 0.975 \geq 0.95$, $GFI = 0.997 \geq 0.95$ and $AGFI = 0.987 \geq 0.95$ all meet the incremental fit measures.

3.3 Analysis of the Structural Model

The application of the structural model produces the output in the form of path coefficients and R-squared. The value of R-squared (R^2) was determined to identify the ability to explain the four research variables. If the value of R^2 is close to 1, it indicates the independent variable explains a large portion the variance in the dependent variable (Imam, 2012). The test results showed that the R^2 value of the perceived usefulness variable was 0.761, the behavioral intention variable was 0.498, and the actual system use was 0.541. While the perceived ease of use variable was 0.

The path coefficient describes the positive or negative relationship between two latent variables and the magnitude of the influence one latent variable has on the other. The CR value is obtained by dividing the estimated parameter value by the

Table 4. Coefficient calculation results

Hypothesis	Estimate	SE	CR	Description
H1: Perceived ease of use → Perceived Usefulness	1.253	0.510	5.621	Acceptable
H2: Perceived Usefulness → Behavioral Intention	1.791	0.239	4.327	
H3: Perceived ease of use → Behavioral Intention	1.920	0.182	4.877	
H4: Behavioral Intention → Actual System Use	0.358	0.101	4.974	

estimated standard error (SE) value. The aim of the hypothesis test was to analyze the critical ratio (CR) value, then compare it to the required limit of 1.96, and use a 95% confidence level to determine if a relationship is significant. According to Table 4, it could be concluded that hypotheses H1, H2, H3, and H4 were acceptable.

4. Conclusions

In this paper, the study highlights the significance of the IoT smart greenhouse system architecture, which acts as a foundational framework for integrating diverse components. The perception layer acquires crucial environmental data through sensors like temperature, humidity, soil moisture, and pH sensors. Efficient and reliable data transmission between the perception and application layers is ensured by the communication layer through MQTT connectivity. The application layer provides a user interface, empowering users to monitor, control, and analyze the greenhouse environment via a mobile application. The findings underscore the

seamless integration of IoT devices and web applications into the design and operation of smart greenhouses. Key elements such as the main menu, data storage, and database, automatically updated according to the information flow diagram (IFD), contribute to establishing an appropriate and consistent natural environment. These findings resonate with Terence & Purushothaman's (2020) research on smart farming architecture, leveraging IoT for remote monitoring and control to reduce labor intensity and optimize resource utilization. Addressing user acceptance factors and ensuring the perceived usefulness and ease of use of the IoT smart greenhouse system can enhance its adoption and successful implementation. This research utilizes a microcontroller that is compatible with wireless networks, specifically Wi-Fi, to establish connections with devices. This feature enhances the accessibility and usefulness of the system.

In the future, we aim to develop an intelligent system to control and monitor greenhouse temperatures. Once a farmer

selects a crop type, we will create a database to automatically store the best environmental conditions for growing that crop. Additionally, we plan to improve the efficiency of control equipment compatible with 5G signal networks, enabling remote farming operations.

5. Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the generous support of the Department of Mechatronics and Robotics Engineering, School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology, Tawan-ok (RMUTTO).

References

- Ahmed, M., Rahaman, M. O., Rahman, M., & Kashem, M. A. (2019). Analyzing the quality of water and predicting the suitability for fish farming based on IoT in the context of Bangladesh. In *International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/STI47673.2019.9068050>
- Alambaigi, A. & Ahangari, I. (2016). Technology acceptance model (TAM) as a predictor model for explaining agricultural experts behavior in acceptance of ICT. *International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD)*, 6(2), 235-247. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.262557>
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York : John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003. <http://www.jstor.org/stable/2632151>
- Davis, F. D. & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International journal of human-computer studies*, 45(1), 19-45. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0040>
- Diamantopoulos, A., Siguaw, J. A., & Siguaw, J. A. (2000). *Introducing LISREL: A guide for the uninitiated*. Cornell University, USA: Sage.
- Dinculeană, D. & Cheng, X. (2019). Vulnerabilities and limitations of MQTT protocol used between IoT devices. *Applied Sciences*, 9(5), 848. <https://doi.org/10.3390/app9050848>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of cleaner production*, 252, 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Hu, L. T. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>

- Imam, G. (2012). *Aplikasi analisis multivariat dengan program IBM SPSS 20*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Jiang, G. & Yuan, K. H. (2017). Four new corrected statistics for SEM with small samples and nonnormally distributed data. *Structural Equation Modeling*, 24(4), 479–494. <https://doi.org/10.1080/10705511.2016.1277726>
- Kaplan, D. (2009). *Structural equation modeling: Foundations and extensions*. Los Angeles: SAGE.
- Khan, A. A., Faheem, M., Bashir, R. N., Wechtaisong, C., & Abbas, M. Z. (2022). Internet of things (IoT) assisted context aware fertilizer recommendation. *IEEE*, 10, 129505-129519. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3228160>
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A review and state of art of internet of things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09622-6>
- Madato, T., Petlamul, W., & Mahamad, K. (2022). Efficiency of smart farm system on enhancement of pepper production. *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)*, 30(4), 53-65. <https://doi.org/10.14456/nujst.2022.35>
- Mahmud, M. A., Buyamin, S., Mokji, M. M., & Abidin, M. Z. (2018). Internet of things based smart environmental monitoring for mushroom cultivation. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 10(3), 847-852. <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v10.i3.pp847-852>
- Masriwilaga, A. A., Al-hadi, T. A. J. M., Subagja, A., & Septiana, S. (2019). Monitoring system for broiler chicken farms based on Internet of Things (IoT). *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 7(1), 1-13.
- Mukherji, S. V., Sinha, R., Basak, S., & Kar, S. P. (2019). Smart agriculture using internet of things and MQTT protocol. In *2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon)* (pp. 14-16). IEEE. <https://doi.org/10.1109/COMITCon.2019.8862233>
- Padalalu, P., Mahajan, S., Dabir, K., Mitkar, S., & Javale, D. (2017). Smart water dripping system for agriculture/farming. In *2017 International Conference for Convergence of Technology (I2CT)* (pp. 659-662). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I2CT.2017.8226212>
- Patil, V. B. & Shah, A. B. (2019). Automated watering and irrigation system using Arduino UNO. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(12), 928-932.

- Prompt, S., Maithomklang, S., & Panya-isara, C. (2023). Design and analysis performance of IoT-based water quality monitoring system using LoRa technology. *TEM Journal*, 12(1), 29-35. <https://doi.org/10.18421/TEM121-04>
- Rafique, H., Almagrabi, A. O., Shamim, A., Anwar, F., & Bashir, A. K. (2020). Investigating the acceptance of mobile library applications with an extended technology acceptance model (TAM). *Computers & Education*, 145, 103732. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103732>
- Rahimi, B., Nadri, H., Afshar, H. L., & Timpka, T. (2018). A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Applied clinical informatics*, 9(03), 604-634. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1668091>
- Rhodes, D. L. (2012). The systems development life cycle (SDLC) as a standard: Beyond the documentation. In *SAS Global Forum*, (184), 1-5.
- Rukhiran, M., Chomngern, T., & Netinant, P. (2023). Insights from a dataset on behavioral intentions in learning information flow diagram capability for software design. *Data in Brief*, 49, 109307. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109307>
- Rukhiran, M., & Netinant, P. (2020a). Mobile application development of hydroponic smart farm using information flow diagram. In *2020-5th International Conference on Information Technology (InCIT)* (pp. 150-155). IEEE. <https://doi.org/10.1109/InCIT50588.2020.9310780>
- Rukhiran, M., & Netinant, P. (2020b). IoT architecture based on information flow diagram for vermiculture smart farming kit. *Tem Journal*, 9(4), 1131-1137. <https://doi.org/10.18421/TEM94-03>
- Sofwan, A., Sumardi, S., Ahmada, A. I., Ibrahim, I., Budiraharjo, K., & Karno, K. (2020). Smart greetthings: Smart greenhouse based on internet of things for environmental engineering. In *2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICoSTA48221.2020.1570614124>
- Terence, S. & Purushothaman, G. (2020). Systematic review of internet of things in smart farming. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 31(6). <https://doi.org/10.1002/ett.3958>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204. <https://ssrn.com/abstract=4062393>

Yoon, H. W., Kim, D. J., Lee, M., Weon, C., & Smith, A. (2020, August). L & M farm: A smart farm based on LoRa & MQTT. In *2020 International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/COINS49042.2020.9191387>

Zaguia, A. (2023). Smart greenhouse management system with cloud-based platform and IoT sensors. *Spatial Information Research*, 31(5), 559-571. <https://doi.org/10.1007/s41324-023-00523-3>

Developing a VR Map for the Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University: A Design Science Approach

Charnsak Srisawatsakul¹, Waransanang Boontarig^{1*},
Santaneer Kitpermkiad², Tanarat Chotiphan², Theerada Chotiphan³

¹ Digital Innovation, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

² Computer science, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

³ Technology Multimedia and Animation, Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University,
Ubon Ratchathani 34000, Thailand

* Corresponding Author: Waransanang Boontarig (Waransanang.b@ubru.ac.th)

Received:

20 November 2023

Revised:

9 February 2024

Accepted:

2 April 2024

Keywords:

Design Science, Virtual Reality,
Map, Navigation System,
System Development,
360-degree Photography

Abstract: This research aims to develop a virtual reality (VR) map for the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University and evaluate the satisfaction level of its users. This study used a design science research approach to address real-world issues such as navigating and exploring a university faculty, which can be difficult for new students and visitors. This study's artifact is a working prototype of a VR map of the Faculty of Computer Science building, which was evaluated with 115 student participants using a quantitative questionnaire. The results showed that the VR map received a high level of satisfaction, with a mean score of 4.30 for the overall experience. The users particularly appreciated the system's ease of use, convenience, and readability of the text and images displayed. However, some users suggested improvements such as clearer room signs, more detailed point of interest (POI) information, and the inclusion of multimedia elements such as videos and narrations. The findings of this study can help with the design and development of virtual reality maps for university campuses, as well as future research in this field.

1. Introduction

Virtual reality (VR) technology simulates a wide range of environments and allows users to experience a 360-degree perspective without physically being present. VR-enabled programs can now be easily downloaded and used in a wide range of industries and applications, including tourism, military, medicine, marketing, entertainment, communication, and education, thanks to technological advancements and more affordable in mobile devices and wireless communication technology. The use of VR technology to map virtual worlds within buildings is gaining appeal in both the public and private sectors because it enables users to explore and plan journeys without the concern of getting lost. Additionally, it can be utilized for education or amusement. It aids in maintaining social distancing amid the present pandemic by permitting users to enter the virtual world through VR glasses.

Every semester at Ubon Ratchathani Rajabhat University welcomes new students who are unfamiliar with the premises. The newcomers may become lost in the building and must frequently ask for directions from the lecturers and staff. Additionally, external visitors who need to conduct business with the faculty, such as maintenance personnel or outside lecturers, and so on, face the same challenges. Hence, this research aims to solve those problems by creating a VR map for the Faculty of Computer Science to help first-year students, students from other faculties, and

external staff navigate the virtual world of the faculty. It will be able to include points of interest (POI), signs, and multimedia information at specific locations to assist visitors in planning their journeys and understanding the design of building, including the location of the emergency exits. In addition to facilitating student engagement, this virtual world map system of the Faculty of Computer Science can enhance the faculty's reputation as a leader in digital technology.

2. Related Work

2.1 Virtual Reality

VR technology is a computer-generated simulation of various locations that allow users to feel as if they are physically present in the virtual world (Sherman & Craig, 2018). This technology is available on a variety of devices, including desktop computers, laptop computers, and mobile phones with Internet access and sophisticated mobile technologies. With the advancement of wireless data communication and processing, VR applications have become more accessible and user-friendly, resulting in a wide range of applications in fields such as the military, medicine, marketing, entertainment, communication, and education. As VR technology advances and becomes more accessible, we can expect even more creative applications in the future. Users can experience 360-degree virtual reality without being physically present thanks to VR technology, which changes aspects of daily life, travel, and the way we

discover and experience new places. For example, VR technology has simplified access to virtual maps in the travel industry, allowing users to examine routes and destinations before traveling, making it a popular tool among tech-savvy, modern travelers.

VR has emerged as a transformative tool in education, offering immersive experiences that enhance learning across various domains. Recent studies and reviews provide a comprehensive overview of VR's application in education, illustrating both its potential benefits and challenges.

Tan *et al.* (2022) conducted a systematic review on augmented reality (AR) and VR technologies in the architecture, engineering, and construction (AEC) industry, highlighting limitations in AR/VR applications for education and training within this sector (Tan *et al.*, 2022). Another innovative approach by Wang, Wang, & Perlin (2023) presents a system enabling non-VR instructors to interact with students immersed in VR, facilitating seamless communication and collaboration in VR classes (Wang, Wang, & Perlin, 2023). Pirker & Dengel (2021) discuss the potential of 360-degree VR videos in providing immersive educational experiences, significantly improving learning performance, motivation, and knowledge retention, while also enhancing engagement and empathy (Pirker & Dengel, 2021).

Nicola, Stoicu-Tivadar, & Patrascoiu (2018) found that incorporating VR technology

into the learning process, such as for the bubble sort algorithm, led to a more effective learning experience. Similarly, a study by Lee *et al.* (2021) explores VR's use in fashion design education, promoting creativity through collaborative exploration in a VR environment. Brooks (2020) discusses the potential use of extended reality (XR) technologies, including VR, for practical skills training in various educational settings, suggesting its applicability in medical education and industry training.

The exponential growth in the adoption of AR and VR in education, as noted by Al-Ansi *et al.* (2023), indicates a significant role for wearable devices in these technologies. However, there remains a gap in swiftly implementing and customizing these technologies within educational institutions (Al-Ansi *et al.*, 2023). This gap underscores the need for continued research and development to fully leverage VR's potential in educational contexts.

In summary, VR in education offers promising avenues for enhancing learning experiences across diverse fields. While challenges exist, particularly in technology integration and customization, the continued evolution of VR technologies holds the potential to revolutionize educational methodologies and outcomes.

2.2 Virtual Reality Map

The virtual reality map (VR map) allows users to navigate a complex building without relying on physical signs or directions,

which is one of its primary advantages. Furthermore, using a VR headset or other device, users can access VR maps that provide a 3D representation of the building, allowing them to view the layout and location of various rooms and facilities. This is particularly useful for large or unfamiliar buildings, enabling users to navigate and locate specific locations easily. In addition, VR maps can be customized to include additional information, such as room names and descriptions, to make it even simpler for users to find what they need. Moreover, the use of virtual reality as a map in a facility might enhance security by allowing people to plot their paths and avoid hazards. Virtual reality maps are helpful for both building owners and visitors since they allow for quick and easy orientation.

The utilization of virtual environments in the development of maps and navigation systems has been a famous research topic since 2002, as demonstrated by Cho, Wang, & Fesenmaier (2002). However, VR technologies were not as developed as they are today. The advent of VR technology has further facilitated the creation of virtual tours, as exemplified by Chiao, Chen, & Huang (2018), who applied VR in the development of a virtual tourist map for cultural tourism. The application of virtual environments in tourism has also been explored by Osman, Wahab, & Ismail (2009).

The core element of VR map development is the implementation of 360-degree photography, often known as spherical or panoramic images, which capture

the complete surrounding environment in a single shot. They are created by utilizing a specialized camera or a series of cameras to capture many images from various angles and then stitch them together with computer software. This results in an immersive, panoramic perspective that allows the viewer to explore the shot virtually. These images have been discovered to be a powerful tool for providing an immersive experience, allowing the spectator to investigate the surroundings more naturally because they may look about in any direction.

2.3 Design Science Research

Research in the field of information systems primarily falls into two categories: behavioral science and design science research (DSR) (Hevner *et al.*, 2004). Behavioral science research aims to develop theories that predict or explain the phenomena associated with the utilization of existing information technology (IT) artifacts within organizational contexts. Design science research entails creating and evaluating artifacts such as products, systems, processes, or services to address an identified, unsolved, and significant problem (Hevner *et al.*, 2004). DSR typically involves several key phases: problem identification, design and development, evaluation, and dissemination. DSR has been applied in a wide range of fields, including software engineering, human-computer interaction, and business management (Hevner & Chatterjee, 2010). Studies have shown that it is well-suited for research that aims to generate new

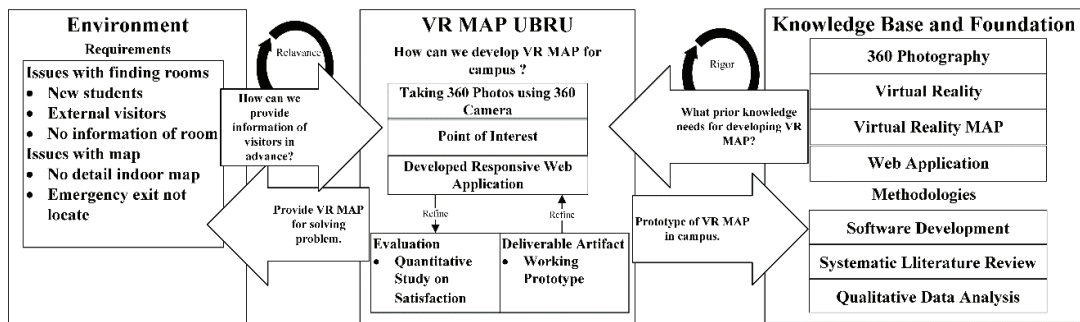


Figure 1. Research model of the study

knowledge and innovations to solve problems and create opportunities.

Hevner *et al.* (2004) established seven guidelines for effective design science research to successfully develop and evaluate IT artifacts. These guidelines are: 1) producing an innovative and purposeful artifact, 2) developing the artifact specifically to address an important and unsolved business problem, 3) evaluating the design artifact, 4) making verifiable research contributions, 5) utilizing rigorous methods in the construction and evaluation of the design artifact, 6) viewing the design artifact as a search process that utilizes available resources, and 7) effectively communicating the research to appropriate audiences.

The selection of DSR as the research methodology for this study is academically justified due to its suitability for addressing complex, real-world problems through the creation and evaluation of innovative artifacts. DSR is particularly relevant in the field of information systems, where the development of practical solutions to address identified issues is paramount. This methodology

aligns with the study's goals, which involve developing a VR map to improve navigation within the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University.

3. Materials and Methods

Design science is a research approach that concentrates on developing and accessing objects, such as technologies or designs, that can address problems in the real world. Hence, in this study, we applied design science methodology to tackle the issue of the indoor map of the university campus at the Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani Province, Thailand. This research will follow the guidelines of the DSR methodology proposed by Hevner *et al.* (2004) and Peffers *et al.* (2007), including problem identification and motivation, the definition of the objectives for a solution, design and development, demonstration, evaluation, and communication. Table 1 provides a detailed explanation of each stage in this study. Therefore, Figure 1 depicts the research model of this study based on the DSR methodology (Hevner *et al.*, 2004).

3.1 Problem Identification and Motivation

During the new semester at Ubon Ratchathani Rajabhat University, new first-year students and students from various other faculties have difficulty finding their assigned classrooms, resulting in increased class lateness. This issue is causing classroom disruptions, decreasing student productivity, and significantly affecting the teaching and learning environment. Moreover, this issue may cause anger and unhappiness among faculty members and staff who are forced to assist students with navigation, resulting in possible harm to the university's reputation and student relationships.

External visitors, such as delivery workers, equipment maintenance professionals, contractors, trainers, trainees, etc., sometimes get lost within the faculty premises, wasting valuable time and interfering with their jobs. This causes delays in delivering goods and services, difficulties in executing necessary repairs and maintenance, and a detrimental impact on the university's overall operations, resulting in harm to the university's reputation and connections with outside parties.

3.2 Definition of the Objectives for a Solution

The proposed solution for addressing the difficulties faced by new students and external visitors in navigating the campus of Ubon Ratchathani Rajabhat University is the

implementation of a VR-based map. This solution utilizes 360-degree imaging technology to create a virtual representation of the university's buildings and facilities. Users can interact with the map through a VR headset or a web-based platform, allowing them to explore the campus in a virtual environment and easily locate their desired destination. We proposed research question as follows:

“What is the impact of using a VR map on the user's experience and satisfaction in navigating a computer science department at Ubon Ratchathani Rajabhat University?”

Hence, the objectives of this research were:

- 1) To develop a prototype of a VR-based campus map for the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University.
- 2) To evaluate user satisfaction with the prototype VR-based campus map for the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University.

3.3 Design and Development

As a case study, this research aims to propose a working prototype for the VR map using the Faculty of Computer Science. The faculty consists of six floors, with four floors accessible to the public. Consequently, the VR map only encompassed four floors of the faculty. The 360-degree photography of the



Figure 2. Research model of the study

building and path on every floor was performed using a proprietary 360 camera device name Insta360 One X (Insta360, 2021). This camera features two lenses with a 180-degree field of view on each, located on opposite sides of the device. It has a higher resolution at 18 MP (6080*3040), which is sufficient for seeing details of objects in the image, such as room numbers, room names, or the location of the branch in front of the room. When taking photographs, the camera's software will seamlessly stitch together the images captured by each lens to create a single 360-degree image, as illustrated in Figure 2. Moreover, Figure 3 shows the example photograph, showcasing the device's capabilities.

Due to the inability of the Insta360 application on mobile devices to export



Figure 3. Example 360-degree photography from the Insta360 One X

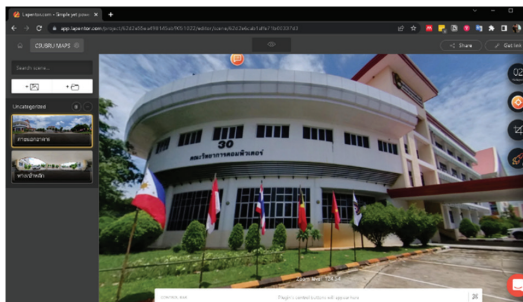


Figure 4. Example 360-degree photography from the Insta360 One X

360-degree images with the highest possible resolution, the Insta360 Studio 2022 was used, a Windows-based application that is capable of stitching and exporting 360-degree images with the highest possible resolution.

In addition to recording 360-degree photography, the process of incorporating these images into a virtual world travel map system is also crucial. This includes light enhancement of images, collecting POIs, connecting the path of each 360-degree image, and front-end coding for user interface access through web applications such as navigation buttons, audio, video, and still images. In this research, we compared numerous navigation software. The Lapentor (Lapentor - 360 Virtual tour platform pricing, 2022) was used for creating a VR map from 360-degree

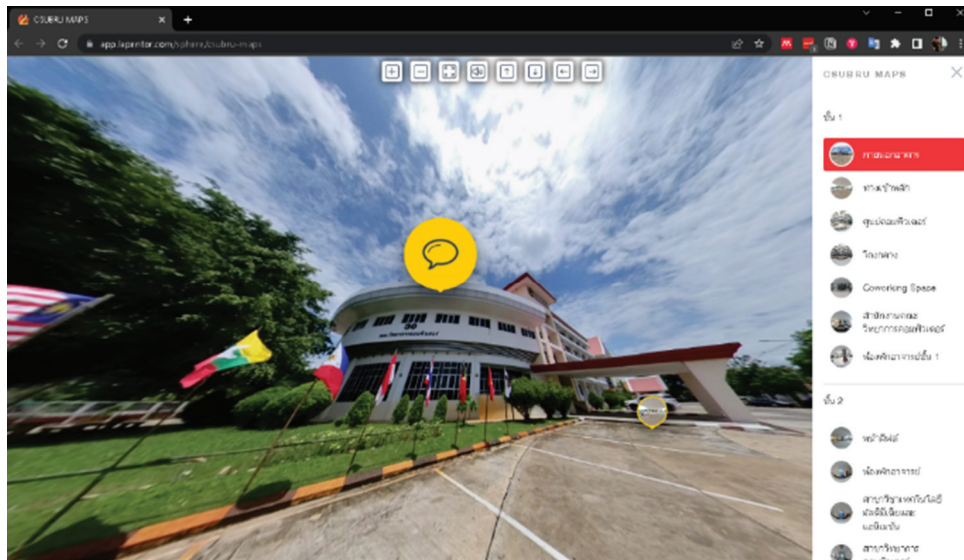


Figure 5. The starting point of the VR map

photography. It is developed by Vietnamese developers. It has the advantage that it can be used directly via a web browser without having to install any additional programs, can be used easily, and can create hotspots or various points of interest.

3.4 Demonstration and Evaluation

The demonstration of the virtual travel map system is the working prototype of its use as a web application. It is able to navigate through the faculty of the computer science building, POIs, videos, and other information, and the user can interact with the map through buttons and links. The demonstration also included a walk-through of the VR map for our study participants. After the demonstration, black box testing will be used to assess the system's functionality and usability. Black box testing, also known as functional testing, focuses on the system's external behavior rather than its internal structure or code. This

method is ideal for testing the system's ability to meet user requirements and expectations. The participants each had about 30 minutes to try out every feature of the prototype as they saw fit.

The evaluation of the VR map involved assessing its satisfaction from the participants using a survey, which will be conducted to gather feedback from users on their overall experience with the system, graphical representation of the system, correctness, and performance, as well as any suggestions for improvement.

The survey data was analyzed using a variety of statistical approaches. The first stage was to clean and organize the data to ensure its accuracy and consistency. This entailed looking for missing values, outliers, and errors and making any necessary adjustments. The data was then summarized using descriptive statistics



Figure 6. Floating control panel

Table 1. Demographic statistics of participants

Variable	Frequency	Percent
Gender		
Male	50	43.5
Female	63	54.8
Other	2	1.7
Total	115	100
Year of students		
1	74	64.34
2	23	20
3	14	12.17
4	4	3.47
Total	115	100
Faculties of students		
Faculty of Humanities and Social Sciences	21	18.3
Faculty of Education	19	16.5
Faculty of Industrial Technology	9	7.8
Faculty of Public Health	6	5.2
Faculty of Business Administration and Management	15	13.0
Faculty of Science	9	7.8
Faculty of Law	2	1.7
Faculty of Computer Science	34	29.6
Total	115	100

to provide a general overview of the results, including mean, median, mode, and standard deviation values, as well as frequency distributions.

3.5 Participants and Data Collection

This study's target population is the tertiary students of Ubon Ratchathani Rajabhat University. A convenience sample method was used to choose the study's participants. The data was gathered via a self-administered online questionnaire. Participants answered the questionnaire after using and testing the prototype.

The questionnaire had two sections. The first section collected demographic information and participants' satisfaction was covered in the second section. The satisfaction variables were evaluated using a five-point Likert scale, with one indicating "strongly disagree", and five indicating "strongly agree". As a result, 156 people completed the survey. However, 41 did not meet the screening criteria. Hence, 115 datasets (N=115) were chosen in the final analysis to test the hypotheses. Table 1 shows the descriptive statistics of participants. Most of the participants were first-year students as they were new students who might not be familiar with the place.

4. Results

4.1 Working Prototype as an Artifact

This study's working prototype of the VR map is publicly accessible via the URL <https://app.lapentor.com/sphere/csubru-maps>. Figure 5 shows an example of accessing maps from the web browser on a PC using Google Chrome

Users can use their mouse to click on the desired position. They can also use the scrolling button on their mouse to zoom in or out to see the angle they need. Furthermore, there is a floating control bar tool that also provides navigation commands (see Figure 6), including movement, zooming in and out, viewing the map in full screen, turning left and turning right.

As mentioned, there are four floors on the map. Users can teleport directly to different floors with a click using a navigation map (Figure 7) on the side of the screen without the need to walk up the stairs, which would take a lot of time to navigate by clicking on the control panel.

There are two types of POIs. Firstly, the information provider type showed in Figure 8. Clicking on this POI in Figure 8 will display the relevant messages in the specified image. Clicking on the POI in Figure 9 will teleport the user to the location in the following picture. Figure 10 shows the VR map listed at the right side of the window.

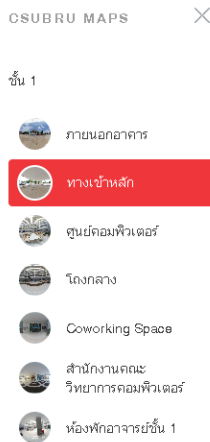


Figure 7. Navigation map for teleportation



Figure 8. Point of interest that provides information

4.2 Artifact Evaluation

The assessment of the system has four parts, including overall experience with the system, graphical representation of the system, correctness, and performance, as well as any suggestions for improvement. The result of the analysis of data is shown in Table 2.

Table 2 shows that the participants favorably appreciated the VR map system. The mean scores for graphical representation, correctness, performance, and overall experience were 4.13, 4.28, 4.24, and 4.30, respectively, with standard deviations ranging



Figure 9. Point of Interest that the user can teleport to

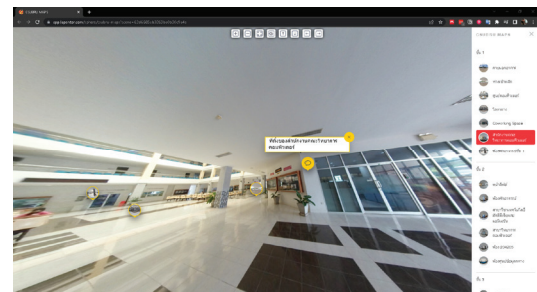


Figure 10. Indoor VR map

from 0.64 to 0.84, respectively, with standard deviations ranging from 0.64 to 0.84. These scores indicate that the participants generally had a positive experience with the VR map system, with the highest scores being awarded to the clarity of images displayed and the overall experience.

The user interface and the readability of the text were also well received, with mean scores of 4.10 and 4.21, respectively. The dialog delivered a clear message, with a mean score of 4.06, although there is room for improvement in this area.

Table 2. Descriptive statistics of participants

Satisfaction Factors		Mean	Std. Dev
graphical representation of the system		4.13	
1	The user interface made it interesting to deliver information	4.10	0.70
2	The readability of the text displayed on the monitor	4.21	0.71
3	Clarity of the images displayed	4.16	0.81
4	The dialog delivers a clear message	4.06	0.84
Correctness		4.28	
1	completeness and precision of map data	4.27	0.81
2	Timeliness of data	4.32	0.76
3	The maps of buildings are understandable and usable	4.25	0.76
Performance		4.24	
1	system responsiveness	4.28	0.76
2	The teleportation speed of each location.	4.26	0.77
3	The system makes it easier for me to find a classroom.	4.18	0.79
Overall experience		4.30	
1	Ease of use of the system	4.27	0.74
2	Convenient and uncomplicated.	4.29	0.71
3	The menu is easy to follow	4.39	0.65
4	overall experience	4.28	0.64
5	The system's operational procedures are appropriate, adaptable, and easy to understand.	4.27	0.73

Regarding correctness, the completeness and precision of map data were highly rated, with a mean score of 4.27. In addition, the timeliness of data and the usability of building maps were well received, with mean scores of 4.32 and 4.25, respectively.

In terms of performance, the system responsiveness, teleportation speed, and ease of finding classrooms were highly rated, with mean scores of 4.28, 4.26, and 4.18, respectively.

Overall, the participants found the system easy to use, convenient and uncomplicated, with a mean score of 4.27 for ease of use and 4.29 for convenience. In addition, the menu was easy to follow, with a mean score of 4.39. The participants also found that the system's operational procedures were appropriate, adaptable, and easy to understand, with a mean score of 4.27.

Therefore, the VR map system was well accepted by the participants and proved

helpful for navigating the university campus. The system has been favorably welcomed in terms of graphical representation, correctness, performance, and overall experience. However, there is still potential for improvement in areas such as dialog delivery, precise message delivery, and the system’s operational procedures.

The outcomes of this study, demonstrating high user satisfaction with the VR map, resonate with and extend the findings from existing literature on the utility and effectiveness of VR technology in educational and navigational contexts. Specifically, the integration of 360-degree photography and user-friendly navigation interfaces aligns with research by Cho, Wang, & Fesenmaier (2002) and Chiao, Chen, &

Huang (2018), who have underscored the transformative potential of VR in enhancing user experiences and engagement in virtual environments. Furthermore, the feedback on desired improvements suggests a pathway for future enhancements that is consistent with guidelines from Hevner *et al.* (2004) on design science research, emphasizing iterative development and the importance of user feedback in creating impactful technological solutions. By addressing real-world navigation challenges within university settings, this study contributes to the growing body of evidence supporting VR’s role in improving spatial orientation, a critical aspect highlighted by Osman, Wahab, & Ismail (2009) in the context of tourism, now effectively adapted to the educational sector.

Table 3. Open-end answer about the artifact

Category	Description	Example Suggestions
Navigation Clarity	Feedback related to the ease of navigating within the VR environment, including clarity of map markers and directions.	Add more distinct signage and interactive waypoints.
Content Detailing	Suggestions on enhancing the detail and accuracy of content within the VR map, such as landmarks and informational points.	Update the VR map with real-time information and more detailed descriptions of key locations.
System Expansion	Ideas for expanding the coverage of the VR map to include more areas of the university campus.	Extend the VR map to cover student accommodation areas and recreational facilities.
User Experience	Comments on the overall user experience, including interface design, interactivity, and user engagement.	Improve the VR interface for easier navigation and incorporate feedback mechanisms.
Multimedia Integration	Proposals for integrating multimedia elements like videos, photos, and 3D models to enrich the VR experience.	Incorporate 360-degree videos of key campus locations and virtual tours.

5. Conclusion

The objectives of this research were to 1) build a prototype of a VR-based campus map for the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University and 2) evaluate user satisfaction with the prototype VR-based campus map for the Faculty of Computer Science at Ubon Ratchathani Rajabhat University. Based on design science methodology, we proposed a research model and methodologies. The process of developing a virtual journey map system was investigated, and several development tools were reviewed. As an artifact, the system demonstration featured a working prototype. It was tested using black box techniques to assure user functionality, contentment, and usability. In addition, data from system surveys were evaluated to gain input and identify areas for improvement. The findings of this study emphasize the relevance of contemplating delivering a VR map service on university campuses.

Furthermore, the study introduces novel insights into the design and development process of VR applications for campus navigation, addressing the gap identified in the literature regarding practical implementations of VR in educational environments. By detailing the iterative design process, user feedback, and evaluation outcomes, this research contributes to the broader knowledge base on VR technology's application and user-centered design in educational settings.

The creation of the VR-based campus map was informed by a comprehensive analysis of existing navigational challenges, drawing upon both international and national literature on VR applications in education and navigation. This initiative aligns with the growing recognition of VR's potential to transform educational experiences, as supported by the work of Cho, Wang, & Fesenmaier (2002) and Chiao, Chen, & Huang (2018), who have highlighted the effectiveness of VR in engaging and immersive learning environments. The successful development of the prototype VR map not only demonstrates the feasibility of employing VR for campus navigation but also contributes to the body of knowledge by showcasing a practical application of VR technology in enhancing the accessibility and usability of campus facilities.

The evaluation of user satisfaction revealed a positive reception towards the VR map, with participants appreciating the ease of navigation, the immersive experience provided, and the clarity of the visual and textual information presented within the VR environment. These findings are consistent with Osman, Wahab, & Ismail (2009), who emphasized the importance of user experience in the adoption of VR technologies for tourism and educational purposes. The high levels of user satisfaction underscore the VR map's potential to significantly improve campus navigation and foster a more engaging and interactive educational landscape.

5.1 Limitations and Future Research

Considering the security and privacy of the classrooms, it was decided to exclude 360-degree photographs of the interior of the classrooms from the VR Map. This precautionary measure was taken to prevent potential criminals from utilizing the photographs as a means of gathering information to plan illegal operations, such as user experience (UX) optimization process, identifying valuable assets, determining entrance and exit points, and so forth. In future research endeavors, we intend to expand the scope of our VR map by incorporating additional areas of the university campus. Additionally, we aim to explore the potential utility of the VR map in other fields, such as architecture and tourism.

References

- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59608-8>
- Chiao, H.-M., Chen, Y.-L., & Huang, W.-H. (2018). Examining the usability of an online virtual tour-guiding platform for cultural tourism education. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 23, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2018.05.002>
- Cho, Y.-H., Wang, Y., & Fesenmaier, D. R. (2002). Searching for experiences: The web-based virtual tour in tourism marketing. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 12(4), 1-17. https://doi.org/10.1300/J073v12n04_01
- Hevner, A. & Chatterjee, S. (2010). Design research in information systems: theory and practice. New York ; London : Springer.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 75-105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Insta360. (2021). Retrieved from <https://www.insta360.com/about>
- Lapentor - 360 Virtual tour platform pricing. (2022). Retrieved from <https://lapentor.com/pricing/>
- Lee, J. H., Yang, E. K., Lee, E. J., Min, S. Y., Sun, Z. Y., & Xue, B. J. (2021). The use of VR for collaborative exploration and enhancing creativity in fashion design education. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 14(1), 48-57. <https://doi.org/10.1080/17543266.2020.1858350>
- Nicola, S., Stoicu-Tivadar, L., & Patrascioiu, A. (2018). VR for education in Information and technology: Application for bubble sort. In *International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC)*, Timisoara, Romania, 2018, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ISETC.2018.8583999>

- Osman, A., Wahab, N.A., & Ismail, M.H. (2009). Development and evaluation of an interactive 360 ° virtual tour for tourist destinations. *Journal of Information Technology Impact*, 9(3), 173-182.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Pirker, J. & Dengel, A. (2021). The potential of 360° virtual reality videos and real VR for education—A literature review. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(4), 76-78. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Sherman, W. R. & Craig, A. B. (2018). Understanding virtual reality: Interface, application, and design. Cambridge, MA, United States: Morgan Kaufmann.
- Tan, Y., Xu, W., Li, S., & Chen, K. (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC Industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10), 1529. <https://doi.org/10.3390/buildings12101529>
- Wang, K., Wang, Z., & Perlin, K. (2023). Asymmetrical VR for education. In *ACM SIGGRAPH 2023 Immersive Pavilion* (pp. 1-2). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3588027.3595600>

แอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

Mobile Application with Augmented Reality Technology for Digestive System Learning of Upper-Primary School Students

นิภาพร ชนะมาร*, สุรสิทธิ์ อัยปัดฉาวงศ์, คมชาญ สุวรรณพันธ์

Nipaporn Chanamarn*, Surasit Uypatchawong, Komcharn Suwannapan

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร 47000 ประเทศไทย

Department of Computer, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000, Thailand

* Corresponding Author: Nipaporn Chanamarn, nipaporn@snru.ac.th

Received:

22 November 2023

Revised:

8 January 2024

Accepted:

27 January 2024

คำสำคัญ:

แอปพลิเคชันบนมือถือ, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, แอนดรอยด์, ระบบย่อยอาหาร

Keywords:

Mobile Application, Augmented Reality Technology, Android, Digestive System

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 2) ประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร 3) ประเมินประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และ 4) ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร พัฒนาตามกระบวนการวงจรการพัฒนา โดยใช้ภาษา C# สร้างโมเดลด้วยโปรแกรม Unity และ Blender เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน จากนักเรียน จำนวน 18 คน และแบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 58 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบกลุ่ม สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 8 โมเดล สามารถทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ 1) เรียนรู้โดยการสแกนผ่าน Marker และ 2) เรียนรู้โดยการเลือกเมนูในเนื้อหา จากผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.17$) ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ $80.56/83.89$ สูงกว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนทดสอบหลังการใช้งานสูงกว่าคะแนนก่อนการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$, $S.D.=0.45$) จึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันนี้สามารถใช้งานได้จริง เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน

และผู้สนใจทั่วไปที่สามารถเรียนได้ตลอดเวลา และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดีขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในกลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีประโยชน์ต่อโรงเรียนสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อสื่อการเรียนสำหรับนักเรียนได้

Abstract: The objectives of this research were fourfold: 1) to develop a mobile application using augmented reality technology for teaching the digestive system to upper-primary school students, 2) to assess the effectiveness of the mobile application in facilitating digestive system learning, 3) to evaluate performance using the E_1/E_2 formula during the use of the mobile application, and 4) to assess satisfaction with the mobile application for digestive system learning. The development process followed the Software Development Life Cycle (SDLC), utilizing the C# language in the Visual Studio Code Program and creating models with the Unity and Blender Programs. The research employed various assessment tools, including performance evaluations by five experts, pre-test and post-test assessments from 18 students, and satisfaction assessments from a sample of 58 individuals using cluster sampling selection methods. Statistical measures used included mean, standard deviation, and the efficiency criteria of 80/80 using the E_1/E_2 formula. The findings revealed that the mobile application for digestive system learning for upper-primary school students, incorporating augmented reality technology, featured a total of eight models. The application operated in two ways: 1) users could learn by scanning through Marker sheets, and 2) learning by selecting content from the menu could serve

as a learning medium for students, enabling individuals interested in the topic to learn at any time. Considering the results of the evaluation, the overall efficiency was at the highest level ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.17$), with E_1/E_2 efficiency at 80.56/83.89, surpassing the required performance. Academic achievement demonstrated a statistically significant increase in post-test scores compared to pre-test scores at a p-value of .05. User satisfaction among the sample was reported at the highest level ($\bar{X}=4.75$, $S.D.=0.45$). In conclusion, this application is a practical and suitable study material for students and individuals interested in the topic, allowing flexible learning opportunities at any time. It can be used as teaching material in science learning groups and proves useful for schools, helping to reduce the cost of purchasing study materials for students.

1. บทนำ

ในยุคเศรษฐกิจและสังคมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้เทคโนโลยีปัจจุบันเข้ามามีบทบาทและเป็นส่วนสำคัญในสังคมและการดำเนินชีวิตประจำวันด้านต่างๆ มากขึ้น ซึ่งแผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2566-2570 โดยรัฐบาลตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหน่วยงานภาครัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล โดยเฉพาะยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาบริการที่สะดวกและเข้าถึงง่าย (Digital Government Development Agency, 2023) เทคโนโลยีดิจิทัลถูกนำมาบูรณาการหลากหลายด้าน เช่น ด้านธุรกิจ ด้านการสื่อสาร ด้านการท่องเที่ยว ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านอาหาร ด้านสุขภาพ และด้านการศึกษา เป็นต้น (Xie *et al.*, 2022; Yadav & Sinha, 2022) เทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันที่กำลัง

ได้รับความนิยมนคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) คือการนำเทคโนโลยีมาผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน โดยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งวัตถุเสมือนนั้นจะเป็นภาพ เสียง วิดีโอ และข้อมูลต่างๆ (Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, 2020; Tan *et al.*, 2022) เป็นเทคโนโลยีที่มีความต้องการอย่างกว้างขวางในฝั่งของอุปกรณ์มือถือด้วยเครือข่ายมือถือในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้จะสามารถเข้าถึงได้มากขึ้นในหลายพื้นที่ (Azrina, Jhi-Zhi, & Muhammed-Dzulkhiflee, 2021) ดังนั้นคำว่าสื่อดิจิทัลสมัยใหม่ (New Digital Media) จึงเกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน มีทั้งสื่อใหม่ที่เป็นอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ และสื่อใหม่ที่เป็นซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน เช่น อินเทอร์เน็ต โซเชียลมีเดีย คอมพิวเตอร์เกม แอปพลิเคชันเสมือนจริง เป็นต้น (Zheng *et al.*, 2024)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสนับสนุนการเรียนรู้ การทำงาน หรือการบริการต่างๆ ได้มีนักวิจัยนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายด้าน เช่น งานวิจัยของ Yong & Sung (2019) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมเป็นสื่อให้ความรู้การบำรุงรักษาเครื่องบินในการเปิดประตูรอบพัดลม ซึ่งนำเสนอในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวของขั้นตอนการบำรุงรักษาแต่ละขั้นตอนที่สามารถซ้อนทับบนประตูรอบพัดลมของเครื่องบินได้ การตรวจจับเครื่องหมายของแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมได้ เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยให้ช่างซ่อมบำรุงเครื่องบินตีความข้อมูลของขั้นตอนการเปิดประตูรอบพัดลมในรูปแบบของข้อความ แบบจำลองสามมิติ และภาพเคลื่อนไหวได้ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมีที่สามารถนำมาสนับสนุนการเรียนการสอนเคมีที่นำรูปแบบของอะตอมของธาตุเคมี 24 ตัว และการรวม

อะตอมของธาตุเป็นสารประกอบ 5 โมเลกุล ซึ่งสร้างเป็นแอนิเมชันโมเดล 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Blender จากนั้นนำมาเข้าในโปรแกรม Unity 3D เพื่อสร้างแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนงานวิจัย Yothapakdee & Sributtha (2021) ได้พัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D และ Vuforia สามารถเป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และนักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด งานวิจัย Juan *et al.* (2019) พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมเพื่อตีความข้อมูลโภชนาการบนฉลากบรรจุภัณฑ์อาหาร พัฒนาด้วยภาษา C# ซึ่งแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมนี้สามารถตีความและแนะนำผู้ใช้งานจากบรรจุภัณฑ์ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต สามารถให้ผู้บริโภคตีความข้อมูลอาหารที่ใช้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในบรรจุภัณฑ์นั้นๆ ผู้ใช้งานจำนวน 40 คน มีความพึงพอใจในระดับมาก ผู้ใช้รู้ข้อมูลโภชนาการอาหารและช่วยให้ผู้ใช้มีวินัยการใช้ชีวิตที่ดีต่อสุขภาพ ในงานวิจัยของ Renaldy & Zakiah (2020) พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมบนมือถือแนะนำเมืองบันดุงในอินโดนีเซียโดยใช้วิธีการติดตามด้วย GPS พัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D และใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันนี้สามารถให้ข้อมูลประวัติศาสตร์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับอาคารประวัติศาสตร์ในเมืองบันดุง และสามารถแสดงสถานที่ทางประวัติศาสตร์ใดๆ ในเมืองบันดุงได้ทำให้ง่ายขึ้นสำหรับผู้ที่ต้องการทราบสถานที่ทางประวัติศาสตร์และอธิบายประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจยิ่งขึ้นของเมืองบันดุง Phiwma & Mutchima (2018) พัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร พัฒนาตามหลักการของวงจร SDLC และเครื่องมือในการพัฒนา

ด้วย โปรแกรม Blender โปรแกรม Unity โปรแกรม Android Studio และ เว็บไซต์ Vuforia สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างมีคุณภาพและส่งเสริมการเรียนรู้ ผลการประเมินในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก มีการนำเสนอที่น่าสนใจโดยนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดียที่รวมเอาทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวมาใช้ในการนำเสนอ จึงช่วยทำให้ผู้ใช้เข้าใจเนื้อหาหรือข้อมูลในหนังสือเล่มนั้นมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้สนใจภูมิปัญญาทางศิลปวัฒนธรรมที่มีคุณค่าของไทย และงานวิจัยของ Sampaothong & Sanchana (2023) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของภักดีฟาร์มด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D เขียนชุดคำสั่งด้วยภาษา C# และใช้โปรแกรม Blender ในการออกแบบโมเดล และพัฒนาตามกระบวนการของ SDLC ซึ่งหลักการทำงานของแอปพลิเคชันผู้ใช้งานจะต้องใช้กล้องบนมือถือสแกนพื้นที่ว่างจากนั้นโปรแกรมจะทำการหาพื้นที่เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ ซึ่งนักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกำลังเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลหรือสื่อใหม่ที่ได้รับความนิยม สามารถประยุกต์ใช้กับงานได้หลายศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษาซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันการเรียนของนักเรียนอาจจะเริ่มมีความน่าเบื่อและไม่น่าดึงดูดใจสนใจในการเรียนด้วยยุคสมัยของเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น (Azrina, Jhi-Zhi, & Muhammed-Dzulkhiflee, 2021) หากมีสื่อใหม่ๆ ที่ทันกับยุคสมัยเข้ามาใช้เป็นการเรียนให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดความสนใจในการเรียนมีการโต้ตอบและมีส่วนร่วมมากขึ้น ซึ่งโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี ตำบลคำชะอี อำเภอดงเจริญ จังหวัดมุกดาหาร มีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนเพิ่มขึ้นให้กับนักเรียน และสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อหรือจัดหาสื่อการเรียนได้ อีกทั้งสื่อเหล่านั้นจะต้องให้ความบันเทิงและดึงดูดความสนใจให้นักเรียนมีความสนใจหรือมี

ความสุขในการเรียนเพิ่มขึ้น (Wungkahad, 2023) ดังนั้นจึงต้องการที่จะพัฒนาสื่อใหม่ๆ ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้รวดเร็วสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในการเรียน ที่จะทำให้นักเรียนได้ศึกษาหรือทบทวนได้ตลอดเวลาและให้ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งระบบย่อยอาหารเป็นหน่วยการเรียนรู้หนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นสื่อการเรียนที่ใช้ได้สะดวกโดยไม่ต้องศึกษาจากโครงสร้างจริง สามารถใช้สมาร์ตโฟนก็เรียนได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังเป็นการเรียนในรูปแบบใหม่ให้กับผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารได้เรียนและยังสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อสื่อการเรียนและใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์บนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือครูและนักเรียนในโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 184 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 14 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน และคุณครูประจำชั้นของทั้งสามชั้นปี จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 58 คน คัดเลือกโดยวิธีแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินประสิทธิภาพ ประกอบด้วย ครูผู้สอนสอนกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 5 คน และหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน โดยใช้สูตร E_1/E_2 กำหนดเกณฑ์ที่ 80/80 (Brahmawong, 2013)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร 2) แบบประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน 4) รูปเล่มแผ่น Marker ระบบย่อยอาหารที่ใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน และ 5) แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ ตามวงจรการพัฒนา ระบบ (SDLC) (Sampaothong & Sanchana, 2023) ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

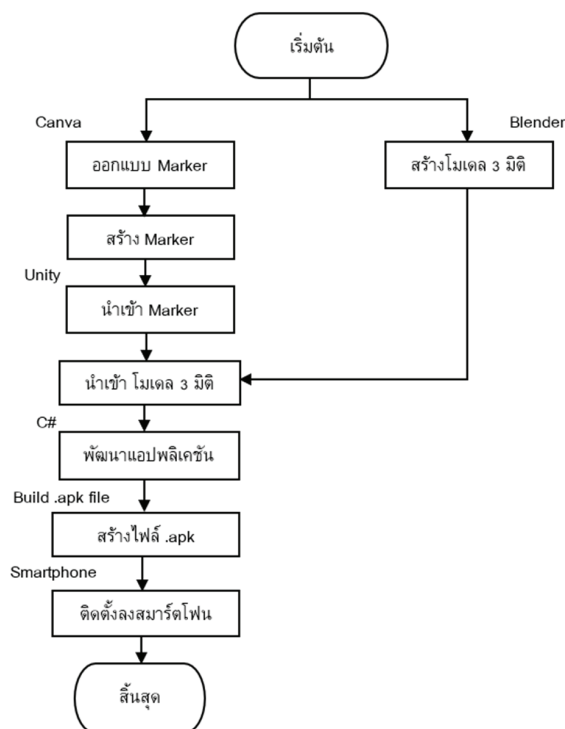
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และทำการสอบถามครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Wungkahad, 2023) ซึ่งได้ข้อสรุปให้นำเสนอความรู้เกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องอวัยวะระบบย่อยอาหาร ทั้งหมด 8 อวัยวะ คือ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ตับอ่อน และทวารหนัก

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานและเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน

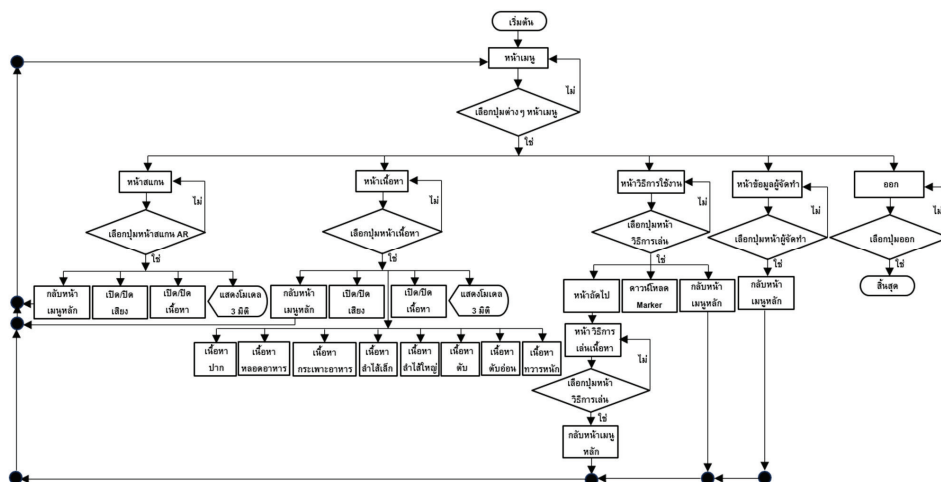
ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ เป็นการวิเคราะห์ออกแบบก่อนทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดังนี้ 1) แผนผังการพัฒนาแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 1) เป็นการวิเคราะห์ออกแบบขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยการใช้เครื่องมือในการพัฒนาแต่ละขั้นตอน คือ การสร้างและออกแบบมาร์คเกอร์ด้วยโปรแกรม Canva ซึ่งทำงานควบคู่กับการสร้างโมเดลอวัยวะย่อยทั้ง 8 อวัยวะ ด้วยโปรแกรม Blender เมื่อได้โมเดล 3 มิติ และมาร์คเกอร์แล้วจะทำการนำเข้าเพื่อประกอบข้อมูลเนื้อหา ด้วยโปรแกรม Unity 3D และพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยการใช้ภาษา C# เมื่อได้แอปพลิเคชันที่สมบูรณ์แล้วสามารถติดตั้งที่สมาร์ทโฟนของผู้ใช้งานได้ 2) แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 2) เป็นการออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันเมื่อมีการพัฒนาเรียบร้อยแล้ว 2) การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 3) เป็นการออกแบบหน้าจอของแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานตามผังการทำงานของแอปพลิเคชัน และ 4) ออกแบบมาร์คเกอร์ (Marker) (ภาพประกอบ 4) เป็นการออกแบบแผ่นมาร์คเกอร์สำหรับใช้เป็นเอกสารหรือภาพสำหรับใช้แอปพลิเคชันส่องเรียนโมเดลอวัยวะระบบย่อยอาหาร

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาแอปพลิเคชัน เป็นขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# เพื่อให้ฟังก์ชันการทำงานของส่วนต่างๆ สามารถควบคุมการทำงานได้ โดยใช้โปรแกรม Unity 3D (ภาพประกอบ 5) แสดงตัวอย่างโค้ดที่กำหนดในคลาส Rotate360 ที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของวัตถุใน 3 มิติ ตามการ

เคลื่อนไหวของเมาส์ หรือสัมผัส ให้ผู้ใช้งานสามารถหมุนวัตถุได้ในแนวตั้งและแนวนอนหมุนได้ 360 องศา (ภาพประกอบ 6) ขั้นตอนสุดท้ายในการพัฒนาคือการสร้างให้มีความสมบูรณ์ .apk เพื่อสามารถนำไปติดตั้งบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



ภาพประกอบ 1 แผนผังการพัฒนาแอปพลิเคชัน



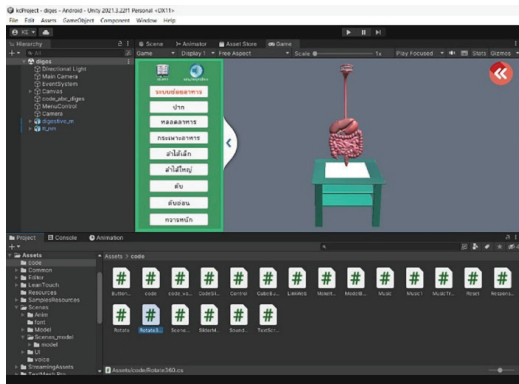
ภาพประกอบ 2 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 3 การออกแบบหน้าจอหลักแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างภาพ Marker ระบบย่อยอาหาร



ภาพประกอบ 5 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Rotate360 : MonoBehaviour
{
    float rotSpeed = 10;
    private void OnMouseDown()
    {
        float rotX = Input.GetAxis("Mouse X") * rotSpeed * Mathf.Deg2Rad;
        float rotY = Input.GetAxis("Mouse Y") * rotSpeed * Mathf.Deg2Rad;

        transform.RotateAround(Vector3.up, -rotX);
        transform.RotateAround(Vector3.left, -rotY);
    }
}
```

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างโค้ดการควบคุมการหมุนโมเดล 360องศา

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ เป็นการนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วมาทำการประเมินประสิทธิภาพแบบ Black Box Testing (Weerapan, 2018) มีการประเมิน 4 ด้าน คือ ความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องในการทำงานของระบบ ความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ และความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งทำการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อจะได้ปรับปรุงแอปพลิเคชันก่อนนำไปใช้งานจริง

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง เป็นขั้นตอนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพื่อทำการติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จากนั้นนำแอปพลิเคชันไปหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน และประเมินประเมินความพึงพอใจต่อการใช้อแอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่าง 58 คน ซึ่งขั้นตอนนี้

ผู้วิจัยได้ทำการประสานและนัดหมายกับโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี เพื่อเข้าทำการประเมิน พร้อมทั้งอธิบายการใช้งานและวิธีการประเมินให้กับนักเรียนและครูประจำชั้นเข้าใจในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษา เป็นการตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องของแอปพลิเคชันก่อนทำการเผยแพร่

การวิเคราะห์ข้อมูล การหาคุณภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ดังสมการ 1-4 (Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, 2020; Brahmawong, 2013)

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

เมื่อ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (2)$$

เมื่อ

$S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของค่าคะแนนทั้งหมด

$(\sum x)^2$ คือ กำลังสองของคะแนนผลรวม

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

โดยทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้

4.51 - 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

$$E_i = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

E_i คือ ค่าประสิทธิภาพการทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพการทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาจากการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้เครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และได้เลือกใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนาเพราะสามารถใช้งานได้ฟรี จัดการซอร์สโค้ดได้ง่ายด้วยภาษา C# สำหรับเทคนิคการสร้างโมเดล 3 มิติ ได้เลือกใช้โปรแกรม Blender ในการสร้างโมเดลระบบย่อยอาหาร การบรรยายเนื้อหาในแอปพลิเคชันใช้ Botnoi Voice Ai ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างเสียงจากข้อความด้วย AI (Text to Speech) สำหรับการสร้าง Marker ผู้วิจัยได้ใช้ Canva ช่วยเรื่องของการดีไซน์งานต่างๆ รวมถึงออกแบบมาร์คเกอร์ รวมทั้งออกแบบหน้าจอ

ต่างๆ แอปพลิเคชันนี้ได้มีการแนะนำวิธีการใช้งาน แนะนำผู้พัฒนา สามารถกดปุ่มตามไอคอนต่างๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 7 และแอปพลิเคชันนี้สามารถทำงานได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้รู้วิยาระบบย่อยอาหาร โดยการสแกนหรือส่องผ่าน Marker

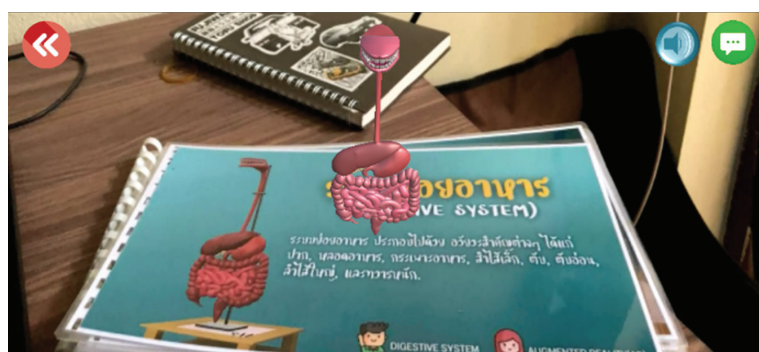
โดยใช้ปุ่มส่อง AR จากภาพประกอบ 7 แล้วทำการสแกนที่มาร์คเกอร์จากภาพประกอบ 8 จะทำให้ปรากฏโมเดล 3 มิติ ดังภาพประกอบ 9 และสามารถสแกนได้ที่ละโมเดลตามมาร์คเกอร์ได้



ภาพประกอบ 7 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน



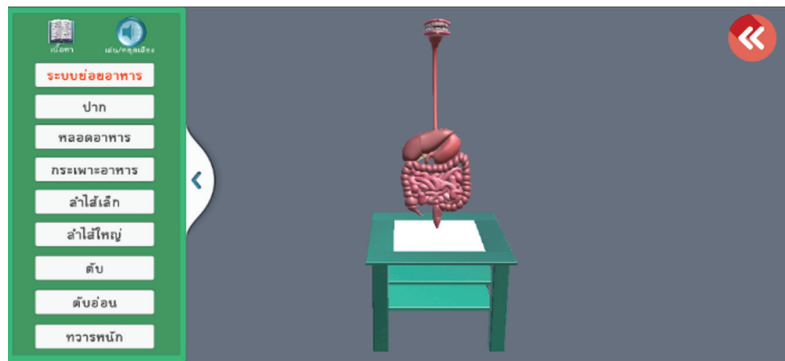
ภาพประกอบ 8 หน้าปกของเล่มมาร์คเกอร์ระบบย่อยอาหาร



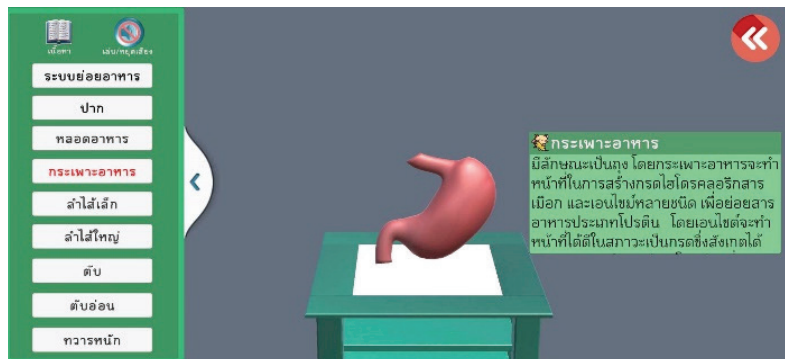
ภาพประกอบ 9 หน้าส่อง AR ที่รูปเล่ม Marker ระบบย่อยอาหาร

รูปแบบที่ 2 ผู้ใช้งานสามารถเรียนอวัยวะระบบย่อยอาหาร โดยการเลือกเมนูในเนื้อหาโดยการกดปุ่มเนื้อหา จากภาพประกอบ 7 จะปรากฏรายการเมนูของอวัยวะระบบย่อยอาหารทั้ง 8 อวัยวะ ซึ่งสามารถกดปุ่มเมนูแต่ละรายการได้ จะปรากฏโมเดลดังภาพประกอบ 10 โมเดล 3 มิติ ของแต่ละอวัยวะของระบบย่อยอาหารได้

จากทั้ง 2 รูปแบบ โมเดลแต่ละโมเดลที่ปรากฏขึ้น สามารถหมุนได้ 360 องศา ซুমลดขยายโมเดลได้มีปุ่มที่สามารถเปิด-ปิด เสียงบรรยายข้อมูลอวัยวะนั้นๆ ได้ สามารถแสดงหรือปิดรายละเอียดการอธิบายลักษณะและการทำงานของอวัยวะได้ดังภาพประกอบ 11 เมื่อผู้ใช้งานต้องการออกจากแอปพลิเคชัน สามารถใช้ปุ่มออก แสดงดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 10 ข้อมูลหน้าเนื้อหา



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแสดงรายละเอียดเนื้อหาของกระเพาะอาหาร



ภาพประกอบ 12 หน้าต่างแจ้งเตือนออกจากแอปพลิเคชัน

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยประเมิน 4 ด้าน ตามแบบ Black Box Testing ด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน จากตาราง 1 พบว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันทั้ง 4 ด้าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.90 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความถูกต้องของเนื้อหามีประสิทธิภาพดีกว่าทุกด้าน รองลงมาคือ ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ด้านความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ และด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ตามลำดับ ทั้งนี้ทุกด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ได้จริง

4.3 ผลการประสิทธิภาพแอปพลิเคชันโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบ

ย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นการประเมินด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 18 คน โดยการทำแบบทดสอบเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร ทั้ง 8 ระบบ ก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน จากตาราง 2 พบว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ $E_1 = 80.56$ และ $E_2 = 83.89$ ซึ่งประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันก่อนและหลัง และวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบค่า (t-test) จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนจำนวน 18 คน ทำการทดสอบก่อนการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.06 คะแนน และการทดสอบหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.36 คะแนน มีค่า df ที่ 16 และค่า sig. เท่ากับ .009 ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารผ่านแอปพลิเคชันนี้ทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร (ผู้เชี่ยวชาญ)

รายการการประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
1. ด้านความถูกต้องของเนื้อหา	4.96	0.09	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.95	0.11	มากที่สุด
3. ด้านความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ	4.87	0.17	มากที่สุด
4. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.88	0.24	มากที่สุด
ผลการประเมินโดยภาพรวม	4.90	0.17	มากที่สุด

ตาราง 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร (นักเรียน)

คะแนน	นักเรียน (N=18)			เกณฑ์ที่กำหนด
	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ค่าร้อยละ	
การทดสอบก่อนใช้แอปพลิเคชัน	10	8.06	80.56	80 (E_1)
การทดสอบหลังใช้แอปพลิเคชัน	10	8.36	83.89	80 (E_2)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	10	18	8.06	0.24	-2.954	16	.009*
หลังใช้แอปพลิเคชัน	10	18	8.36	0.50			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร

รายการการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. มาร์กเกอร์มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน	4.42	0.60	มาก
2. มาร์กเกอร์มีความสวยงามเหมาะสม	4.60	0.65	มากที่สุด
3. มาร์กเกอร์ มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.44	0.68	มาก
4. โมเดล 3 มิติ มีความสวยงามสมจริง	4.46	0.68	มาก
5. โมเดล 3 มิติ สื่อความหมายตามมาร์กเกอร์	4.44	0.63	มาก
6. โมเดล 3 มิติ สามารถหมุน 360 องศา และซูมได้	4.56	0.54	มากที่สุด
7. แอปพลิเคชัน ทำงานได้อย่างรวดเร็ว	4.40	0.56	มาก
8. แอปพลิเคชัน มีเสียงเนื้อหาประกอบถูกต้อง	4.60	0.68	มากที่สุด
9. ความเหมาะสมของพื้นหลังแอปพลิเคชัน	4.39	0.77	มาก
10. ความเหมาะสมของการใช้โทนสีแอปพลิเคชัน	4.47	0.63	มาก
11. ความเหมาะสมการจัดวางองค์ประกอบบนแอปพลิเคชัน	4.46	0.66	มาก
12. ความเหมาะสมการเลือกใช้ชนิด ขนาด สีตัวอักษรบนจอภาพ	4.56	0.73	มากที่สุด
13. เนื้อหามีความครบถ้วน	4.60	0.68	มากที่สุด
14. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	4.58	0.60	มากที่สุด
15. การนำเสนอเนื้อหาความเข้าใจง่าย	4.60	0.68	มากที่สุด
16. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง	4.54	0.63	มากที่สุด
17. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.39	0.67	มาก
18. คุณภาพของสื่อมีระเบียบและเข้าใจง่าย	4.47	0.71	มาก
19. ข้อมูลที่นำเสนอแต่ละหน้าจามีความเหมาะสม	4.46	0.71	มาก
20. แอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.58	0.71	มากที่สุด
21. แอปพลิเคชันสามารถเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้	4.63	0.64	มากที่สุด
ผลการประเมินในภาพรวม	4.51	0.66	มากที่สุด

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่าง 58 คน จากตาราง 4 พบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน ทั้ง 21 รายการ โดยภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.51 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 เมื่อพิจารณาจากรายข้อพบว่า แอปพลิเคชันนี้สามารถเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.63 รองลงมาคือ มาร์กเกอร์มีความสวยงามเหมาะสม แอปพลิเคชันมีเสียงเนื้อหาประกอบถูกต้อง เนื้อหามีความครบถ้วน และการนำเสนอเนื้อหามีความเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 ทั้งนี้การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ และแอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้งานได้จริง อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.58 ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้มีประโยชน์สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาให้เรียนอวัยวะระบบย่อยอาหารผ่านแอปพลิเคชันได้

5. สรุปและอภิปรายผล

แอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความต้องการให้ได้อุปกรณ์การเรียนที่สามารถกระตุ้นหรือดึงดูดความสนใจการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้นสื่อการเรียนนี้ทำงานได้ 2 รูปแบบ คือเรียนรู้โดยการสแกนผ่านแผ่น Marker และเรียนรู้โดยการเลือกเมนูในเนื้อหา มีโมเดล 3 มิติ 8 โมเดล คือ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ตับอ่อน และทวารหนัก โมเดลสามารถหมุนได้ 360 องศา พร้อมทั้งมีเสียงและข้อมูลประกอบการบรรยาย เป็นการให้ความรู้ที่เข้าใจง่าย มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ด้วยตนเองผ่านสมาร์ตโฟนที่ทำงานบนระบบ

ปฏิบัติการแอนดรอยด์ การพัฒนาดำเนินการตามขั้นตอนวงจรการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับภาษา C# และโปรแกรม Blender เป็นเครื่องมือหลักสอดคล้องกับงานวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (Phiwma & Mutchima, 2018) และงานวิจัยที่ได้นำกระบวนการ SDLC และเครื่องมือในการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และแอปพลิเคชันทำงานได้ตามเป้าหมายเช่นกัน

แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนรู้ระบบย่อยอาหาร สามารถใช้เพื่อประกอบการเรียนสำหรับผู้สอน นักเรียน และผู้สนใจทั่วไปได้จริง พิจารณาจากผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินภาพรวมของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.90$, S.D.=0.17) ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน และความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันด้วยสูตร E_1/E_2 จากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าแอปพลิเคชันนี้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.56/83.89 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 จึงแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของนักเรียนจากการเรียนผ่านแอปพลิเคชันทำให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunpalwong (2021) ได้พัฒนาระบบสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านอักษร A-Z ผลการวิจัยพบว่า สื่อเสมือนจริง A-Z ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 80.10/87.34 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Montreesree

& Sovajassatakul (2019) ได้พัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องสร้างวานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าสื่อสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 90.67/89.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเช่นกัน และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนการใช้งานแอปพลิเคชันและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าผู้เรียนได้รับคะแนนทดสอบหลังการใช้งานมากกว่าคะแนนก่อนเรียนก่อนการใช้งานที่ค่าเฉลี่ยผลต่างคะแนนเท่ากับ +0.30 ($\bar{x}$ เท่ากับ 8.06 และ 8.36 ตามลำดับ) จึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการพัฒนาการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมี ที่กล่าวไว้ว่า สื่อเสริมการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunpalwong (2021) ได้พัฒนาระบบสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านอักษร A-Z พบว่าการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมทั้งกล่าวไว้ว่า สื่อเสมือนจริงเหมาะสมกับผู้เรียนสามารถสร้างความตื่นตัว ความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความสนุกสนาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายนี้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนได้จริง จากนั้นเมื่อนำไปประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่าความพึงพอใจของครูผู้สอนและนักเรียนที่ได้ใช้งานแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.51, S.D.=0.66) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruangkulsap, Butkote, & Inlupet (2022) ได้พัฒนาสื่อแอปพลิเคชัน

บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นระดับพื้นฐานด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งเห็นได้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ความเข้าใจที่ดีได้ และนำไปสู่การเรียนอย่างมีความสุข อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้รูปแบบใหม่พัฒนาทักษะได้ตลอดเวลา และสามารถสอดคล้องกับนโยบายการลดต้นทุนการจัดซื้อสื่อการเรียนได้ แอปพลิเคชันนี้จึงเป็นสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยควรมีการนำไปประเมินกับกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนอื่นๆ ด้วยเพื่อเป็นการขยายผลการวิจัยและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่วนข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปควรพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ และให้มีเสียงบรรยายเป็นภาษาอังกฤษเพิ่มเติมได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี และขอบคุณหน่วยทรัพยากรสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้ให้คำปรึกษาการขึ้นทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาจนได้รับการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ ประเภทวรรณกรรม ลักษณะงานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทะเบียนเลขที่ ว1.010811 และขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในปงบประมาณ พ.ศ. 2567

7. เอกสารอ้างอิง

- Azrina, K., Jhi-Zhi, L., & Muhammed-Dzulkhiflee, H. (2021). The development of mobile augmented reality application to facilitate high school students with various learning strategies in learning history. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3), 2199-2204. <https://www.proquest.com/openview/2842178e219665f6e115a3d32278bec6/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2045096>
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-20. <https://old.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf> [In Thai]
- Bunpalwong, M. (2021). Development of Virtual Alphabet Learning Media System to Improve Early Childhood Reading Skill. *Interdisciplinary Sripatum Chonburi Journal*, 7(3), 108-120. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/ISCJ/article/view/253153/173414> [In Thai]
- Digital Government Development Agency. (2023). *Thailand digital government development plan 2023-2027*. Retrieved 5 November 2024, from <https://www.dga.or.th/policy-standard/policy-regulation/dga-019/dga-027/dg-plan-2566-2570/>. [In Thai]
- Juan, M.C. et al. (2019). An augmented reality app to learn to interpret the nutritional information on labels of real packaged foods. *Frontiers in Computer Science*, 1, <https://doi.org/10.3389/fcomp.2019.00001>
- Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, S. (2020). The development of augmented reality technology applications for learning about element and chemical compounds. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 2(2), 77-87. <https://doi.org/10.14456/jait.2020.6> [In Thai]
- Montreesree, S. & Sovajassatakul, T. (2019). A development of augmented reality media on animation creation for grade 11 students. *Journal of Industrial Education*, 18(2), 40-47. [In Thai]
- Phiwma, N. & Mutchima, P. (2018). The development of the augmented reality application for arts, culture and local wisdom learning support on Alms Bowl Making at Ban Batra community. *Parichart Journal*, 31(1), 241-262. [In Thai]
- Renaldy, R. & Zakiah, A. (2020). Development mobile application of Bandung Tempo Doeloe based on augmented reality using GPS tracking method. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business (IJIEEB)*, 12(2), 9-14. <https://doi.org/10.5815/ijieeb.2020.02.02>

- Ruangkulsap, P., Butkote, S., & Inlupet, I. (2022). Mobile application development for learning basic Japanese vocabulary with augmented reality. *NEU Academic and Research Journal*, 12(2), 298-312. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/neuarj/article/view/258580/175896> [In Thai]
- Sampaonthong, T. & Sanchana, W. (2023). The development application promote agritourism of Pakdee Farm with augmented reality technology. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 5(1), 71-85. <https://doi.org/10.14456/jait.2023.6> [In Thai]
- Tan, Y. *et al.* (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10), 1529. <https://doi.org/10.3390/buildings12101529>.
- Weerapan, D. (2018). Management information system for instructional via web applications. *Journal of Information Technology Management and Innovation*, 5(1), 145-154. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/itm-journal/article/view/140243/104026> [In Thai]
- Wungkahad, P. (2023). *Learning unit information on the digestive system for science subjects*. [Interview], Chumchonbankhamcha-i School, Khamcha-i, Mukdahan Province, Thailand. [In Thai]
- Xie, J. *et al.* (2022). Trends of augmented reality for Agri-Food applications. *Sensors*, 22(21), 8333. <https://doi.org/10.3390/s22218333>.
- Yadav, N. & Sinha, A. (2022). Augmented reality and its science. *International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)*, 12(6). <https://doi.org/10.5815/ijeme.2022.06.04>
- Yong, S. W. & Sung, A.N. (2019). A mobile application of augmented reality for aircraft maintenance of fan cowl door opening. *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*, 11(6), 38-44. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2019.06.05>
- Yothapakdee, K. & Sributtha, K. (2021). Public relation media in augmented reality of unseen Muang-Loei attractions with bird eye view via drone technology. *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*, 13(26), 1-13. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/SWUJournal/article/view/14107> [In Thai]
- Zheng, J. *et al.* (2024). Research and application of augmented reality technology and digital media Technology in mobile visual media. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00154>.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกภาพผลไม้ส่งออกของไทย Comparison the Performance of Models for Classifying Thai Exported Fruit Images

วลัยภรณ์ ศรีเกลี้ยง¹, วรภัทร ใจห้าว¹, ภูมิรพี ทองแก้ว¹, ธนบดีนทร์ เหมทานนท์¹,
พิชยุตม์ ศรีนวลแก้ว¹, กฤตภาส สงศรีอินทร์^{1,*}

Walaiporn Sornkliang¹, Woraphat Jaihao¹, Prumrapee Thongkaew¹,
Thanabdin Hemtanon¹, Pichayut Srinuankaew¹, Kritaphat Songsri-in^{1,*}

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280 ประเทศไทย

¹ Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si Thammarat 80280, Thailand

* Corresponding Author: Kritaphat Songsri-in, kritaphat_son@nstru.ac.th

Received:

4 November 2023

Revised:

15 January 2024

Accepted:

2 April 2024

คำสำคัญ:

การจำแนกรูปภาพ, โครงข่ายประสาทเทียม, ผลไม้ส่งออก

Keywords:

Image Classification, Artificial Neural Network, Exported Fruits

บทคัดย่อ: ผลไม้เป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั้งในด้านเป็นอาชีพหลักและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย โดยรวบรวมชุดข้อมูลรูปภาพเป็นจำนวนกว่า 710 รูป กระบวนการเรียนรู้แบบจำลองประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การลดมิติของข้อมูลรูปภาพ และการเรียนรู้แบบจำลอง ในขั้นตอนของการลดมิติมีการทดลอง 2 รูปแบบ ได้แก่ การบีบรูปภาพ และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม แบบจำลองที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 2 ประกอบไปด้วยแบบจำลองจำนวน 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ และแบบจำลอง การถดถอยโลจิสติกส์ ผลการวิจัยบนชุดข้อมูลที่ถูกรวบรวมพบว่า ประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย โดยใช้เทคนิคการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าการลดมิติด้วยการบีบรูปภาพ และแบบจำลองที่สามารถจำแนกรูปภาพได้ดีที่สุด คือ แบบจำลองการถดถอย โลจิสติกส์ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องและค่าความจำแนกสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.21 ค่าความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.50 ค่าเอฟวันสกอร์สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.16 โดยใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้มากที่สุดอยู่ที่ 25.809 วินาที แต่มีระยะเวลาในการทำนายน้อยที่สุดอยู่ที่ 7.70 มิลลิวินาที

Abstract: Fruits are a major economic crop in Thailand, providing both primary employment and income for many farmers. This research aims to develop and evaluate the performance of a classification model for Thai export fruits. A dataset of over 710 images of Thai export fruits was collected. The model learning process consists of two steps: dimensionality reduction of image data and model learning. In the dimensionality reduction step, two methods were experimented with: image squashing and convolutional neural network. The models studied in the second step consisted of three models: the nearest neighbor model, the decision tree model, and the logistic regression model. The research results on the collected dataset found that the image classification performance of Thai export fruits using dimensionality reduction techniques with convolutional neural networks is higher than that of image flattening, and the model that can best classify images is the logistic regression model, which achieves a maximum accuracy and recall of 95.21%, a precision at 95.50%, F1 score at 95.16%. It used the most training time of 25.809 seconds but only took 7.70 milliseconds for inference.

1. บทนำ (Introduction)

ผลไม้ส่งออกของไทยมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจและภาพลักษณ์ของประเทศในตลาดโลก ด้วยความหลากหลายของผลไม้ที่มีรสชาติเฉพาะตัว และคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้ไทยกลายเป็นหนึ่งในผู้ส่งออกผลไม้ชั้นนำของโลก ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งรายได้หลักให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการ แต่ยังช่วยสร้างชื่อเสียงและเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ไทย

ในตลาดต่างประเทศ ผลไม้ไทยเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย โดยภาพรวมของการส่งออกผลไม้ไทยในปี 2566 มีมูลค่าการส่งออกกว่า 2.37 แสนล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมของการส่งออกผลไม้ไทยในปี 2565 มีมูลค่าการส่งออกกว่า 2.14 แสนล้านบาท แสดงว่าการส่งออกผลไม้ไทยมีมูลค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรกรรม ผลไม้ไทยได้รับความนิยมอย่างมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตลาดเอเชียและยุโรป ในปี 2566 ผลไม้ไทยส่งออกไปยังประเทศจีน สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย มาเลเซีย เกาหลีใต้ เวียดนาม และญี่ปุ่น ผลไม้ไทยที่ส่งออกได้รับความนิยม ได้แก่ทุเรียน มะพร้าวอ่อน มะม่วง มังคุด ลำไย สับปะรด และมะละกอ (Office of Agricultural Economics, 2023) ผลไม้ไทยที่ส่งออกไปตลาดต่างประเทศทำให้เกษตรกรมีความจำเป็นในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต้องอาศัยประสบการณ์หรือใช้อุปกรณ์ในการคัดแยกผลไม้เพื่อให้ได้ผลไม้ที่ได้คุณภาพตรงตามขนาดมาตรฐานการส่งออกให้ได้มากที่สุด หากผลไม้ที่คัดแยกออกมาได้ตรงตามความต้องการแล้วจะทำให้สามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร (Klodpeng, 2023) การส่งออกผลไม้ที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานจะช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นและเปิดโอกาสทางการค้าในระดับสากล นอกจากนี้การส่งออกผลไม้ยังเป็นการส่งเสริมวัฒนธรรมและความหลากหลายทางชีวภาพของไทยให้โลกได้รับรู้ ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญในการสร้างความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ผลไม้ส่งออกของไทยมีความหลากหลายทั้งทางสายพันธุ์ รสชาติ สี และกลิ่น อีกทั้งผลไม้ส่งออกของไทยหลายชนิดยังเป็นผลไม้พื้นถิ่นซึ่งอาจยังไม่เป็นที่รู้จักของผู้คนในต่างประเทศ นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพรวมถึงการดูแลรักษาผลไม้ระหว่างการขนส่งอาจมีการจัดการที่แตกต่างกันตามชนิดของผลไม้

เทคโนโลยีการวิเคราะห์ภาพและการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับ

ความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้งานในการจำแนกสิ่งของจำนวนมากๆ เพื่อการตรวจสอบความถูกต้อง ความแม่นยำ และความสะดวกรวดเร็วในการจำแนกสิ่งของเหล่านั้น ปัจจุบันการจำแนกผลไม้ไทยที่ส่งออกไปตลาดต่างประเทศเกษตรหรือผู้ประกอบการใช้ประสบการณ์ด้วยสายตาในการคัดแยกประเภทผลไม้หรือใช้อุปกรณ์ในการคัดแยกประเภทของผลไม้ไม่มีความผิดพลาดจากการคัดแยกประเภทของผลไม้ไม่ตรงตามต้องการ และใช้เวลานานในการคัดแยกผลไม้ อีกทั้งการใช้อุปกรณ์ในการคัดแยกประเภทผลไม้ทำให้มีต้นทุนสูง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่จะช่วยในการวิเคราะห์ภาพและการเรียนรู้ของเครื่องได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและใช้เวลาน้อยในการจำแนกประเภท จากการทบทวนงานวิจัยพบว่าการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในงานวิจัยเหล่านี้จะเน้นเป็นการจำแนกผลไม้หรือข้อมูลเพียงหนึ่งชนิด ดังงานวิจัยของ Kummong (2021) ได้นำเสนอการตรวจจับมังคุดด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก โครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนลเปรียบเทียบกับแบบจำลองฟาสเตอร์อาร์ชีเอ็นเอ็น เพื่อตรวจจับภาพมังคุดในการจำแนกมังคุดแก่หรือสุก การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง ฟาสเตอร์อาร์ชีเอ็นเอ็นสามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุกได้ค่าร้อยละของค่าความถูกต้องและค่าความเที่ยงสูงกว่าโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนล งานวิจัยของ Suksukont *et al.* (2022) ได้นำเสนอการวิเคราะห์การสุกของผลไม้โดยใช้หลักการประมวลผลภาพที่สามารถแยกสีของผลไม้สุกตามระยะเวลาจริง ทำให้สามารถนับจำนวนของผลไม้ได้อย่างถูกต้องและผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจมากที่สุด และงานวิจัยของ Utanon *et al.* (2020) ได้นำเสนอการจำแนกผลไม้โดยใช้เทคนิค การประมวลผลภาพและการจำแนกด้วยฐานกฎจำแนกความเกี่ยวพันของลักษณะสีกับคุณภาพด้านลักษณะเนื้อมีความแม่นยำสูงกว่าการจำแนกด้วยฐานกฎจำแนกความเกี่ยวพันของลักษณะสีกับคุณภาพด้านรสชาติ จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ

การจำแนกผลไม้ส่งออกของไทยจากจำนวนผลไม้หลากหลายชนิดยังไม่มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เพื่อจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยแบบอัตโนมัติ

ดังนั้น จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเสนอแนวทางการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อพัฒนาระบบจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ภาพและการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย งานวิจัยนี้ช่วยให้เกษตรกรหรือผู้ประกอบการหรือผู้บริโภคสามารถวิเคราะห์จำแนกประเภทของผลไม้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ลดขั้นตอนการคัดแยกประเภทและลดปัญหาการระบุประเภทการส่งออกผลไม้ไทยให้มีคุณภาพและน่าเชื่อถือในตลาดโลก การใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพสมัยใหม่ในการจำแนกผลไม้ไทยยังสามารถลดต้นทุนและจะช่วยเพิ่มศักยภาพของผลไม้ไทยในการส่งออกไปยังตลาดโลกได้ สามารถตอบสนองความชอบของผู้บริโภค และช่วยให้สามารถควบคุมคุณภาพของผลไม้ได้ตลอดห่วงโซ่อุปทาน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Work)

ทีมผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำมาใช้การคัดแยกผลไม้ เทคนิค การจำแนกประเภทข้อมูลที่ประยุกต์ใช้กับการจำแนกผลไม้หรือจำแนกข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องการจำแนกประเภทข้อมูล การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองจากการประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆ โดยมีรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

Chotichatmala & Wiwatwattana (2021) ได้นำเสนอ แบบจำลองการคัดแยกผลไม้แบบหนึ่งชนิดด้วยการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อตรวจจับรูปแอปเปิลเพื่อสร้างแบบจำลองการคัดแยกผลไม้แบบหนึ่งชนิด

ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อตรวจจบบรูปแบบเปิด โดยใช้เทคนิคการตรวจสิ่งผิดปกติ (Novelty Detection) คือ เทคนิคที่เรามีชุดข้อมูลปกติ (Training Data) ซึ่งคือรูปแบบเปิดเพียงชนิดเดียวทั้งหมดและต้องการตรวจจบบรูปแบบใหม่หรือข้อมูลผิดปกติในชุดข้อมูลทดสอบ (Test Data) ที่อยู่นอกเหนือจากชุดข้อมูลปกติซึ่งก็คือการทำนายว่าข้อมูลใหม่นั้นเป็นหรือไม่ โดยในงานวิจัยการคัดแยกผลไม้สร้างจากเทคนิคการตรวจสิ่งผิดปกติ (Novelty Detection) โดยใช้ แบบจำลองการจำแนกข้อมูลด้วยเครื่องเวกเตอร์ค้ำยันประเภทเดียว (One-Class Support Vector Machine) และแบบจำลองต้นไม้ (Isolation Forest) ซึ่งทั้ง 2 แบบจำลองเป็นเทคนิคสำหรับการสร้างแบบจำลองแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ซึ่งสามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการคัดแยกผลไม้แบบเปิดได้ต่อไป

Kummong (2021) ได้นำเสนอ การตรวจจบบั้งคุดที่อยู่บนต้นที่ได้จากภาพด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนล เปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ชีเอ็นเอ็น โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมภาพ 2) การฝึกสอนการเรียนรู้เชิงลึกตรวจจบบั้งคุดแก่หรือสุก และ 3) การทดสอบตรวจจบบั้งคุดแก่หรือสุก ประเมินประสิทธิภาพโมเดลด้วยคอนฟิวชันเมตริกซ์ ผลการทดลอง พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนลสามารถจำแนกบั้งคุดแก่หรือสุกได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 50.62 ค่าความเที่ยงร้อยละ 26.42 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 93.33 และเอฟวันสกอร์ร้อยละ 41.16 แบบจำลองฟาสเตอร์อาร์ชีเอ็นเอ็นสามารถจำแนกบั้งคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 90.22 ค่าความเที่ยง ร้อยละ 63.16 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 48.98 และค่าเอฟวันสกอร์ร้อยละ 55.17

Pakamwang, Khoomsab, & Srimuang (2020) ได้นำเสนอ การเปรียบเทียบแบบจำลองจำแนกประเภทเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวอำเภอ

เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองจำแนกประเภทเพื่อใช้พัฒนา การท่องเที่ยว อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล การสร้างแบบจำลองการวิจัยนี้ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล จำนวน 7 วิธี ได้แก่ 1) Bayes Network Classifier 2) Naive Bayes 3) Multi-Layer Perceptron 4) Logistic Regression 5) Sequential Minimal Optimization 6) Decision Tree และ 7) Random Forest ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio เพื่อทดสอบความแม่นยำของโมเดลจากความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ (k-Fold Cross Validation) โดยกำหนด k=10 ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 94.57 โดยผลจากการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางสารสนเทศเพื่อทำนายการพัฒนาการท่องเที่ยวของอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ต่อไป

Sereepong & Wiwatwattana (2021) ได้นำเสนอการจำแนกคุณภาพของเมล็ดกาแฟโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันโดยเปรียบเทียบกับแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องแบบดั้งเดิมเพื่อจำแนกคุณภาพของเมล็ดกาแฟที่มีข้อบกพร่องทั้ง 5 ชนิดได้แก่ เมล็ดดำ เมล็ดขึ้นรา ขึ้นเมล็ดแตก เมล็ดไม่สมบูรณ์ และเมล็ดถูกแมลงทำลาย ออกจากเมล็ดกาแฟแบบปกติ โดยได้ใช้ข้อมูลรูปภาพเมล็ดกาแฟมาจางานวิจัยเรื่อง การสกัดและคัดเลือกคุณลักษณะของเมล็ดกาแฟเพื่อจำแนกประเภทตามคุณภาพด้วยการประมวลผลภาพถ่าย มาสร้างแบบจำลองต่างๆ ได้แก่ ResNet50, ResNet101, ResNet50 โดยใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูลรูปภาพ, ResNet101 โดยใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูลรูปภาพ และ SGDClassifier โดยใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูลรูปภาพ ซึ่งจากการวัดผล

ด้วยชุดข้อมูลทดสอบได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 0.74, 0.75, 0.77, 0.74 และ 0.61 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดว่าแบบจำลองที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบ ResNet ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า SGDClassifier และเทคนิคการเพิ่มข้อมูลรูปภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองให้ดีขึ้นได้

3. วิธีการ (Method)

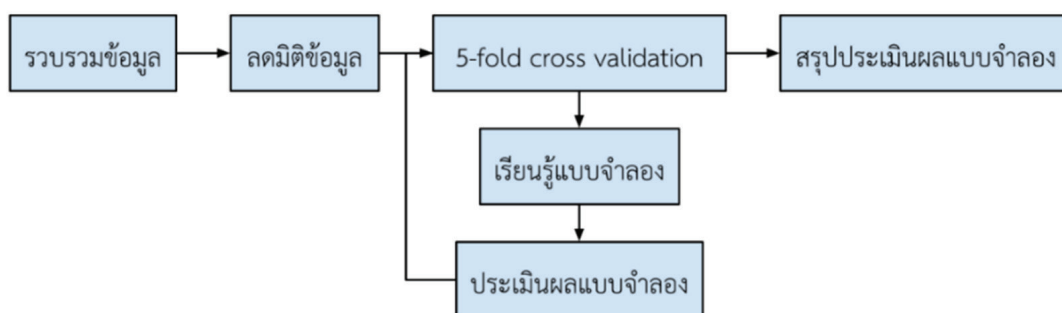
การวิจัยนี้มุ่งศึกษาประเด็นการใช้เทคนิคการจำแนกและวิเคราะห์ภาพของผลไม้ส่งออกของไทยเพื่อตรวจสอบประเภทของผลไม้ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การรวบรวมชุดข้อมูล การเตรียมข้อมูล (การลดมิติ) การเรียนรู้แบบจำลอง และการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง โดยระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้และวัดประสิทธิภาพแบบจำลองจะใช้ 5-fold Cross Validation เพื่อความน่าเชื่อถือของ

ผลด้วยการแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงดังภาพประกอบ 1

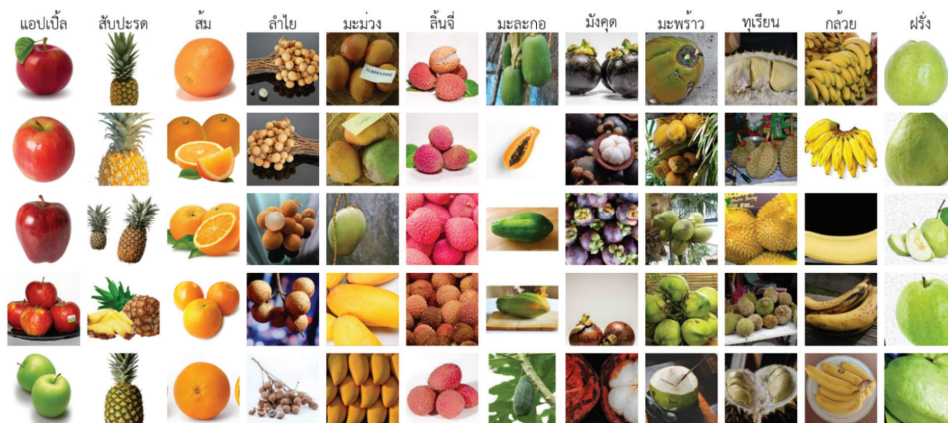
3.1 ชุดข้อมูลรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย

3.1.1 การรวบรวมชุดข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลผลไม้ส่งออกของไทยในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2564-2565 จาก การสืบค้นรูปภาพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ Google โดยใช้ชื่อผลไม้ส่งออกไทยเป็นคำค้นหาซึ่งประกอบด้วยผลไม้ทั้งหมด 12 ประเภท ได้แก่ แอปเปิ้ล สับปะรด ส้ม ลำไย มะม่วง ลิ้นจี่ มะละกอ มังคุด มะพร้าวทุเรียน และกล้วย รูปภาพของผลไม้แต่ละชนิดที่ถูกรวบรวมมาแล้วจะถูกยืนยันความถูกต้องทั้งหมดอีกครั้งโดยสมาชิกในทีมวิจัย



ภาพประกอบ 1 ภาพรวมของระบบเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกไทย



ภาพประกอบ 2 ประเภทของผลไม้ส่งออกของไทย 12 ประเภท

ชุดข้อมูลสุดท้ายมีจำนวนรูปภาพทั้งหมด 710 รูป ตัวอย่างของรูปภาพผลไม้ถูกแสดงดังภาพประกอบ 2

3.1.2 การเตรียมข้อมูล

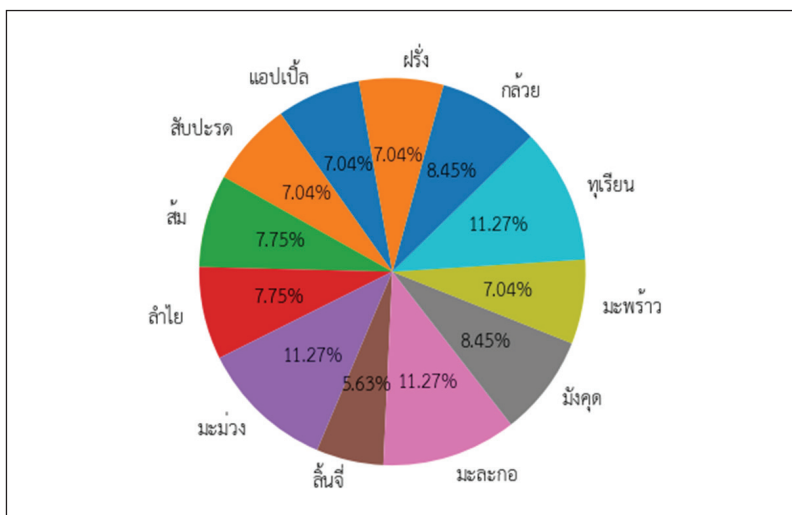
ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยโดยแบ่งออกเป็น 12 ประเภทและมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 710 รูป รูปภาพตั้งต้นทั้งหมดที่ได้ถูกรวบรวมนั้นมักมีขนาดและอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อความสะดวกในการเรียนรู้แบบจำลอง ภาพเหล่านี้จึงถูกปรับให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยทำการตัดด้านที่ยาวกว่าของรูปภาพออกและปรับรูปภาพให้เป็นขนาดเดียวกันที่ขนาด 224 × 224 พิกเซล นอกจากนี้รูปภาพผลไม้แต่ละชนิดยังถูกรวบรวมมาโดยพยายามให้มีอัตราส่วนของรูปภาพผลไม้ในแต่ละชนิดที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อลดอคติต่อการทำนายของแบบจำลอง อัตราส่วนชุดข้อมูลรูปภาพในแต่ละชนิดแสดงดังภาพประกอบ 3

3.2 ภาพรวมของระบบ

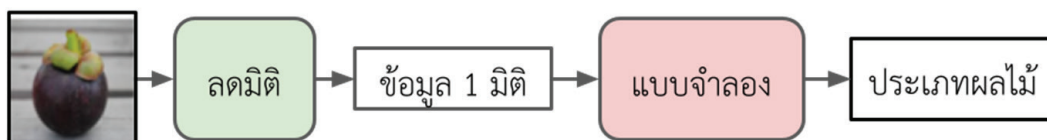
การพัฒนาแบบจำลองเพื่อจำแนกภาพเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาและทรัพยากรสำหรับการประมวลผลเป็นจำนวนมากเนื่องจากข้อมูลรูปภาพมักมีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในรูปแบบอื่น ทีมวิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและเร่งความเร็วในกระบวนการเรียนรู้และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยโดยแบ่งขั้นตอนของระบบออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การลดมิติของข้อมูลรูปภาพ และการเรียนรู้แบบจำลอง ดังภาพประกอบ 4

3.2.1 การลดมิติของข้อมูลรูปภาพ

การลดมิติของข้อมูลรูปภาพเป็นการทำให้รูปภาพซึ่งมีขนาดหลายมิติกลายเป็นข้อมูลมิติเดียวโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนคุณสมบัติที่ไม่จำเป็นหรือทับซ้อนกัน ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยลดปริมาณของ



ภาพประกอบ 3 แผนภาพวงกลมแสดงอัตราส่วนของรูปภาพผลไม้ในแต่ละชนิด



ภาพประกอบ 4 ภาพรวมของระบบ

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณและเรียนรู้แบบจำลอง แต่ยังคงส่งผลให้แบบจำลองสามารถเน้นไปที่คุณสมบัติสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการจำแนกประเภท ทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลองในลำดับถัดไปอีกด้วย ในขั้นตอนนี้มีการทดสอบรูปแบบการลดมิติจำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ การบีบรูปภาพ และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม

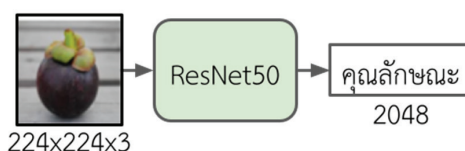
3.2.1.1 การบีบรูปภาพ เป็นการทำให้ขนาดของรูปภาพซึ่งปกติมีรูปแบบ 3 มิติ (กว้าง x ยาว x สี) ไปเป็นข้อมูลมิติเดียวด้วยการจัดเรียงข้อมูลของรูปภาพใหม่ให้ต่อกันเป็นสายยาวในรูปแบบ 1 มิติ ตัวอย่างเช่น รูปภาพตั้งต้นที่มีขนาด $224 \times 224 \times 3$ จะถูกบีบให้กลายเป็นข้อมูลขนาด 1 มิติ ที่มีขนาด เท่ากับ $224 \times 224 \times 3 = 150,528$ ตัวอย่างการลดมิติของภาพด้วยการบีบรูปภาพแสดงดังภาพประกอบ 5

3.2.1.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เป็นการสร้างแบบจำลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เลียนแบบรูปแบบและวิธีการทำงานของสมองมนุษย์เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถจดจำและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมอาศัยวิธี Back Propagation Algorithm ในการปรับปรุงโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อให้สามารถ

แก้ปัญหาได้ดีขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันลักษณะโครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีรูปแบบและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการประมวลผลภาพให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีจนมีขีดความสามารถทัดเทียมกับมนุษย์ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ปรับใช้แบบจำลอง ResNet50 (He *et al.*, 2016) ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกประเภท และ ตรวจสอบวัตถุ โดยอาศัยเทคนิค Identity Mappings ช่วยให้แบบจำลองสามารถเรียนรู้คุณสมบัติที่ซับซ้อนของรูปภาพให้ดีขึ้นได้โดยการเพิ่มจำนวนชั้นให้มากขึ้น แบบจำลองนี้มักใช้เป็นแบบจำลองพื้นฐานสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพเนื่องจากแบบจำลองได้เรียนรู้การจำแนกรูปภาพ 1,000 ประเภทจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ImageNet (Deng *et al.*, 2009) มาแล้ว ส่งผลให้แบบจำลองสามารถสกัดคุณลักษณะพิเศษของรูปภาพได้ดีเมื่อนำไปปรับใช้กับชุดข้อมูลรูปภาพขนาดเล็ก ในงานวิจัยนี้แบบจำลอง ResNet50 ถูกนำไปใช้เพื่อลดมิติข้อมูลรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย โดยย่อขนาดข้อมูลรูปภาพจาก $224 \times 224 \times 3$ พิกเซล ไปเป็นข้อมูล 1 มิติ ขนาด 2048 โดยยังคงรักษาคุณสมบัติสำคัญของข้อมูลรูปภาพไว้ได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 5 การลดมิติของภาพโดยการบีบรูปภาพ



ภาพประกอบ 6 การลดมิติของภาพโดยแบบจำลอง ResNet50

3.3.2 แบบจำลอง

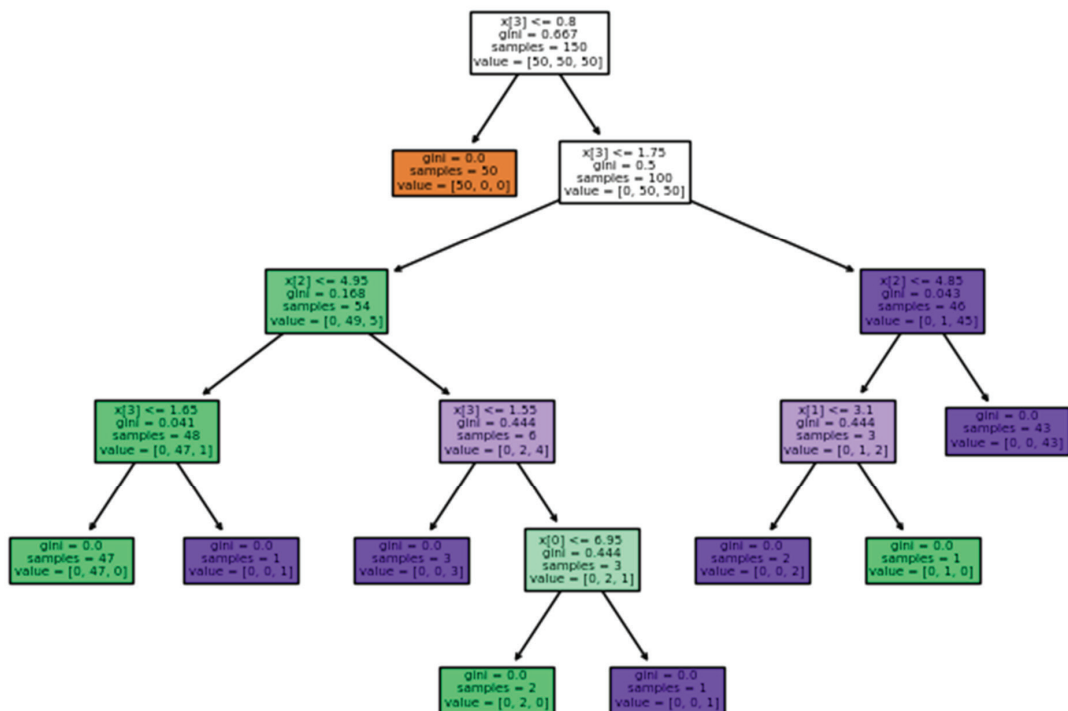
ในส่วนของแบบจำลองในการทดสอบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลอง 3 แบบจำลอง ดังนี้

3.3.2.1 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

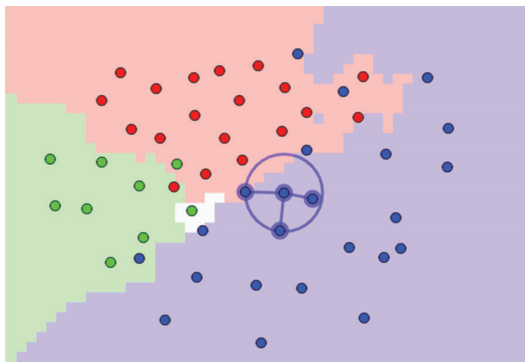
เป็นแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอนซึ่งสามารถแก้ปัญหาทั้งแบบจำแนกประเภทและทำนายตัวเลขได้ ต้นไม้ตัดสินใจอาศัยข้อมูลจากชุดเรียนรู้ในการสร้างแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของ โหนด (Node) เส้นเชื่อม (Branch) และใบ (Leaf) การทำนายข้อมูลใหม่ของต้นไม้ตัดสินใจอาศัยการจำแนกข้อมูลตามลักษณะของโครงสร้างข้อมูลต้นไม้จนกระทั่งข้อมูลไหลลงจนถึงระดับใบ ซึ่งจะมีผลของป้ายกำกับระบุอยู่ ภาพตัวอย่างของโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจแสดงดังภาพประกอบ 7

3.3.2.2 แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

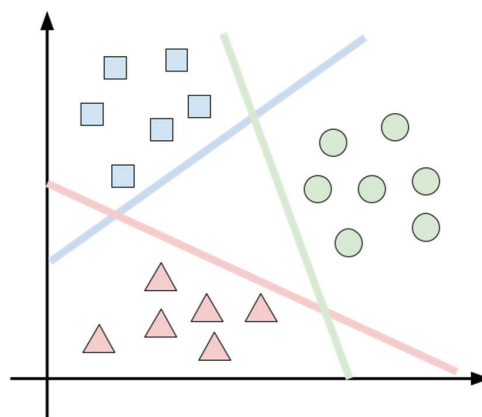
(K Nearest Neighbor Model) เป็นหนึ่งในแบบจำลอง การเรียนรู้ของเครื่องที่สามารถแก้ปัญหาการจำแนกประเภทและการทำนายตัวเลขได้ โดยอาศัยการคำนวณหากลุ่มข้อมูลที่มีระยะใกล้เคียงกับจุดทดสอบ โดยใช้การวัดระยะทางในรูปแบบต่างๆ เช่น ระยะทางยูคลิเดียน หรือ ระยะทางแมนฮัตตัน เป็นต้น แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดนิยมใช้ค่าฐานนิยมของป้ายกำกับของเพื่อนบ้านเพื่อหาค่าทำนายของปัญหาจำแนกประเภท ส่วนการทำนายค่าตัวเลขนิยมใช้ค่าเฉลี่ย แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเป็นแบบจำลองที่เรียบง่ายแต่สามารถจดจำรูปแบบและนำไปใช้กับการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ตัวอย่างการทำงานของแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดแสดงดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างโครงสร้างแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ



ภาพประกอบ 8 เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเมื่อกำหนด
จำนวนเพื่อนบ้าน K เท่ากับ 3



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างแบบจำลอง
การถดถอยโลจิสติกส์

3.3.2.3 การถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) เป็นแบบจำลองทางสถิติที่มีเป้าหมายเพื่อทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยคำนวณความน่าจะเป็นของป้ายกำกับตามลักษณะข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จาก การคำนวณเชิงเส้นจะถูกแปลงเป็นความน่าจะเป็นโดยฟังก์ชัน Softmax แบบจำลองนี้เรียนรู้โดยลดความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นที่ถูกทำนายและค่าของป้ายกำกับจริง การถดถอยโลจิสติกส์ มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากความเรียบง่ายและสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและป้ายกำกับได้ชัดเจน (Chuchip, 2018) ตัวอย่างลักษณะการทำงานของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ แสดงดังภาพประกอบ 9

3.3 การเรียนรู้แบบจำลอง

การเรียนรู้และเปรียบเทียบแบบจำลองจำแนกรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยมืองค์ประกอบและขั้นตอนที่หลากหลาย เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการพัฒนา งานวิจัยนี้ใช้ภาษา Python ผ่านเว็บไซต์ Google Colab เพราะมีการให้บริการหน่วยประมวลผลกราฟิกโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ในส่วนของการประมวลผลรูปภาพ การลดมิติข้อมูล และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม มีการใช้ไลบรารี Tensorflow (Abadi et al.,

2016) และ Keras ในการดำเนินการ ส่วนแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด ต้นไม้ตัดสินใจ และการถดถอยโลจิสติกส์ใช้ไลบรารี Scikit-Learn (Pedregosa et al., 2011) ในการเรียนรู้และประเมินผลแบบจำลอง

3.4 การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง

การวัดประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพของกระบวนการ ใช้การวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าจำแนกได้ (Recall) และค่าเอฟวันสกอร์ (F1 Score) ใช้สูตรในการคำนวณโดยที่ True Positive (TP) คือ ค่าที่พยากรณ์ความน่าจะเป็นความถูกต้องเชิงบวก True Negative (TN) คือ ค่าที่พยากรณ์ความน่าจะเป็นถูกต้อง เชิงลบ False Positive (FP) คือ ค่าที่พยากรณ์ความน่าจะเป็นผิดพลาดเชิงบวก และ False Negative (FN) คือ ค่าที่พยากรณ์ความน่าจะเป็นผิดพลาดเชิงลบ

3.4.1 ค่าความถูกต้อง

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สามารถวัดและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการลดมิติและแบบจำลองแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อป้ายกำกับนั้นมีการกระจายตัวคงที่ โดยค่าความถูกต้องเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วน

ของค่าพยากรณ์ที่ถูกต้องของป้ายกำกับต่อจำนวนของข้อมูลทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละและใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าความถูกต้อง} = \frac{TP+TN}{TP+TN + FP + FN}$$

3.4.2 ค่าความแม่นยำ

ค่าความแม่นยำ (Precision) เป็นค่าที่เปรียบเทียบความแม่นยำจากการทำนายของแบบจำลองเมื่อแบบจำลองทำนายว่าจริง โดยมีวิธีการคำนวณ คือ อัตราส่วนของจำนวนตัวอย่างที่แบบจำลองทำนายว่าจริงได้ถูกต้อง (True Positive) ต่อจำนวนตัวอย่างข้อมูลที่แบบจำลองทำนายว่าจริง โดยคิดเป็นร้อยละและใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าความแม่นยำ} = \frac{TP}{TP + FP}$$

3.4.3 ค่าจำแนกได้

ค่าจำแนกได้ (Recall) เป็นค่าที่เปรียบเทียบการจำแนกได้จากการทำนายของแบบจำลองเมื่อป้ายกำกับนั้นมีค่าเป็นจริง โดยมีวิธีการคำนวณ คือ อัตราส่วนของจำนวนตัวอย่างที่แบบจำลองทำนายว่าจริงได้ถูกต้อง (True Positive) ต่อจำนวนตัวอย่างข้อมูลที่ผลของป้ายกำกับเป็นจริง (TP + FN)

$$\text{ค่าจำแนกได้} = \frac{TP}{TP + FN}$$

3.4.4 ค่าเอฟวันสกอร์

ค่าเอฟวันสกอร์ (F1 Score) เป็นค่าเฉลี่ยแบบฮาร์โมนิก (Harmonic Mean) ระหว่างค่าความแม่นยำและ ค่าจำแนกได้ ซึ่งจะให้ผลของค่าเฉลี่ยที่ต่ำหากค่าใดค่าหนึ่งของค่าความแม่นยำหรือค่าจำแนกได้มีค่าที่ต่ำ และจะมีผลของค่าเฉลี่ยที่สูงก็ต่อเมื่อผลของค่าความแม่นยำและค่าจำแนกได้มีค่าที่สูงทั้งคู่

$$\text{ค่าเอฟวันสกอร์} = \frac{2 \times \text{ค่าความแม่นยำ} \times \text{ค่าจำแนกได้}}{\text{ค่าความแม่นยำ} + \text{ค่าจำแนกได้}}$$

4. ผลการวิจัย (Experimental Result)

ผลการทดสอบรูปแบบการลดมิติและการเรียนรู้แบบจำลองประเภทต่างๆ ด้วยค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความจำแนก ค่าเอฟวันสกอร์ ระยะเวลาการเรียนรู้ ระยะเวลาการทำนายสำหรับปัญหาการจำแนกผลไม้ส่งออกของไทย โดยรูปแบบการลดมิติประกอบไปด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การปรับปรุงภาพ และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม ส่วนแบบจำลองที่ศึกษา ประกอบไปด้วย 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ และแบบจำลอง การถดถอยโลจิสติกส์ ผลการทดลองรวมทั้งหมดจำนวน 6 รายการ ซึ่งผลค่าความถูกต้องของแบบจำลองแสดงดังตาราง 1 ผลค่าความแม่นยำของแบบจำลองแสดงดังตาราง 2 ผลค่าความจำแนกของแบบจำลองแสดงดังตาราง 3 ผลค่าเอฟวันสกอร์ของแบบจำลองแสดงดังตาราง 4 ผลระยะเวลาการเรียนรู้ของแบบจำลองแสดงดังตาราง 5 และผลระยะเวลาการทำนายของแบบจำลองแสดงดังตาราง 6

ตาราง 1 ตารางค่าความถูกต้องของแบบจำลอง

ความถูกต้อง (ร้อยละ)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบรูปภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	36.90 ± 2.87	62.25 ± 3.17
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	31.27 ± 5.39	49.30 ± 3.09
3	การถดถอยโลจิสติกส์	39.44 ± 3.59	95.21 ± 1.63

ตาราง 2 ตารางค่าความแม่นยำของแบบจำลอง

ค่าความแม่นยำ (ร้อยละ)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบรูปภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	38.59 ± 2.86	74.96 ± 2.48
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	34.03 ± 5.80	52.63 ± 1.98
3	การถดถอยโลจิสติกส์	39.19 ± 3.80	95.50 ± 1.51

จากตาราง 1 แสดงค่าความถูกต้องของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกันสำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบรูปภาพ พบว่าแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 39.44 รองลงมา คือ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 36.90 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 31.27 และ ส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 95.21 รองลงมาเป็นแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 62.25 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่า ความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 49.30

จากตาราง 2 แสดงค่าความแม่นยำของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกันสำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบรูปภาพ พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 39.19 รองลงมา คือ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 38.59 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 34.03 และ ส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 95.50 รองลงมาเป็นแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 74.96 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่า ความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 52.63

ตาราง 3 ตารางค่าความจำแนกของแบบจำลอง

ค่าความจำแนก (ร้อยละ)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบรูปภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	36.90 ± 2.87	62.25 ± 3.17
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	31.27 ± 5.39	49.30 ± 3.09
3	การถดถอยโลจิสติกส์	39.44 ± 3.59	95.21 ± 1.63

ตาราง 4 ตารางค่าเอฟวันสกอ์ของแบบจำลอง

ค่าเอฟวันสกอ์ (ร้อยละ)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบรูปภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	34.08 ± 2.87	59.46 ± 1.88
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	31.57 ± 5.37	49.70 ± 2.71
3	การถดถอยโลจิสติกส์	38.45 ± 3.72	95.16 ± 1.62

จากตาราง 3 แสดงค่าความจำแนกของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกัน สำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบรูปภาพ พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 39.44 รองลงมา คือ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด มีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 36.90 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 31.27 และ ส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 95.21 รองลงมาเป็นแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 62.25 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่า ความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 49.30

จากตาราง 4 แสดงค่าเอฟวันสกอ์ของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกัน สำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบรูปภาพ พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 38.45 รองลงมา คือ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด มีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 34.08 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 31.57 และ ส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 95.16 รองลงมาเป็นแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 59.46 และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าเอฟวันสกอ์อยู่ที่ร้อยละ 49.70

ตาราง 5 ตารางระยะเวลาการเรียนรู้ของแบบจำลอง

ระยะเวลาการเรียนรู้ (ms)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	864 ± 245	4,590 ± 386
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	49,230 ± 1023	39,014 ± 737
3	การถดถอยโลจิสติกส์	129,542 ± 3199	25,809 ± 706

ตาราง 6 ตารางระยะเวลาการทำนายของแบบจำลอง

ระยะเวลาการทำนาย (ms)			
No.	แบบจำลอง	การลดมิติ	
		การบีบภาพ	โครงข่ายประสาทเทียม
1	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด	1,217 ± 90.7	1,532 ± 301
2	ต้นไม้ตัดสินใจ	70.5 ± 21.0	81.0 ± 22.4
3	การถดถอยโลจิสติกส์	56.8 ± 4.50	7.70 ± 1.70

จากตาราง 5 แสดงค่าระยะเวลาการเรียนรู้ของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกัน สำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบภาพมีค่าระยะเวลาการเรียนรู้เรียงจากน้อยสุดไปมากที่สุด พบว่า แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 864 มิลลิวินาที รองลงมา คือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่าระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 49,230 มิลลิวินาที และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 129,542 มิลลิวินาที ส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 4,590 มิลลิวินาที รองลงมาเป็นแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่าระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 39,014 มิลลิวินาที และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าระยะเวลาการเรียนรู้ อยู่ที่ 25,809 มิลลิวินาที

จากตาราง 6 แสดงค่าระยะเวลาการทำนายของแบบจำลองเมื่อใช้รูปแบบการลดมิติที่แตกต่างกัน สำหรับการลดมิติด้วยวิธีการบีบภาพมีค่าระยะเวลาการทำนายเรียงจากน้อยสุดไปมากที่สุด พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 56.8 มิลลิวินาที รองลงมา คือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 70.5 มิลลิวินาที และแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 1,217 มิลลิวินาที และส่วนวิธีการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียมพบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์มีค่าระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 7.70 มิลลิวินาที รองลงมาเป็นแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจมีค่าระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 81.0 มิลลิวินาที และแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 1,532 มิลลิวินาที

5. อภิปรายผล (Discussion)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย โดยรวบรวมชุดข้อมูลรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยจำนวน 710 รูป กระบวนการเรียนรู้แบบจำลองประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการลดมิติของข้อมูลรูปภาพ ซึ่งมีการทดลอง 2 รูปแบบ ได้แก่ การปรับรูปภาพ และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม และขั้นตอนของการเรียนรู้แบบจำลอง ซึ่งมีการทดลองด้วยแบบจำลองจำนวน 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองมี 6 วิธี คือ การวัดค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความจำแนก ค่าเอฟวันสคอร์ ระยะเวลารับรู้ และระยะเวลากำหนด

การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการลดมิติสำหรับแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกของไทย พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องสูงกว่าการปรับรูปภาพ เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ประเภท พบว่า ค่าความถูกต้องของแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 36.90 เป็นร้อยละ 62.25 ค่าความถูกต้องของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31.27 เป็นร้อยละ 49.30 และค่าความถูกต้องของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 39.44 เป็นร้อยละ 95.21 เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง การถดถอยโลจิสติกส์ ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด โดยการลดมิติด้วยการปรับรูปภาพให้ค่าความถูกต้องสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 39.44 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.21 รองลงมาคือแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด โดย การลดมิติด้วยการปรับรูปภาพมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 36.90 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ ร้อยละ 62.25

แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด คือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยการลดมิติด้วยการปรับรูปภาพมีค่าความถูกต้องน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 31.27 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความถูกต้องน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 49.30

การเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของการลดมิติสำหรับแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกของไทย พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าการปรับรูปภาพ เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ประเภท พบว่า ค่าความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.59 เป็นร้อยละ 74.96 ค่าความแม่นยำของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 34.03 เป็นร้อยละ 52.63 และค่าความแม่นยำของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 39.19 เป็นร้อยละ 95.50 เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง การถดถอยโลจิสติกส์ให้ค่าความแม่นยำสูงที่สุด โดยการลดมิติด้วยการปรับรูปภาพให้ค่าความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 39.19 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.50 รองลงมาคือแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด โดย การลดมิติด้วยการปรับรูปภาพมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 38.59 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ ร้อยละ 74.96 แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด คือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยการลดมิติด้วยการปรับรูปภาพมี ค่าความแม่นยำน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 34.03 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความแม่นยำน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 52.63

การเปรียบเทียบค่าความจำแนกของการลดมิติสำหรับแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกของไทย พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความจำแนกสูงกว่าการปรับรูปภาพ เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ประเภท พบว่า ค่าความจำแนกของแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ

36.90 เป็นร้อยละ 62.25 ค่าความจำแนกของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31.27 เป็นร้อยละ 49.30 และค่าความจำแนกของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 39.44 เป็นร้อยละ 95.21 เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง การถดถอยโลจิสติกส์ให้ค่าความจำแนกสูงสุดที่สุด โดยการลดมิติด้วยการบีรูภาพให้ค่าความจำแนกสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 39.44 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความจำแนกสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.21 รองลงมาคือแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด โดย การลดมิติด้วยการบีรูภาพมีค่าความจำแนกอยู่ที่ร้อยละ 36.90 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความจำแนกอยู่ที่ 62.25 แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยการลดมิติด้วยการบีรูภาพมีค่าความจำแนกน้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 31.27 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความจำแนกน้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 49.30

การเปรียบเทียบค่าเอฟวันสกอร์ของการลดมิติสำหรับแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกของไทย พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าเอฟวันสกอร์สูงกว่าการบีรูภาพ เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ประเภท พบว่า ค่าเอฟวันสกอร์ของแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 34.08 เป็นร้อยละ 59.46 ค่าเอฟวันสกอร์ของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31.57 เป็นร้อยละ 49.70 และค่าเอฟวันสกอร์ของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.45 เป็นร้อยละ 95.16 เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ให้ ค่าเอฟวันสกอร์สูงสุดที่สุด โดยการลดมิติด้วยการบีรูภาพให้ค่าเอฟวันสกอร์สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 38.45 และการใช้โครงข่าย ประสาทเทียมให้ค่าเอฟวันสกอร์สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.16 รองลงมาคือแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด โดยการลดมิติด้วยการบีรูภาพมีค่าเอฟวันสกอร์อยู่ที่ร้อยละ 34.08

และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าเอฟวันสกอร์อยู่ที่ร้อยละ 59.46 แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด คือ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยการลดมิติด้วยการบีรูภาพมีค่าเอฟวันสกอร์น้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 31.57 และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าเอฟวันสกอร์ น้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 49.70

การเปรียบเทียบด้านเวลาจะทำการเปรียบเทียบ 2 รูปแบบ คือ ระยะเวลาการเรียนรู้ และระยะเวลาการทำนาย โดยระยะเวลาการเรียนรู้ของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดใช้ระยะเวลาการเรียนรู้ที่น้อยที่สุด โดยการบีรูภาพใช้ระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 864 มิลลิวินาที และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมใช้ระยะเวลาการเรียนรู้อยู่ที่ 4,590 มิลลิวินาที สำหรับระยะเวลาการทำนายของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ใช้ระยะเวลาการทำนายน้อยที่สุด โดย การบีรูภาพใช้ระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 56.8 มิลลิวินาที และการใช้โครงข่ายประสาทเทียมใช้ระยะเวลาการทำนายอยู่ที่ 7.70 มิลลิวินาที

ดังนั้นผลการวิจัยการเปรียบเทียบรูปแบบการลดมิติสำหรับแบบจำลองจำแนกประเภทผลไม้ส่งออกของไทย พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความจำแนกค่าเอฟวันสกอร์ได้ค่าสูงกว่าการบีรูภาพ เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองแต่ละประเภท พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ให้ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความจำแนก และค่าเอฟวันสกอร์สูงที่สุดกว่าแบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการลดมิติของระยะเวลาการเรียนรู้ พบว่า แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดใช้ระยะเวลาการเรียนรู้ของการบีรูภาพน้อยที่สุดกว่าโครงข่ายประสาทเทียม การเปรียบเทียบระยะเวลาการทำนายของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ใช้ระยะเวลาการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียมน้อยที่สุดกว่า

การปรับปรุงภาพ ถึงแม้ว่าโครงข่ายประสาทเทียมจะใช้เวลาในการเรียนรู้ แต่โครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกรูปภาพจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ส่งผลให้แบบจำลองสามารถสกัดคุณลักษณะพิเศษของรูปภาพได้ดีเมื่อนำไปปรับใช้กับชุดข้อมูลรูปภาพขนาดเล็ก ส่งผลให้โครงข่ายประสาทเทียมเมื่อนำไปใช้งานจะใช้ระยะเวลาการให้นานน้อยที่สุดสำหรับแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ ถ้าใช้โครงข่ายประสาทเทียมดีกว่าในการลดมิติ จากผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotichatmala & Wiwatwattana (2021) ที่ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองการคัดแยกผลไม้แบบหนึ่งชนิดด้วยการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อตรวจจับรูปแบบเปิดโดยใช้เทคนิคการตรวจจับผิดปกติ (Novelty Detection) ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองการจำแนกข้อมูลด้วยเครื่องเวกเตอร์ค้ำยันประเภทเดียว (One-Class Support Vector Machine) และแบบจำลองป่าแยก (Isolation Forest) ซึ่งทั้ง 2 แบบจำลองมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kummong (2021) ได้ศึกษาการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้นที่ได้จากภาพด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก โครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนล เปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น ผลการทดลอง พบว่า แบบจำลองฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นสามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้อง ค่าความเที่ยง ค่าเอฟวันสกอร์ สูงกว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนล ยกเว้นค่าความครบถ้วนที่แบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันแนลได้ ค่ามากกว่า นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pakamwang, Khoomsab, & Srimuang (2020) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบแบบจำลองจำแนกประเภทเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวอำเภอเขาต้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลจำนวน 7 วิธี ได้แก่ 1) Bayes Network Classifier 2) Naive Bayes 3) Multi-Layer Perceptron 4) Logistic Regression 5) Sequential Minimal

Optimization 6) Decision Tree และ 7) Random Forest ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sereepong & Wiwatwattana (2021) ได้ศึกษาการจำแนกคุณภาพของเมล็ดกาแฟโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันโดยเปรียบเทียบกับแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องแบบดั้งเดิม โดยสร้างแบบจำลองได้แก่ ResNet50, ResNet101, ResNet50 พบว่า แบบจำลองแบบ ResNet ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า SGDClassifier และเทคนิคการเพิ่มข้อมูลรูปภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองให้ดีขึ้นได้ ดังนั้นโครงข่ายประสาทเทียมจึงเป็นเทคนิคการลดมิติที่มีประสิทธิภาพและแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์เป็นแบบจำลองที่จะนำมาสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย เพื่อช่วยให้เกษตรกร ผู้ประกอบการ ผู้บริโภค สามารถวิเคราะห์จำแนกประเภทของผลไม้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ในการส่งออกผลไม้ไทยไปยังตลาดโลกได้

6. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

ทีมผู้วิจัยได้รวบรวมชุดข้อมูลรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยเป็นจำนวน 710 รูป ซึ่งประกอบไปด้วยผลไม้ 12 ชนิด ได้แก่ แอปเปิ้ล สับปะรด ส้ม ลิ้นจี่ ลำไย มังคุด มะละกอ มะม่วง มะพร้าว ฝรั่ง พุเรียน และ กล้วย โดยชุดข้อมูลนั้นได้ ถูกประมวลผลด้วยการปรับให้มีขนาดที่เท่ากันในรูปแบบของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด 224×224 สำหรับกระบวนการเรียนรู้แบบจำลองจำแนกรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทยนั้น ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การลดมิติของข้อมูลรูปภาพ และการเรียนรู้แบบจำลอง ในขั้นตอนของการลดมิติ มีการทดลอง 2 รูปแบบ ได้แก่ การปรับปรุงภาพ และ การใช้โครงข่ายประสาทเทียม แบบจำลองที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 2 ประกอบไปด้วยแบบ

จำลองจำนวน 3 แบบจำลองได้แก่ แบบจำลองเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ ผลการวิจัยบนชุดข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพผลไม้ส่งออกของไทย โดยใช้เทคนิคการลดมิติด้วยโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าการลดมิติด้วยการบีบรูปภาพ และแบบจำลองที่สามารถจำแนกรูปภาพได้ดีที่สุด คือ แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.21 ค่าความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.50 ค่าความจำแนกสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.21 ค่าเอฟวันสกอร์สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 95.16 ระยะเวลาการเรียนรู้มากที่สุดอยู่ที่ 25,809 มิลลิวินาที และระยะเวลาการทำนายใช้เวลาไม่น้อยที่สุดอยู่ที่ 7.70 มิลลิวินาที

งานวิจัยในอนาคตสามารถพัฒนาไปได้ในหลายแนวทาง เช่น การรวบรวมชุดข้อมูลให้มีความหลากหลายและมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น การปรับใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสมัยใหม่ รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ๆ เช่น การระบุความสุกของผลไม้แต่ละชนิด หรือ การจำแนกโรคหรือการเข้าของผลไม้ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เอกสารอ้างอิง

Abadi, M. et al. (2016). Tensorflow: a system for large-scale machine learning. *Proceeding of the 12th USENIX Conference on Operating Systems Design and Implementation*, Savannah GA, USA, November 2-4, 2016, 265-283. <https://www.usenix.org/conference/osdi16/technical-sessions/presentation/abadi>

Chotichatmala, S. & Wiwatwattana, N. (2021). Machine learning-based one-class fruit classification models for apple images detection. *Proceeding of the 1st Data Science Conference, Bangkok, Thailand, 2021*, 16-20. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1085> [In Thai]

Chuchip, K. (2018). *Remote Sensing Technical Note No.5 : Logistic Regression*. Faculty of Forestry, Kasetsart University. [In Thai]

Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. In *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 248-255. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>

He, K., Zhang, X., Ren, S. & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770-778. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>

Klodpeng, J. (2023). *Fruit classification system*. Center for Agricultural Technology and Innovation, Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives, Naresuan University. Retrieved 5 November 2023. Retrieved from <https://www.gosmartfarmer.com/innovation/21350>. [In Thai]

Kummong, R. (2021). Mangosteen detection using deep learning. *Information Technology Journal*, 18(1), 47-55. [In Thai]

- Office of Agricultural Economics. (2023). *Thailand's database system and foreign agricultural trade information services*. Retrieved 15 November 2023. Retrieved from <https://impexpth.oae.go.th>. [In Thai]
- Pakamwang, j., Khoomsab, K., & Srimuang, W. (2020). Model comparisons of classification for tourism development of Khao Kho district, Phetchabun Province using data mining techniques. *Rajabhat Journal of Sciences Humanities & Social Sciences*, 21(1), 213-223. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/psru/article/view/240641> [In Thai]
- Pedregosa, F. et al. (2011). Scikit-learn: machine learning in Python. *Journal of Machine Research*, 12, 2825-2830. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1953048.2078195>
- Sereepong, C. & Wiwatwattana, N. (2021). Coffee bean quality classification using convolutional neural network. *Proceeding of the 1st Data Science Conference, Bangkok, Thailand, 2021*, 74-85. [In Thai]
- Suksukont, A., Santingamwong, C., Khamkhaek, W., & Pansuwan, S. (2022). Fruits ripening analysis system using image processing technology. *Journal of Information Science and Technology*, 12(1), 61-66. <https://doi.org/10.14456/jist.2022.6> [In Thai]
- Utanon, W., Phongsuphap, S., Sawangarom, W., & Singkleewan, N. (2020). Non-destructive image processing technique and rule-based classification in estimating the quality of fruit. *Journal of Information*, 19(1), 130-138. [In Thai]

แนวทางการสื่อสารอัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

Guidelines for Communicating the Identity of the Three Dhammas for Tourism in Sakon Nakhon Province

จิรภัทร เริ่มศรี^{1,*}, นรมล เนื่องสิทธิ์²

Jiraphat Roemsri^{1,*}, Niramol Nueangsitttha²

¹ สาขาวิชานิเทศศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร 47000 ประเทศไทย

² สาขาวิชาการบัญชี คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร 47000 ประเทศไทย

¹ Department of Communication Arts, Faculty of Management Science, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000, Thailand

² Department of Accounting, Faculty of Management Science, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000, Thailand

* Corresponding Author: Jiraphat Roemsri, jiraphat.r@snru.ac.th

Received:

24 October 2023

Revised:

13 January 2024

Accepted:

14 January 2024

คำสำคัญ:

อัตลักษณ์, การสื่อสารการตลาด, การท่องเที่ยว, สามธรรม, สกลนคร

Keywords:

Identity, marketing communication, tourism, Sam Dhamma, Sakon Nakhon

บทคัดย่อ: การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร (2) เพื่อเสนอแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร เป็นการศึกษาวิจัยแบบผสมวิธี (Mix Method Research) ระหว่างการวิจัยเชิงคุณภาพ และการวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (SWOT Analysis) แล้วกำหนดกลยุทธ์การสื่อสารอัตลักษณ์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร TOWS MATRIX Analysis และการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อตรวจสอบแผนกลยุทธ์การสื่อสารอัตลักษณ์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยพบว่า 1. จังหวัดสกลนครมีจุดเด่นในเรื่องธรรมชาติ และวัฒนธรรม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ จึงได้กำหนดอัตลักษณ์สามธรรมขึ้นเพื่อเป็นยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร แต่สภาพปัญหาที่ผ่านมาพบว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังขาดการเผยแพร่อัตลักษณ์การท่องเที่ยวที่ชัดเจน จำเป็นต้องส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมกันพัฒนาอัตลักษณ์การท่องเที่ยวจังหวัดอย่างจริงจัง 2. การรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครของนักท่องเที่ยว พบว่า การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของวัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหาร ซึ่งมีพุทธศาสนิกชนและประชาชนทั่วไปมาเที่ยวชมอย่างต่อเนื่อง สำหรับการท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของดอนสวรรค์ และทะเลสาบหนองหาร โดยการท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ จังหวัดสกลนครมีภูมิประเทศสวยงามอุดมสมบูรณ์ด้วยพืชพันธุ์ที่หลากหลายของเทือกเขาภูพาน ส่วนการท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของประเพณีแห่ดาวคริสต์มาส และประเพณีออกพรรษา

แห่งปราสาทผึ้ง ซึ่งมีวัฒนธรรมโดดเด่นสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่นเรื่อยมา และอยู่ด้วยกันด้วยความรัก สามัคคี เป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันมาจนทุกวันนี้ 3. แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร (1) กลยุทธ์ที่ 1 แนวทางในการสื่อสารประเด็นอัตลักษณ์จังหวัด เป็นการพัฒนาการเล่าเรื่องอัตลักษณ์ผ่านประวัติศาสตร์ ทั้งสื่อออนไลน์ และออฟไลน์ สร้างรูปแบบการสื่อสารให้เป็นการสื่อสารสองทาง เพื่อเพิ่มการรับรู้ และสร้างแรงดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว (2) กลยุทธ์ที่ 2 แนวทางในการใช้สื่อการนำเครื่องมือการสื่อสารการตลาดมาผสมผสานกัน เพื่อสร้างและยกระดับกลไกการออกแบบ และการเลือกใช้อัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นรูปธรรม สามารถเชื่อมโยงถึงจังหวัดได้ (3) กลยุทธ์ที่ 3 แนวทางในการสร้างการมีส่วนร่วมของหน่วยงานด้านการท่องเที่ยวทั้งระดับภูมิภาคและระดับประเทศ เป็นการบริหารจัดการด้านนโยบาย และการดำเนินงานอย่างยั่งยืน สนับสนุนการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น

Abstract: This research has objectives (1) to study the issues related to the tourism identity of Sakon Nakhon Province, (2) to propose guidelines for using the identity of the 3 Dhamma to promote tourism in Sakon Nakhon Province. The research employs a mixed-method approach, combining qualitative and quantitative research methods. The result from doing SWOT Analysis is used to formulate a plan for identity communication strategies to promote tourism in Sakon Nakhon Province. Then the TOWS MATRIX Analysis and In-depth interview with experts were used to verify the strategic communication plan for promoting tourism in Sakon Nakhon Province. The research found that 1. Sakon Nakhon Province has its strengths in Dharma,

nature and culture. To align with the characteristics of the local area, the Three Dharma identity was established as a tourism strategy in Sakon Nakhon Province. However, past problems indicate that relevant agencies still lack effective dissemination of a clear tourism identity. It is necessary to seriously promote and encourage stakeholders to jointly develop the tourism identity of the province. 2. Tourists' perception of the identity of the Three Dhammas in Sakon Nakhon Province found that for Dhamma tourism, most of them are aware of the identity of Wat Phra That Choeng Chum Worawihan, which attracts a continuous stream of Buddhists and the general public. For nature tourism, most of them are aware of the identity of Don Sawan and Nong Han Lake. Sakon Nakhon Province has a beautiful landscape, rich in diverse flora of the Phu Phan mountain range. For the cultural tourism section, most recognize the identity of the Christmas Star Parade and the End of Buddhist Lent, Wax Castle festival are well known, which has a distinctive culture passed down from generation to generation and fostering love, unity, and harmony among the people. 3. Guidelines for using the Three Dhamma identity for promoting tourism in Sakon Nakhon Province: (1) Strategy 1. Guideline for communicating provincial identity issues is to develop an identity narrative through history for both online and offline media, creating a two-way communication model to increase awareness and attract tourist interest. (2) Strategy 2: Guidelines for using media together with marketing communication tools

to create and enhance the design mechanism and to select provincial identity to easily associate with the province. (3) Strategy 3: Guidelines to promote involvement of regional and national tourism agencies, managing policies and operations sustainably, and supporting the dissemination and public relations of the province's identity to increase its recognition.

บทนำ (Introduction)

จากการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยว และแนวโน้มของการท่องเที่ยวที่มุ่งสู่การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนมากขึ้น ส่งผลให้ทิศทางการพัฒนาและนโยบายในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเปลี่ยนแปลงไป โดยมุ่งให้ความสำคัญกับทรัพยากรการท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้องกับประเพณีวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ วิถีชีวิต ชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่นมากขึ้น แต่ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2564 พบว่านักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนครมีจำนวนลดลง โดยส่วนใหญ่เป็นการเดินทางจากกลุ่มแรงงานคืนถิ่นที่กลับมาเยี่ยมญาติ รวมทั้งเป็นการท่องเที่ยวจากจังหวัดใกล้เคียงในช่วงเทศกาลวันหยุด โดยแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยม คือ วัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหาร วัดป่าสุทธาวาส สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ (สระพังทอง) กลุ่มวิสาหกิจผ้าไหมคราม ฯลฯ โดยนักท่องเที่ยวคนไทย นิยมเดินทางเป็นหมู่คณะ กลุ่มครอบครัว กลุ่มทัวร์ธรรมะที่นิยมใช้รถส่วนตัวเป็นพาหนะหลักในการเดินทาง (TAT Intelligence Center Tourism Authority of Thailand, 2021) แต่อย่างไรก็ตามนักท่องเที่ยวมีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลด้วยการใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร ด้วยเหตุนี้การนำแนวคิดการสื่อสารการตลาดเข้ามาส่งเสริมการท่องเที่ยวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง แต่ในขณะเดียวกันการสื่อสารการตลาดนั้นยังต้องคำนึงถึงบริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง กลยุทธ์การสื่อสารการตลาดการท่องเที่ยวเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของจังหวัดนครศรีธรรมราช การพัฒนาการท่องเที่ยวท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ ด้านการบริการท่องเที่ยวและข้อมูลเกี่ยวกับการสื่อสารทางการตลาดของการท่องเที่ยวท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ คือ ด้านการจัดกิจกรรมพิเศษ (Supatra & Suthikan, 2022) การส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนครจำเป็นต้องนำแนวคิดการสื่อสารการตลาดมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร เพื่อส่งข้อมูลข่าวสารของแหล่งท่องเที่ยวและบริการไปสู่กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งในหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยได้นำแนวความคิดการสื่อสารการตลาดนี้มาใช้ เนื่องจากมีความเชื่อว่าการสื่อสารการตลาดสามารถเพิ่มจำนวนกลุ่มผู้บริโภคขึ้นได้ (Schultz & Kitchen, 1997) แต่การนำนโยบายอัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครไปปฏิบัติ ยังมีปัญหาด้านงบประมาณ ขาดการสนับสนุนจากรัฐบาล ขาดการเชื่อมโยงไปยังพื้นที่ท่องเที่ยวต่างๆ ขาดการประสานงานจากจังหวัดลงมาถึงระดับอำเภอ คนในชุมชนมีความแตกแยกทางความคิด นอกจากนี้ยังขาดการทำงานที่ต่อเนื่องในการนำนโยบายไปปฏิบัติ

ดังนั้น การค้นหาอัตลักษณ์จึงมีความสำคัญต่อการสื่อสารการตลาด ในการสร้างความแข็งแกร่งแหล่งท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร อันหมายถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่มากขึ้น ช่วยให้นักท่องเที่ยวได้ประเมินคุณภาพและความแตกต่างที่ชัดเจน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารอัตลักษณ์แหล่งท่องเที่ยว อันทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างนักท่องเที่ยวและชุมชน สอดคล้องกับแนวคิดของ Barisic & Blazevic (2014) ที่กล่าวว่า อัตลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยว (The Identity of Tourist Destinations) มีความสำคัญสำหรับตลาดเป้าหมาย อัตลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยวพื้นฐานของการสร้างสรรค์และการวางตำแหน่ง

ภาพลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยว (destination image) เพื่อสร้างความประทับใจ ส่วนอัตลักษณ์จะเกิดขึ้นเมื่อแหล่งท่องเที่ยวถูกระบุตัวตนและถูกตระหนักรู้ตามภาพลักษณ์ หากปราศจากภาพลักษณ์แหล่งท่องเที่ยวก็ไม่มีอัตลักษณ์ การส่งเสริมอัตลักษณ์การท่องเที่ยวได้มีมุมมองเพียงแค่สถานที่ท่องเที่ยวหรือวัตถุทางกายภาพเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงมโนภาพต่างๆ ที่นักท่องเที่ยวได้รับจากการเดินทางท่องเที่ยว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงความสำคัญของนโยบายการพัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยว จึงนำนโยบายอัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนคร มาวิเคราะห์สถานการณ์ด้วย SWOT และกำหนดกลยุทธ์ด้วย TOWS Matrix อย่างละเอียด นำไปสู่แนวทางการสื่อสารอัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันด้านการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะการใช้อัตลักษณ์สำหรับการท่องเที่ยว ผสานนวัตกรรมและเทคโนโลยีการสื่อสาร เชื่อมโยงบูรณาการความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน ประชาชน และนักท่องเที่ยว ให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ข้อมูลที่ได้รับการวิจัยนี้ ทำให้เห็นถึงผลของแผนนโยบายการส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนครให้เป็นองค์ความรู้ต้นแบบ ที่จะสามารถขยายผลไปในการพัฒนาชุมชนแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ เพื่อนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้อัตลักษณ์เพื่อการสื่อสารการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความประทับใจและส่งผลให้เกิดการบอกต่อในที่สุด อีกทั้งยังถือเป็นการส่งเสริมให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน ทำให้จังหวัดสกลนครกลายเป็นเมืองรองที่นักท่องเที่ยวต้องแวะมาเยี่ยมชมมิใช่เป็นเพียงทางผ่านอีกต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

2. เพื่อศึกษาการรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครของนักท่องเที่ยว

3. เพื่อเสนอแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mix Method Research) การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ผู้ให้ข้อมูลหลักในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการท่องเที่ยวของจังหวัดสกลนคร การเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก ใช้วิธีการสุ่มแบบสะดวก อาทิ การท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดสกลนคร ประชาสัมพันธ์จังหวัดสกลนคร หอการค้าจังหวัดสกลนคร ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยวในจังหวัดสกลนคร ประธานชุมชน ตัวแทนชุมชน นักวิชาการด้านการสื่อสารการตลาด และนักวิชาการด้านการท่องเที่ยว จำนวน 8 คน สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ กำหนดเลือกผู้ประกอบการธุรกิจนำเที่ยว และนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ระหว่างปี 2564 - 2565 แต่ไม่ทราบจำนวนประชากรที่ชัดเจน จึงคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรไม่ทราบจำนวนประชากร (Kanlaya, 2009) ที่ความเชื่อมั่น 95 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ที่ +5 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมไม่น้อยกว่า 400 ตัวอย่าง ใช้วิธีการการสุ่มแบบสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้างและแบบสอบถาม ที่ได้จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก และกำหนดผู้ให้ข้อมูลเป็นหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นตัวแทนจากการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดสกลนคร ประชาสัมพันธ์จังหวัดสกลนคร หอการค้าจังหวัดสกลนคร ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยวในจังหวัดสกลนคร ประธานชุมชน ตัวแทนชุมชน นักวิชาการด้านการสื่อสารการตลาด และนักวิชาการด้านการท่องเที่ยว จำนวน 8 คน เลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบสะดวกจากผู้ที่มีคุณสมบัติและสามารถมาร่วมกิจกรรมได้

2.2 การวิจัยเชิงปริมาณ ใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร เพื่อยืนยันข้อค้นพบที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ให้ข้อมูลหลักเป็นเครื่องมือการวิจัยที่ใช้เก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการธุรกิจนำเที่ยว และนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ระหว่างปี 2564-2565 ประกอบด้วย (1) การรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครของนักท่องเที่ยว (2) ปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการสนทนากลุ่มแบบเจาะจง กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมาจาก สำนักงานท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดสกลนคร ประชาสัมพันธ์จังหวัดสกลนคร หอการค้าจังหวัดสกลนคร ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยวในจังหวัดสกลนคร ประธานชุมชน ตัวแทนชุมชน นักวิชาการด้านการสื่อสารการตลาด และนักวิชาการด้านการท่องเที่ยว จำนวน 8 คน มาร่วมให้ข้อมูลในกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อวิพากษ์แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

3.2 การวิจัยเชิงปริมาณ การรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม เพื่อยืนยันผลการรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักในข้อ 1 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ มาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบสอบถาม เพื่อนำไปสอบถามจากนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกมาถอดเทปเนื้อหาคำสัมภาษณ์ พิมพ์เป็นเอกสารแบบคำต่อคำ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยแบ่งข้อมูลจากการสัมภาษณ์มากำหนดตามหัวเรื่องที่ศึกษากำหนดประเด็นที่ค้นพบในการบันทึกการสนทนาและทำการจัดหมวดหมู่ประเด็นย่อย (Sub-Category) เรียบเรียงหมวดหมู่ในประเด็นต่างๆ ที่สามารถแสดงให้ปัญหาอัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ตามกรอบการวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดไว้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้รวบรวมจากแบบสอบถามมาให้รหัสข้อมูล (Coding data) จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลและประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการแจกแจงค่าความถี่ ค่าร้อยละ ใช้การวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยให้น้ำหนักความสำคัญให้คะแนนข้อคำถามในเชิงบวก โดยได้รวบรวมข้อมูลและแจกแจงความถี่ของแบบสอบถามเพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรม สำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

จังหวัดสกลนครมีจุดเด่นในเรื่องธรรมชาติ และวัฒนธรรม จึงพัฒนานโยบายการท่องเที่ยวสามธรรมขึ้นมาให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนของทั้งจังหวัด ในการจัดการท่องเที่ยว 3 ธรรม จังหวัดสกลนครมี 6 ชนเผ่าพื้นเมือง กับอีก 2 เชื้อชาติ มีการดำเนินวิถีชีวิตด้วยความสงบ จึงเป็นจุดแข็งของการอยู่ร่วมกันแบบสังคม ประเพณี วัฒนธรรม ตามแบบชนพื้นเมือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่นักท่องเที่ยวจะได้เห็นถึงวัฒนธรรม ความเป็นอยู่ การอยู่ร่วมกันในสังคม แต่ปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ยังขาดความต่อเนื่องในการส่งเสริมกิจกรรมของหน่วยภาครัฐในพื้นที่ ทำแต่เรื่องโครงการที่ทำให้จบไปแล้วก็เสร็จสิ้นไป จังหวัดไม่ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ร่วมกันพัฒนาการท่องเที่ยวของจังหวัดอย่างจริงจัง นอกจากนี้ในแต่ละปีเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ทำให้ขาดการเผยแพร่อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวที่ชัดเจน รวมถึงการสนับสนุนงบประมาณของจังหวัดมีค่อนข้างจำกัด ทำให้ประชาชนในพื้นที่ไม่เข้าใจในแผนการปฏิบัติงาน จึงทำให้ขาดความร่วมมือและการประสานงานจากประชาชนในพื้นที่ ทำให้ชาวบ้านในชุมชนมีความแตกแยกทางความคิด จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมต่อเนื่อง “ความไม่ต่อเนื่องในการส่งเสริมกิจกรรมของหน่วยภาครัฐ เจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลง ขาดความร่วมมือจากประชาชนในพื้นที่ ทำให้ขาดการเผยแพร่อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวที่ชัดเจน” (ผู้ให้ข้อมูลหลักคนที่ 1, คนที่ 3)

สำหรับการเดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดสกลนครมีความสะดวกสบาย แต่ปัญหาอยู่ที่ช่วงเวลาในการเดินทางไม่สอดคล้องกับความต้องการการเดินทางของนักท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในสกลนครไม่พักค้างคืน ด้วยเหตุผลที่ว่า ห้องพักไม่สะอาด บรรยากาศไม่ดี บางแห่งไม่เหมาะสำหรับการพักผ่อน การให้บริการยังไม่ได้มาตรฐาน พื้นที่ในชุมชนยังไม่สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังขาดการบูรณาการและเชื่อมโยงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ขาดการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ จึงทำให้ข่าวสารไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว การเดินทางมายังแหล่งท่องเที่ยวยังขาดป้ายบอกทางหรือป้ายแนะนำแหล่งท่องเที่ยวที่ชัดเจน ควรเน้นการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว รวมถึงการสนับสนุนกิจกรรมของจังหวัด และขาดการวางแผนหรือมาตรการความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว ที่การเดินทางท่องเที่ยวในชุมชน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรร่วมกันวางแผนดำเนินการสำหรับการท่องเที่ยว และจังหวัดควรมีการใช้อัตลักษณ์สามธรรมที่มีความโดดเด่นของจังหวัด โดยนำเครื่องมือการสื่อสารทั้งออฟไลน์และมาใช้ในการเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร “ชุมชนขาดความเข้าใจในแผนการปฏิบัติงาน ขาดการดำเนินกิจกรรมที่ต่อเนื่อง ส่งผลให้มีปัญหาที่พักสำหรับนักท่องเที่ยว ซึ่งบางแห่งไม่สะอาด บรรยากาศไม่ดี ไม่เหมาะสำหรับการพักผ่อน พื้นที่ไม่รองรับ ทำให้นักท่องเที่ยวไม่มีความเชื่อถือในด้านความปลอดภัย จึงอยากให้จังหวัดมีการเผยแพร่ข่าวสารผ่านช่องทางต่างๆ เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามาเพิ่มมากขึ้น และดึงเอาทุกภาคส่วนเข้ามาช่วย” (ผู้ให้ข้อมูลหลักคนที่ 2, คนที่ 7)

2. การรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครของนักท่องเที่ยว

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร จำแนกตามการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมะ

การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมะ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. วัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหาร	4.95	0.84	มากที่สุด
2. อาสนวิหารอัครเทวดามิคแอล ท่าแร่	4.78	0.43	มากที่สุด
3. วัดป่าสุทธาวาส (ตามรอยหลวงปู่มั่น ฐิริทัตโต)	4.89	0.33	มากที่สุด
4. วัดถ้ำผาแด่น	4.85	0.38	มากที่สุด
5. วัดถ้ำอภัยดำรงธรรม พิพิธภัณฑสถานอาจารย์วัน อุตตโม	4.78	0.46	มากที่สุด
6. สักการะพญาเต่างอย	4.86	0.35	มากที่สุด
7. วัดถ้ำพระตั่ง (แผ่นศิลาอักษรขอม และพระพุทธรูปโบราณ)	4.77	0.51	มากที่สุด
8. วัดดอยธรรมเจดีย์	4.80	0.44	มากที่สุด
9. วัดพระธาตุนารายณ์เจงเวง	4.83	0.42	มากที่สุด
10. วัดพระธาตุภูเพ็ก	4.79	0.45	มากที่สุด
11. กู่พนินา หรือปราสาทขอมพนินา อ.สว่างแดนดิน	4.80	0.47	มากที่สุด
รวมการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมะ	4.83	0.36	มากที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร จำแนกตามการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ

การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. อุทยานแห่งชาติภูพาน	4.81	0.45	มากที่สุด
2. อุทยานแห่งชาติภูผายล	4.74	0.55	มากที่สุด
3. อุทยานแห่งชาติภูผาเหล็ก	4.72	0.53	มากที่สุด
4. อุทยานแห่งชาติห้วยหวด	4.76	0.56	มากที่สุด
5. ภูเขาหินทรายภูเก้าพระ	4.78	0.48	มากที่สุด
6. ดอนสวรรค์ ทะเลสาบหนองหาร	4.83	0.41	มากที่สุด
รวมการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ	4.77	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมะ พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของวัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหารมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 รองลงมามีการรับรู้อัตลักษณ์ของวัดป่าสุทธาวาส

(ตามรอยหลวงปู่มั่น ฐิริทัตโต) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านธรรมะน้อยที่สุดคือวัดถ้ำพระตั่ง (แผ่นศิลาอักษรขอม และพระพุทธรูปโบราณ) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของคอนสวรรค์ ทะเลสาบหนองหารมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 รองลงมาเป็นการรับรู้อัตลักษณ์ของอุทยานแห่งชาติภูพาน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านธรรมชาติน้อยที่สุดคือ อุทยานแห่งชาติภูผาเหล็ก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของประเพณีแห่ดาวคริสต์มาส และประเพณีออกพรรษาแห่ปราสาทผึ้งมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 รองลงมาเป็นการรับรู้อัตลักษณ์ของถนนวัฒนธรรมผ้าฝ้ายย้อมคราม จังหวัดสกลนคร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรมน้อยที่สุดคืองานประเพณีแข่งผีโขน อ.พังโคน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ตามลำดับ

3. แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

จากการวิเคราะห์เอกสาร และการสัมภาษณ์เชิงลึก ทำให้เห็นปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร จึงนำผลการ

วิเคราะห์ข้อมูลจากตอนที่ 1 มาวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ทั้งที่เป็นปัจจัยภายใน (จุดแข็ง จุดอ่อน) และปัจจัยภายนอก (โอกาส อุปสรรค) (SWOT Analysis) เพื่อให้เกิดแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร โดยใช้ TOWS matrix นำมากำหนดกลยุทธ์เชิงรุก (SO) กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO) กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST) และกลยุทธ์เชิงรับ (WT) และจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อวิพากษ์แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ประกอบด้วยท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดสกลนคร ประชาสัมพันธ์จังหวัดสกลนคร หอการค้าจังหวัดสกลนคร ผู้ประกอบการธุรกิจในจังหวัดสกลนคร ประธานชุมชนตัวแทนชุมชน นักวิชาการด้านการสื่อสารการตลาด และนักวิชาการด้านการท่องเที่ยว ได้ดังนี้

(1) กลยุทธ์เชิงรุก ได้แก่ กลยุทธ์ด้านสื่อ และกลยุทธ์เชิงด้านสาร โดยการส่งเสริมการใช้อัตลักษณ์จังหวัด เป็นเครื่องมือประชาสัมพันธ์สนับสนุนการท่องเที่ยวเมืองรอง ให้แตกต่างจากจังหวัดอื่นๆ จากนั้นพัฒนาการเล่าเรื่องอัตลักษณ์ผ่านประวัติศาสตร์เผยแพร่ผ่านสื่อออนไลน์ และออฟไลน์ เพื่อเติมการรับรู้ และสร้างแรงดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร จำแนกตามการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม

การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. ประเพณีออกพรรษา แห่ปราสาทผึ้ง	4.73	0.51	มากที่สุด
2. ประเพณีแห่ดาวคริสต์มาส	4.73	0.53	มากที่สุด
3. ถนนวัฒนธรรมผ้าฝ้ายย้อมคราม จังหวัดสกลนคร	4.70	0.54	มากที่สุด
4. งานเทศกาลโล่รำลึก อ.กุสุมาลย์	4.56	0.67	มากที่สุด
5. งานประเพณีแข่งผีโขน อ.พังโคน	4.50	0.65	มาก
6. ประเพณีไหลเรือไฟโบราณของชาวบ้านต่างอย	4.66	0.51	มากที่สุด
7. ประเพณีลอยพระประทีปพระราชทาน “สิบสองเพ็งไทสกล”	4.55	0.67	มากที่สุด
รวมการรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม	4.63	0.45	มากที่สุด

(2) กลยุทธ์เชิงรับ ได้แก่ กลยุทธ์เชิงรับด้านการบูรณาการความร่วมมือ สนับสนุนให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวทุกภาคส่วนภายในจังหวัด ได้มีความรู้ ความเข้าใจ และมีส่วนในการสนับสนุนการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดสกลนคร เพื่อรองรับและดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามาในจังหวัด เพื่อขยายความร่วมมือในการเผยแพร่ข่าวสารอัตลักษณ์จังหวัดสู่ระดับภูมิภาคและระดับประเทศ

(3) กลยุทธ์เชิงแก้ไข ได้แก่ กลยุทธ์ด้านการออกแบบสาร และกลยุทธ์ด้านการบริหารงาน มีการกำหนดในเรื่องการออกแบบและการเข้ารหัสสารในการถ่ายทอดอัตลักษณ์จังหวัดที่ชัดเจน และให้นักท่องเที่ยวสามารถเชื่อมโยงถึงจังหวัดได้ โดยมีการจัดอบรมความรู้ให้กับบุคลากรที่ส่งเสริมอัตลักษณ์การท่องเที่ยว ให้เข้าใจในเรื่องการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัด เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว ตามแผนยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวของจังหวัดอย่างจริงจัง

(4) กลยุทธ์เชิงป้องกัน ได้แก่ กลยุทธ์ด้านความร่วมมือ และกลยุทธ์ด้านการสร้างโอกาส เป็นการขยายความร่วมมือกับหน่วยงานด้านการท่องเที่ยวทั้งระดับภูมิภาคและระดับประเทศ เพื่อสนับสนุนการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ การสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นที่รู้จักมาก นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้มีการนำวิถีชีวิตของชุมชนมาสร้างภาพลักษณ์ให้กับจังหวัด นำมาซึ่งทัศนคติที่ดีและชื่นชอบในวิถีชีวิตชุมชน จากนักท่องเที่ยวและประชาชนทั่วไป อันจะส่งผลถึงภาพลักษณ์ที่ดีของจังหวัดได้อีกด้วย

การกำหนดแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปสังเคราะห์บูรณาการร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับอัตลักษณ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ ซึ่งสามารถสรุปแนวทาง การใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ไปปฏิบัติได้ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 แนวทางในการสื่อสารประเด็นอัตลักษณ์จังหวัด เป็นการพัฒนาการเล่าเรื่องอัตลักษณ์

ผ่านประวัติศาสตร์ ทั้งสื่อออนไลน์และออฟไลน์ สร้างรูปแบบการสื่อสารให้เป็นแบบการสื่อสาร 2 ทาง เพื่อเติมการรับรู้ และสร้างแรงดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว โดยวิธีการถ่ายทอดเรื่องเล่าอัตลักษณ์จังหวัด ต้องเชื่อมโยงเข้ากับเรื่องราว (Content) ต่างๆ ให้น่าสนใจ เพราะแต่ละจังหวัดมีเรื่องเล่า (stories) ของตนเอง การเล่าเรื่องอัตลักษณ์จังหวัด เป็นการเล่าแบบ “เรื่องเก่า เล่าใหม่” เป็นเรื่องราวที่ไม่ได้เกิดขึ้นใหม่ เป็นเรื่องราวประวัติศาสตร์ของจังหวัดที่สังคมหรือคนส่วนใหญ่อาจจะรู้อยู่แล้ว แต่จะอย่างไรให้เรื่องนั้นสามารถสร้างความน่าสนใจได้อีก พิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) วิธีการเล่า ต้องเลือกสื่อให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมาย และใช้วิธีในการเล่าเรื่องใหม่ๆ ใช้สื่อใหม่ๆ เช่น ภาพประกอบ, เสียง ช่วยสร้างอารมณ์ได้มากมายและการจดจำได้มากขึ้น (2) เนื้อเรื่อง ต้องเป็นเรื่องที่คิดว่ากลุ่มเป้าหมายสนใจ และ (3) การเลือกใช้สื่อที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและการเปิดรับของกลุ่มเป้าหมาย ให้อัตลักษณ์จังหวัดได้เข้าไปอยู่ในทุกๆ จุดสัมผัสของนักท่องเที่ยว ตั้งแต่ช่องทางที่นักท่องเที่ยวเปิดรับข้อมูลข่าวสารจนถึงสถานที่ที่นักท่องเที่ยวเดินทางมาที่จังหวัด เพื่อสร้างประสบการณ์ ให้นักท่องเที่ยวได้มีส่วนร่วมเพื่อสร้างความผูกพันในระยะยาว และเกิดทัศนคติที่ดีกับจังหวัด

กลยุทธ์ที่ 2 แนวทางในการใช้สื่อ เป็นการนำเครื่องมือการสื่อสารการตลาดรูปแบบต่างๆ มาผสมผสานกัน เพื่อการสร้างและยกระดับกลไกการออกแบบ และการเลือกใช้อัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นรูปธรรม สามารถเชื่อมโยงถึงจังหวัดได้ เพื่อกระตุ้นให้นักท่องเที่ยวเกิดการรับรู้ สามารถเชื่อมโยงถึงอัตลักษณ์จังหวัด เป็นกระบวนการสื่อสารการตลาดผ่านช่องทางต่างๆ ที่กำหนดขึ้นไปยังกลุ่มเป้าหมาย เป็นกลยุทธ์ที่มีความโดดเด่น ไม่ซ้ำซ้อนกับจังหวัดอื่น ให้กับบุคลากรที่ส่งเสริมอัตลักษณ์การท่องเที่ยวได้เข้าใจในเรื่องการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัด เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวตามแผนยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวของจังหวัดอย่างจริงจัง โดยกำหนดแผนกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดด้วย

(1) กลยุทธ์สาร (Message Strategies) เป็นความคิดที่สร้างสรรค์ และสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดไปยังกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย โดยเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างผู้บริโภคกับแหล่งท่องเที่ยว ทั้งด้านอารมณ์ ความรู้สึก และเหตุผล (2) กลยุทธ์สื่อ (Media strategy) สื่อที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดนั้นมีมากมาย แต่หลักการใช้สื่อนั้นต้องเลือกใช้ให้เกิดความเหมาะสม เกิดความสอดคล้องกัน และบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ เป็นการตัดสินใจขององค์กรที่เกี่ยวข้องในการส่งเนื้อหาสารผ่านสื่อต่างๆ ไปยังกลุ่มเป้าหมาย

กลยุทธ์ที่ 3 แนวทางในการสร้างการมีส่วนร่วมของหน่วยงานด้านการท่องเที่ยวทั้งระดับภูมิภาคและระดับประเทศ เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการด้านนโยบาย และการดำเนินงานอย่างยั่งยืน เป็นการสนับสนุนการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น ร่วมกับการสร้างโอกาสและมูลค่าเพิ่มให้การท่องเที่ยว นอกจากนี้หน่วยงานต่างๆ ในจังหวัด ปรับปรุงกระบวนการสื่อสาร เพื่อสร้างการรับรู้ ความเข้าใจ เรื่องวัตถุประสงค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยใช้อัตลักษณ์ของจังหวัดให้ตรงกัน เพื่อเชื่อมโยงพฤติกรรม การท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะถ้าหน่วยงานในจังหวัดมีความเข้าใจตรงกัน จะทำให้สามารถพัฒนารูปแบบการสื่อสารอัตลักษณ์ จังหวัดสกลนคร ให้ตรงกับพฤติกรรม การเปิดรับสื่อของนักท่องเที่ยวได้ นอกจากนี้ต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็งร่วมกันทั้งภายในจังหวัด (Internal) คือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ประชาชนในจังหวัด ที่เป็นสื่อบุคคล ต้องรับรู้วัตถุประสงค์เดียวกันในการมีอัตลักษณ์จังหวัดเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว และให้ความร่วมมือในการช่วยประชาสัมพันธ์ข่าวสารในรูปแบบต่างๆ หรือแนะนำบอกต่อกับกลุ่มเครือข่าย รวมถึงความร่วมมือภายนอกจังหวัด (External) ได้แก่ หน่วยงานทั้งในระดับจังหวัด ทั้งภาครัฐบาล เอกชน รวมถึงการสร้างเครือข่ายระดับประเทศ เช่น การท่องเที่ยว

แห่งประเทศไทย เพื่อร่วมผลักดันและสนับสนุนให้อัตลักษณ์จังหวัดได้สื่อสารให้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง เพื่อขยายความร่วมมือในการสื่อสารอัตลักษณ์ จังหวัดสู่ระดับภูมิภาคและระดับประเทศ

อภิปรายผล

1. ปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรม สำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร

จังหวัดสกลนครมีจุดเด่นในเรื่องธรรมชาติ และวัฒนธรรม จึงพัฒนายุทธศาสตร์การท่องเที่ยว 3 ธรรมขึ้นมา ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนของทั้งจังหวัด ในการจัดการท่องเที่ยว 3 ธรรม จังหวัดสกลนครมี 6 ชนเผ่าพื้นเมือง กับอีก 2 เชื้อชาติ มีการดำเนินวิถีชีวิตด้วยความสงบ จึงเป็นจุดแข็งของการอยู่ร่วมกันแบบสังคม ประเพณี วัฒนธรรมตามแบบชนพื้นเมือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่นักท่องเที่ยวจะได้เห็นถึงวัฒนธรรม ความเป็นอยู่ การอยู่ร่วมกันในสังคม แต่ปัญหาการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ยังขาดความต่อเนื่องในการส่งเสริมกิจกรรมของหน่วยภาครัฐในพื้นที่ ทำแต่เรื่องโครงการที่ทำให้จบไปแล้วก็เสร็จสิ้นไป จังหวัดไม่ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ร่วมกันพัฒนาการท่องเที่ยวของจังหวัดอย่างจริงจัง นอกจากนี้ในแต่ละปีเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ทำให้ขาดการเผยแพร่อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวที่ชัดเจน รวมถึงการสนับสนุนงบประมาณของจังหวัดมีค่อนข้างจำกัด ทำให้ประชาชนในพื้นที่ไม่เข้าใจในแผนการปฏิบัติงาน จึงทำให้ขาดความร่วมมือและการประสานงานจากประชาชนในพื้นที่ ทำให้ชาวบ้านในชุมชนมีความแตกแยกทางความคิด จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมต่อเนื่อง เพราะการส่งเสริมการท่องเที่ยว มักได้รับอิทธิพลจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยเฉพาะนโยบายด้านการท่องเที่ยวของรัฐบาลที่

ต้องการให้แต่ละจังหวัดมีจุดขายที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจแก่นักท่องเที่ยว โดยพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์จังหวัด ที่เป็นเมืองรองที่มีนักท่องเที่ยวเข้าไปเที่ยวไม่ถึง 6 ล้านคนต่อปี (Department of Tourism, 2018) การกำหนดอัตลักษณ์หรือกิจกรรมของจังหวัด ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเครื่องมือ ในการใช้เพื่อประชาสัมพันธ์จังหวัดเฉพาะช่วงการ เปิดตัวโครงการหรือกิจกรรมที่ทางจังหวัดจัดขึ้น แต่ไม่ได้ถูกวางแผนการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ดำเนินการ ตามนโยบายของประเทศเท่านั้น ไม่ได้ใส่ใจดำเนินการ อย่างจริงจัง ขาดบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว ขาดแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน รวมถึงขาด รายละเอียดตามแผนการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นสาเหตุ สำคัญที่ทำให้การบริหารงานของจังหวัดไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากการไม่มีรูปแบบการ บริหารงานที่เป็นทางการแต่ละจังหวัดมีการบริหาร งานอย่างเป็นเอกเทศ เพียงแต่ยึดโยงกับนโยบายของ ภาครัฐ นโยบายการบริหารงานการสื่อสารอัตลักษณ์ จังหวัดอาจไม่ต่อเนื่อง หรือหยุดชะงัก ซึ่งเกิดจากการ หมกมุ่นของผู้ว่าราชการจังหวัด การเปลี่ยนหรือ โอนย้ายของบุคลากรที่ดูแลรับผิดชอบ เป็นโครงการ ที่ต้องนำเสนอต่อที่ประชุมของจังหวัด เพื่อขออนุมัติ จัดทำโครงการฯ และเป็นโครงการระยะสั้น จึงอาจ เกิดความไม่ต่อเนื่องของการบริหารงานในระยะยาว (Wattanakarak, 2020)

สำหรับการเดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัด สกลนครมีความสะดวกสบาย แต่ปัญหาอยู่ที่ช่วง เวลาในการเดินไม่สอดคล้องกับความต้องการการเดินทาง ของนักท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว ในสกลนครไม่พักค้างคืน ด้วยเหตุผลที่ว่า ห้องพัก ไม่สะอาด บรรยากาศไม่ดี บางแห่งไม่เหมาะสำหรับ การพักผ่อน การให้บริการยังไม่ได้มาตรฐาน พื้นที่ ในชุมชนยังไม่สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องยังขาดการบูรณาการและเชื่อมโยงข้อมูล ให้เป็นปัจจุบัน ขาดการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ

จึงทำให้ข่าวสารไม่เพียงพอต่อความต้องการของ นักท่องเที่ยว การเดินทางมายังแหล่งท่องเที่ยว ขาดป้ายบอกทางหรือป้ายแนะนำแหล่งท่องเที่ยว ที่ชัดเจน ควรเน้นการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว รวมถึงการสนับสนุนกิจกรรมของจังหวัด และขาด การวางแผนหรือมาตรการความปลอดภัยของ นักท่องเที่ยวที่การเดินทางท่องเที่ยวในชุมชน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรร่วมกันวางแผนดำเนินการ สำหรับการท่องเที่ยว และจังหวัดควรมีการใช้ อัตลักษณ์สามธรรมที่มีความโดดเด่นของจังหวัด โดยนำเครื่องมือการสื่อสารทั้งออฟไลน์และมาใช้ ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว จังหวัดสกลนคร สอดคล้องกับ Siregar (2019) และ Mahatmi & Satyagraha (2019) ที่นำแนวคิด ทางการสื่อสารเพื่อการพัฒนาการศึกษาการพัฒนา เมืองของประเทศอินโดนีเซีย แนวคิดของการสื่อสาร ตัวตนคือการสร้างการรับรู้ถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ และสร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง ถูกนำไปใช้เพื่อ สร้างแบรนด์ในเมือง เอกลักษณ์ของสถานที่สะท้อน ให้เห็นในบุคลิก ซึ่งสร้างความประทับใจให้กับสถานที่ แห่งหนึ่งในใจสาธารณชนแตกต่างจากที่อื่น ด้วย วิธีการสื่อความหมายผ่านสื่อที่มีรูปร่างต่างๆ เช่น ตราสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ อัตลักษณ์ส่งเสริม การท่องเที่ยว เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างภาพลักษณ์ ของเมืองที่มีการสร้างอัตลักษณ์ ทำให้ใครสักคนจดจำ จังหวัดได้ เป็นหนึ่งในวิธีการที่มีมูลค่าสูงสำหรับการสร้าง แบรนด์ของเมือง เนื่องจากมีประสิทธิภาพทางการเงิน และมีความยั่งยืน อัตลักษณ์สามารถรวมผู้คนในเมือง และปรับตัวให้เข้ากับการพัฒนาเศรษฐกิจในท้องถิ่น ได้อย่างง่ายดายเนื่องจากการออกแบบที่เรียบง่าย และดึงดูดใจอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังสอดคล้อง กับ Tipsuda (2016) ที่ศึกษาเรื่อง การสื่อสารแบบ มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ ในจังหวัดน่าน พบว่า การมีส่วนร่วมในการจัดการ การท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ในจังหวัดน่าน โดย ส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในฐานะเป็นผู้วางแผนและ

กำหนดนโยบาย ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของหน่วยงาน ภาครัฐ ภาคธุรกิจ และชุมชน โดยหน่วยงานภาครัฐมีหน้าที่วางแผนและกำหนดนโยบาย เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ซึ่งในแต่ละครั้งจะเกิดจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากภาคธุรกิจและกลุ่มชุมชน และมีเพียงส่วนน้อยที่มีส่วนร่วมในฐานะผู้ส่งและผู้ผลิต การมีส่วนร่วมในระดับนี้ซึ่งคนในชุมชนจะมีหน้าที่นำนโยบายดังกล่าวมาปฏิบัติ รวมถึงยังทำหน้าที่เป็นผู้ส่งต่อนโยบายให้กลุ่มธุรกิจและชุมชน เช่นเดียวกับ Pinpinat (2016) ที่ศึกษาเรื่อง การสื่อสารเพื่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยว โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กรณีศึกษา : โครงการตลาดเก่าอ่างศิลา 133 ปี พบว่า การสื่อสารเพื่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การสื่อสารแบบมีส่วนร่วมภายในเครือข่าย ได้แก่ เทศบาลตำบลอ่างศิลา มีนโยบายให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ การคิด การวางแผน โดยเชิญทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมาประชุมปรึกษากัน ก่อนที่จะเปิดการท่องเที่ยวในแต่ละกิจกรรม ในการประชุมแบบมีส่วนร่วมจะต้องมีการประชุมอย่างน้อย 3 ครั้ง คือ ขึ้นเตรียมการ ตามงาน และก่อนจัดงาน และการสื่อสารแบบมีส่วนร่วมระหว่างเครือข่ายกับนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะปรากฏในรูปแบบของกิจกรรมซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถเข้าร่วมได้ และสามารถนำการประเมินของนักท่องเที่ยวมาพัฒนาการท่องเที่ยวได้

2. การรับรู้อัตลักษณ์สามธรรมจังหวัดสกลนครของนักท่องเที่ยว พบว่า

2.1 การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมะ พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของวัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหารมากที่สุด รองลงมา มีการรับรู้อัตลักษณ์ของวัดป่าสุทธาวาส (ตามรอยหลวงปู่มั่น ภูริทัตโต) และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านธรรมะน้อยที่สุดคือ วัดถ้ำพระตั่ง (แผ่นศิลากัษรขอม และพระพุทธรูปโบราณ)

การท่องเที่ยวด้านธรรมะ จังหวัดสกลนคร มีบูรพาจารย์ที่ได้รับความเลื่อมใส ศรัทธาจากคนไทยทั่วประเทศ อาทิ หลวงปู่มั่น ภูริทัตโต หลวงปู่ฝั้น อาจาโร รวมทั้งมีสถานที่สำคัญทางศาสนา วัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหาร วัดพระธาตุนารายณ์เจงเวง อาสนวิหาร อัครเทวดามิคาแอลท่าแร่ วัดป่าสุทธาวาส วัดถ้ำผาแด่น ฯลฯ จึงมีพุทธศาสนิกชนและประชาชนทั่วไปมาเที่ยวชมอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงได้ชื่อว่าเป็น “เมืองแห่งธรรมะ”

2.2 การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านธรรมชาติ พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของดอนสวรรค์ ทะเลสาบหนองหารมากที่สุด รองลงมา มีการรับรู้อัตลักษณ์ของอุทยานแห่งชาติภูพาน และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านธรรมะน้อยที่สุดคือ อุทยานแห่งชาติภูผาเหล็ก โดยการท่องเที่ยวด้านธรรมะ จังหวัดสกลนครมีภูมิประเทศสวยงามอุดมสมบูรณ์ด้วยพืชพันธุ์ที่หลากหลายของเทือกเขาภูพาน อันเป็นที่ตั้งของอุทยานแห่งชาติ 3 แห่ง นอกจากนี้ยังมีทะเลสาบหนองหาร เป็นแหล่งน้ำจืดที่กว้างใหญ่เป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย มีขนาดพื้นที่ 123 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยเกาะต่างๆ กว่า 20 เกาะ โดยมีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ อุทยานแห่งชาติภูพาน อุทยานแห่งชาติภูผายล อุทยานแห่งชาติภูผาเหล็ก ภูเขาคันทรงูถ้ำพระ ดอนสวรรค์ ทะเลสาบหนองหาร น้ำตกคำหอม ฯลฯ จึงได้ชื่อว่าเป็น “เมืองแห่งธรรมชาติ”

2.3 การรับรู้อัตลักษณ์การท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม พบว่า ส่วนใหญ่มีการรับรู้อัตลักษณ์ของประเพณีแห่ดาวคริสต์มาส และประเพณีออกพรรษา แห่ปราสาทผึ้งมากที่สุด รองลงมา มีการรับรู้อัตลักษณ์ของถนนวัฒนธรรมผ้าผ้าย้อมคราม จังหวัดสกลนคร และการรับรู้อัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรมน้อยที่สุดคือ งานประเพณีแข่งผีโขมด อ.พังโคน การท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม จังหวัดสกลนครเป็นเมืองที่ตั้งอยู่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ถือเป็น

เมืองเก่าแก่ มีชนเผ่าพื้นเมือง 6 เผ่า ได้แก่ ไทลาว อีสาน ผู้ไท ไทญ้อ ไทส่วย ไทกะเลิง ไทโย้ย และอีก 2 เชื้อชาติ คือ คนไทยเชื้อสายจีน และคนไทยเชื้อสายเวียดนาม มีวัฒนธรรมโดดเด่นสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่นเรื่อยมา และอยู่ด้วยกันด้วยความรักสามัคคี เป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันมาจนทุกวันนี้ โดยมีแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม ได้แก่ ประเพณีแห่ดาวคริสต์มาส ประเพณีออกพรรษา แห่ปราสาทผึ้ง ถิ่นวัฒนธรรมผ้าฝ้ายย้อมคราม งานประเพณีแข่งผีโขมด ชุมชนเมืองเก่าท่าแร่ฯลฯ จึงเป็นที่มาของ “เมืองแห่งวัฒนธรรม”

ทั้งนี้ในส่วนของการส่งเสริมการท่องเที่ยวเป็นแหล่งท่องเที่ยว 3 ธรรม จังหวัดสกลนครได้มีการมุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่า และการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน ทั้งนี้การนำแผน การท่องเที่ยว 3 ธรรม ไปสู่ปฏิบัติ เป็นการสร้างเครื่องมือการท่องเที่ยวจากพื้นฐานเดิมที่มีอยู่ในชุมชน ส่งเสริมยกระดับเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง และสอดคล้องกับการส่งเสริมพัฒนาการท่องเที่ยวที่จะทำให้เกิดการกระจายรายได้สู่ชุมชน

3. แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร วิเคราะห์ข้อมูลจากตอนที่ 1 มาวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ทั้งที่เป็นปัจจัยภายใน (จุดแข็ง จุดอ่อน) และปัจจัยภายนอก (โอกาส อุปสรรค) (SWOT Analysis) เพื่อให้เกิดแนวทางที่เป็นรูปธรรม นำเสนอการวิเคราะห์แนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร โดยใช้ TOWS matrix ซึ่งได้นำกำหนดกลยุทธ์เชิงรุก (SO) กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO) กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST) และกลยุทธ์เชิงรับ (WT) จากนั้นนำมาจัดทำแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยวจังหวัดสกลนคร ได้ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 แนวทางในการสื่อสารประเด็นอัตลักษณ์จังหวัด เป็นการพัฒนาการเล่าเรื่องอัตลักษณ์

ผ่านประวัติศาสตร์ ทั้งสื่อออนไลน์และออฟไลน์ สร้างรูปแบบการสื่อสารให้เป็นแบบการสื่อสาร 2 ทาง เพื่อเติมการรับรู้ และสร้างแรงดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว โดยวิธีการถ่ายทอดเรื่องเล่าอัตลักษณ์จังหวัด ต้องเชื่อมโยงเข้ากับเรื่องราว (Content) ต่างๆ ให้น่าสนใจ เพราะแต่ละจังหวัดมีเรื่องเล่า (stories) ของตนเอง การเล่าเรื่องอัตลักษณ์จังหวัด เป็นการเล่าแบบ “เรื่องเก่า เล่าใหม่” เป็นเรื่องราวที่ไม่ได้เกิดขึ้นใหม่ เป็นเรื่องราวประวัติศาสตร์ของจังหวัดที่สังคมหรือคนส่วนใหญ่อาจจะรู้อยู่แล้ว แต่จะหาอย่างไรให้เรื่องนั้นสามารถสร้างความน่าสนใจได้อีกพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) วิธีการเล่า ต้องเลือกสื่อให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมาย และใช้วิธีในการเล่าเรื่องใหม่ๆ ใช้สื่อใหม่ๆ เช่น ภาพประกอบ, เสียง ช่วยสร้างอารมณ์ได้มากมายและการจดจำได้มากขึ้น (2) เนื้อเรื่อง ต้องเป็นเรื่องที่คิดว่ากลุ่มเป้าหมายสนใจ และ (3) การเลือกใช้สื่อที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและการเปิดรับของกลุ่มเป้าหมาย ให้อัตลักษณ์จังหวัดได้เข้าไปอยู่ในทุกๆ จุดสัมผัสของนักท่องเที่ยว ตั้งแต่ช่องทางที่นักท่องเที่ยวเปิดรับข้อมูลข่าวสารจนถึงสถานที่ที่นักท่องเที่ยวเดินทางมาที่จังหวัด เพื่อสร้างประสบการณ์ ให้นักท่องเที่ยวได้มีส่วนร่วมเพื่อสร้างความผูกพันในระยะยาว และเกิดทัศนคติที่ดีกับจังหวัด

กลยุทธ์ที่ 2 แนวทางในการใช้สื่อ เป็นการนำเครื่องมือทางการสื่อสารการตลาดรูปแบบต่างๆ มาผสมผสานกัน เพื่อการสร้างและยกระดับกลไกการออกแบบ และการเลือกใช้อัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นรูปธรรม สามารถเชื่อมโยงถึงจังหวัดได้ เพื่อกระตุ้นให้นักท่องเที่ยวเกิดการรับรู้ สามารถเชื่อมโยงถึงอัตลักษณ์จังหวัด เป็นกระบวนการสื่อสารการตลาดผ่านช่องทางต่างๆ ที่กำหนดขึ้นไปยังกลุ่มเป้าหมาย เป็นกลยุทธ์ที่มีความโดดเด่น ไม่ซ้ำซ้อนกับจังหวัดอื่น ให้กับบุคลากรที่ส่งเสริมอัตลักษณ์การท่องเที่ยวได้เข้าใจในเรื่องการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัด เพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวตามแผนยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวของจังหวัดอย่าง

จริงจัง โดยการกำหนดแผนกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดด้วย (1) กลยุทธ์สาร (Message Strategies) เป็นความคิดที่สร้างสรรค์ และสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดไปยังกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย โดยเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างผู้บริโภคกับแหล่งท่องเที่ยว ทั้งด้านอารมณ์ ความรู้สึก และเหตุผล (2) กลยุทธ์สื่อ (Media strategy) สื่อที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดนั้นมีมากมาย แต่หลักการใช้สื่อนั้นต้องเลือกใช้ให้เกิดความเหมาะสม เกิดความสอดคล้องกัน และบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ เป็นการตัดสินใจขององค์กรที่เกี่ยวข้องในการส่งเนื้อหาสารผ่านสื่อต่างๆ ไปยังกลุ่มเป้าหมาย

กลยุทธ์ที่ 3 แนวทางในการสร้างการมีส่วนร่วมของหน่วยงานด้านการท่องเที่ยวทั้งระดับภูมิภาคและระดับประเทศ เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการด้านนโยบาย และการดำเนินงานอย่างยั่งยืน เป็นการสนับสนุนการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น ร่วมกับการสร้างโอกาสและมูลค่าเพิ่มให้การท่องเที่ยว นอกจากนี้หน่วยงานต่างๆ ในจังหวัด ปรับปรุงกระบวนการสื่อสาร เพื่อสร้างการรับรู้ ความเข้าใจ เรื่องวัตถุประสงค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยใช้อัตลักษณ์ของจังหวัดให้ตรงกัน เพื่อเชื่อมโยงพฤติกรรม การท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะถ้าหน่วยงานในจังหวัดมีความเข้าใจตรงกัน จะทำให้สามารถพัฒนารูปแบบการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัด সকলকর ให้ตรงกับพฤติกรรม การเปิดรับสื่อของนักท่องเที่ยวได้ นอกจากนี้ต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็งร่วมกันทั้งภายในจังหวัด (Internal) คือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ประชาชนในจังหวัด ที่เป็นสื่อบุคคล ต้องรับรู้วัตถุประสงค์เดียวกันในการมีอัตลักษณ์จังหวัดเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว และให้ความร่วมมือในการช่วยประชาสัมพันธ์ข่าวสารในรูปแบบต่างๆ หรือแนะนำบอกต่อกับกลุ่มเครือข่าย รวมถึงความร่วมมือภายนอกจังหวัด (External) ได้แก่ หน่วยงานทั้งในระดับจังหวัด ทั้งภาครัฐบาล เอกชน รวมถึง

การสร้างเครือข่ายระดับประเทศ เช่น การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เพื่อร่วมผลักดันและสนับสนุนให้อัตลักษณ์จังหวัดได้สื่อสารให้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง เพื่อขยายความร่วมมือในการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดสู่ระดับภูมิภาคและระดับประเทศ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1) เพื่อให้ผู้ที่มาเที่ยวได้เกิดความประทับใจ ดังนั้นในกระบวนการทำงานสำหรับพื้นที่ๆ ควรมีการร่วมมือกันในทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือผู้ประกอบการต่างๆ เปิดโอกาสให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในทุกกลุ่ม และควรใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้รูปแบบการสื่อสารแบบสองทาง (Two-Way Communication) เพื่อเน้นการแสดงความคิดเห็นตอบโต้กลับไปกลับมาจากทุกภาคส่วน เพื่อหาข้อตกลงร่วมกัน อันจะทำให้เกิดการทำงานอย่างสมานฉันท์

2) ในการพัฒนาแนวทางการใช้อัตลักษณ์สามธรรมสำหรับการท่องเที่ยว ควรคำนึงถึงการอนุรักษ์อัตลักษณ์เดิมของจังหวัด ทั้งทางด้านสถานที่ อัตลักษณ์วัฒนธรรมชุมชน รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ และควรจะมีการปรับเปลี่ยนส่วนขยายอัตลักษณ์เกิดความน่าสนใจ และตอบสนองความต้องการของกลุ่มนักท่องเที่ยวได้ แต่ต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของนักท่องเที่ยวไปเสียทั้งหมด และต้องมีมาตรการในการควบคุมดูแลบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงเรื่องของการจัดการขยะ และสิ่งอื่นๆ ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบจากการท่องเที่ยว เป็นต้น

3) กระบวนการการใช้อัตลักษณ์สำหรับการท่องเที่ยวจังหวัด সকলকর เกิดจากความร่วมมือกันของหลายๆ หน่วยงาน ทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และผู้ประกอบการ ใช้เครื่องมือการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ โดยเน้นการมีส่วนร่วม

จากทุกภาค ทำให้มีความหลากหลายในด้านช่องทางของการสื่อสารการตลาด ทำให้นักท่องเที่ยวเกิดการรับรู้อย่างทั่วถึง สามารถดึงดูดความสนใจและอยากมาท่องเที่ยวได้ ดังนั้นในการส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชนอื่นๆ หากต้องการจะสร้างการรับรู้ และดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามา ควรต้องมีการสื่อสารอัตลักษณ์ตราสินค้า ที่เป็นเอกลักษณ์ อาทิ วัฒนธรรมวิถีชีวิต หารูปแบบกิจกรรมที่แสดงถึงอัตลักษณ์ตราสินค้า และทำการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการโดยเน้นการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน จึงจะเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรทำการวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เรื่องการใช้อัตลักษณ์จังหวัด โดยแนวคิดจากการวิจัยในครั้งนี้สร้างเป็นแนวทางการใช้อัตลักษณ์สำหรับการท่องเที่ยวเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของการใช้อัตลักษณ์สำหรับการท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดแนวทางที่มีคุณภาพสามารถนำไปเป็นแนวทางการใช้อัตลักษณ์จังหวัดที่มีประสิทธิภาพ

2) ควรทำการวิจัยการรับรู้อัตลักษณ์จังหวัดในกลุ่มวัยเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี เนื่องจากเด็กเป็นกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัดในอนาคต การออกแบบหรือการสื่อสารอัตลักษณ์จังหวัด อาจเป็นสิ่งจูงใจให้เกิดการติดตาม และการท่องเที่ยวจังหวัดได้

Reference

Barisic, P. & Blazevic, Z. (2014). Visual identity components of tourist destination. *International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering*, 8(7), 2179-2183. https://www.researchgate.net/publication/339178473_Visual_Identity_Components_of_Tourist_Destination

Department of Tourism. (2018). *Tourism development strategy plan 2018 - 2019 of the Department of Tourism*. Bangkok: Department of Tourism. [In Thai]

Kanlaya, W. (2009). *Statistics for research*. Bangkok: Chulalongkorn University. [In Thai]

Mahatmi, N. & Satyagraha, A. (2019). Study of mascot design character as part of city branding: Malang city. *ULTIMART Journal Komunikasi Visual*, 11(2). 6-15. <https://doi.org/10.31937/ultimart.v11i2.1019>

Pinpinat, S. (2016). Communication for community-based tourist attraction management: A case study of 133 year Angsila's old market. *Sripatum Chonburi Interdisciplinary Journal*, 2(2). 1-13. [In Thai]

Schultz, D.E. & Kitchen, P.J. (1997). Integrated marketing communications in U.S. advertising agencies: An exploratory study. *Journal of Advertising Research*, 37(5). 7-18.

Siregar, M. R. A. (2019). Komunikasi Kota Ruang Publik Taman Sebagai Pembentuk Citra Kota Hijau. *Jurnal Komunikasi Pembangunan*, 17(1), 102-113. <https://doi.org/10.46937/17201926595>

- Supatra, K. & Suthikan, K. (2022). Marketing communication strategies for local tourism to promote health tourism in Nakhon Si Thammarat. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 9(1), 114-132. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pnuhuso/article/view/252436> [In Thai]
- TAT Intelligence Center Tourism Authority of Thailand. (2021). *Tourist statistics*. Retrieved from 25 November 2021. Retrieved from <https://intelligence-center.tat.or.th/>. [In Thai]
- Tipsuda, P. (2016). *Participatory communications for the promotion of creative tourism in Nan province*. Master of Arts (Communication Arts and Innovation), National Institute of Development Administration. [In Thai]
- Wattanakarak, S. (2020). *Provincial identity communication through mascot for Thailand's tourism promotion*. Doctoral of Communication Arts (Marketing Communication), University of the Thai Chamber of Commerce. [In Thai]

การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทยสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

The Development of Learning Media Application About Thai Proverbs for Students in Grades 4-6

จักรกรฤษ สุขาจารย์¹, วิไลวรรณ แสนชนะ^{1,*}

Jakkrit Sukajan, Wiraiwan Sanchana*

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิจิตร 65000 ประเทศไทย

¹ Department of Information Technology, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding Author: Wiraiwan Sanchana, wiraiwans@rmutl.ac.th

Received:

26 October 2023

Revised:

19 November 2023

Accepted:

7 January 2024

คำสำคัญ:

สุภาษิตไทย, สื่อการเรียนรู้,
ฟังก์ชัน

Keywords:

Thai proverbs, Learning
materials, Thunkable

บทคัดย่อ: การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดอยู่ในห้องเรียนเท่านั้น แต่นักเรียนสามารถที่จะเพิ่มเติมความรู้จากสื่อต่างๆ ได้ด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะรวบรวมข้อมูลสุภาษิตไทย ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน ประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ และประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยใช้โปรแกรม Thunkable ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ผลการศึกษา พบว่า 1) การรวบรวมข้อมูลสุภาษิตไทย จากหนังสือภาษาพาที ป.4- 6 จำนวน 36 คำ และหนังสือ 1,400 สุภาษิต คำพังเพย สำนวนไทย และราชาศัพท์ ฉบับเด็กประถม จำนวน 44 คำ 2) การประเมินความถูกต้องของเนื้อหาด้านสุภาษิตไทย พบว่า ความถูกต้องอยู่ในระดับมาก 3) การพัฒนาระบบมีฟังก์ชันของระบบ ได้แก่ การเข้าใช้งาน หน้าบทเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้ทราบระดับความรู้และความเข้าใจทางด้านสุภาษิตไทย 4) การประเมินสื่อการเรียนรู้ในแอปพลิเคชัน พบว่า สื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และ 5) การประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

Abstract: Learning is not only limited to the classroom, but students are able to expand their knowledge through various media. This research is therefore interested in collecting information on Thai proverbs, evaluating the suitability of content, design and develop application, evaluate the accuracy and

suitability of learning materials and evaluate the satisfaction with the learning media application on Thai proverbs for students in grades 4-6, using the Thunkable program to develop the application. The study results are as follows: 1) Thai proverbs were collected from Patee Language textbooks for grade 4-6, totaling 36 words and from the book “1,400 proverbs, aphorisms, Thai idioms and royal vocabulary, elementary school children’s edition”, totaling 44 words. 2) The results of the evaluation of the accuracy of the contents on Thai proverbs found that the accuracy was at a high level. 3) The system development using the Thunkable program included functions such as accessing the lesson pages to learn the content, pre-tests and post-tests to determine the level of knowledge and understanding of Thai proverbs. 4) The result of the evaluation of learning media in the application found that the learning media was at a high level and 5) The user satisfaction evaluation found that users were highly satisfied with the application.

1. บทนำ (Introduction)

การศึกษาในยุคปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความก้าวหน้าและเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของผู้คนในสังคมที่ใช้ความรู้เป็นฐาน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการไปจากเดิมที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ (Pheeraphan, Suwathanpornkul, &

Sriarunrasmee, 2018) ซึ่งประเด็นสำคัญหนึ่งของพระราชบัญญัติการศึกษาในมาตราที่ 30 ได้ระบุไว้ว่า “ให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งการส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา” ดังนั้นสถานศึกษา ผู้บริหาร และผู้สอน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตระหนักถึงการเลือกใช้นวัตกรรมทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ” (Ministry of Education, 2002)

สุภาชิต คือ สำนวนโวหารที่แสดงถึงความคิดสูง และสืบทอดมาแต่โบราณ แสดงถึงความเจริญของวัฒนธรรมทางด้านภาษา ซึ่งแต่ละภูมิภาค แต่ละท้องถิ่น และแต่ละชุมชน กระทั่งแต่ละเหล่าอาชีพ ก็มีสำนวนของใครของมันคล้ายกันบ้าง แตกต่างกันไปบ้าง ทั้งนี้เพราะที่มาไม่เหมือนกันแต่โดยความหมายมักเทียบเคียงกันได้ แม้แต่ภาษาต่างวัฒนธรรมก็ยังมีส่วนคล้ายกันในทางอุปมา (Sanamchandra Palce Library, Silpakorn University, 2012) ซึ่งการเรียนเรื่องสุภาชิตไทยนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องสุภาชิตไทยเป็นอย่างดี รวมทั้งจะต้องมีกลวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมาย จดจำ และนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งวิธีการสอนของครูที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูต้องรู้จักการจูงใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เพราะแรงจูงใจในการเรียนเกิดจากที่มีสิ่งเร้ามากระตุ้นนักเรียนให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจ นอกจากการใช้แบบเรียนแล้ว จำเป็นต้องใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดอยู่แต่ภายในห้องเรียน อีกทั้งยังสะดวก

สามารถทบทวน บทเรียนได้ทุกที่ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบุคคลเหล่านี้ (Klangboonkrong, 2012)

แอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนสมาร์ทโฟน ซึ่งในปัจจุบันสมาร์ทโฟนเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากง่ายต่อการพกพาและสะดวกต่อการใช้งาน ทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ มากขึ้น แวดวงการศึกษาและแวดวงการทำงานเริ่มมีการใช้สมาร์ทโฟนกันอย่างกว้างขวาง เข้าถึงได้อย่างง่ายดาย และเข้าไปถึงกลุ่มคนทุกเพศทุกวัยไม่ว่าจะอยู่ในชนบท ห่างไกลแค่ไหนก็ตาม สมาร์ทโฟนจึงกลายเป็นช่องทางใหม่ที่เปลี่ยนรูปแบบ และกระจายความรู้ให้สามารถเข้าถึงได้อย่างกว้างขวาง (Yingyue-nyong & Thepnuan, 2020) ซึ่งแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และได้มีการนำแอปพลิเคชันมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวก ความสนุกสนานในการเรียนการสอน รวมถึงช่วยให้ผู้สอนกับผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสอนมากขึ้นด้วย (Ramkhamhaeng University, 2019) อีกทั้งรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้สื่อสมัยใหม่ (New Media) ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะยุคที่การเรียนการสอนในภาวะปกติใหม่ แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้สามารถใช้ประโยชน์และสร้างคุณค่าทางการเรียนรู้ได้มาก ทั้งนี้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีให้เลือกใช้และดาวน์โหลดกันอย่างมากมาย ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งลงในสมาร์ทโฟนได้ง่าย การใช้งานครั้งต่อไปผู้ใช้สามารถศึกษาเนื้อหาได้เลยโดยไม่ต้องทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมส่งผลทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (Suwannoo, 2020)

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เพื่อรวบรวมข้อมูลสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4-6 หลังจากนั้นทำการประเมินเนื้อหาที่รวบรวมออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม Thunkable ประเมินสื่อการเรียนรู้ที่แสดงบนแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยทำการพัฒนาในรูปแบบของแอปพลิเคชันบนบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน พร้อมทั้งยังเป็นเครื่องมือในการช่วยดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ช่วยลดปัญหาการไม่เข้าใจความหมายของสุภาษิตไทย และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสุภาษิตไทยดียิ่งขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Work)

2.1 โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต เป็นต้น โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ทั้งนี้ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟนมีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่นิยมมากที่สุดคือ iOS และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก เช่น แผนที่ เกม โปรแกรมคุยต่างๆ รวมถึงสื่อการเรียนรู้ต่างๆ อีกด้วย (Kitisrivorrapan, Tichinpong, & Assawamekin, 2021)

2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุจะพิจารณาระบบเป็นกลุ่มของวัตถุโดยประกอบด้วยข้อมูล ฟังก์ชัน ตัวดำเนินการ ทำให้สามารถโยกย้ายปรับเปลี่ยนแต่ละวัตถุโดยไม่กระทบส่วนอื่น ทำให้สามารถนำแต่ละวัตถุไปใช้กับโครงการอื่นได้ ซึ่งการออกแบบระบบโดยใช้ UML model เราจะวาดรูปองค์ประกอบของซอฟต์แวร์ ให้อยู่ในไดอะแกรมเปรียบเสมือนการร่างแบบที่สถาปนิกใช้ในการออกแบบสิ่งก่อสร้างซึ่งไดอะแกรมออกที่ใช้กันมีอยู่ 9 ชนิด

แต่ในบทความนี้จะเสนอเพียง 1 ชนิด คือ Use Case Diagram ใช้เพื่ออธิบายชุดของการกระทำว่าระบบควรหรือสามารถทำงานร่วมกับผู้ใช้อย่างนอกของระบบ ช่วยให้ทีมพัฒนาทราบถึงความสามารถของระบบ และง่ายต่อการสื่อสารระหว่างทีมพัฒนากับลูกค้า (Asawakulchai, 2018)

2.3 Thunkable เป็นเครื่องมือสร้างแอปพลิเคชัน Android และ iOS เพื่อติดตั้งบนสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android และ iOS โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างนั้น นอกจากเครื่องมือพื้นฐานแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงไปยังผลิตภัณฑ์จาก Google, Twitter และ Microsoft โดยชุดคำสั่งหลังจากที่ออกแบบหน้าจอด้วยเครื่องมือต่างๆ Thunkable คือ เว็บไซต์ที่สามารถสร้างโมบายแอปพลิเคชันสวยๆ ใช้งานได้และมีประโยชน์ตามแนวคิด “Thunkable enables anyone to create beautiful and powerful mobile apps” ผู้สร้างแอปพลิเคชัน สามารถแสดงถึงแนวคิดการเขียนโปรแกรมเป็นบล็อก ได้โดยง่ายด้วยภาษาอังกฤษ แต่ต้องมีการฝึกฝนเครื่องมือและชุดคำสั่งให้คล่อง และปฏิบัติการด้านโปรแกรมทดลองแยกออกเป็น ส่วนๆ (Sangsiri, 2019)

2.4 การประเมินผล (Evaluation: E) เป็นการตัดสินคุณค่า (Judge: J) โดยวัดผล (Measurement: M) และตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ถูกประเมินเทียบกับเกณฑ์ (criteria) หรือ $E = M + J$ บุคคลจะตัดสินใจประเมินผลว่าสิ่งใด มีคุณค่าสูงจากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในใจของแต่ละบุคคลแล้วพบว่าสิ่งนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่าและให้ความคุ้มค่า (Scriven, 2001; Stufflebeam & Shinkfield, 2007; Chansakul, 2014) ซึ่งในบทความนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการประเมินด้านเนื้อหาของสื่อกาชาจิตไทย ประเมินคุณภาพสื่อที่พัฒนา และประเมินความพึงพอใจ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้นำมาแปลความหมายได้ ดังนี้ (Wongratana, 2007)

4.50-5.00 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3.50-4.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.50-3.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อย และ

1.00-1.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

2.5 ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงพัฒนาสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่น่าสนใจในประเทศไทย เช่น

Rohitasthira *et al.* (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางภาษาไทยด้านการเขียนคำศัพท์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการสร้างแอปพลิเคชันผ่านตัวโปรแกรม Thunkable มาใช้ในการพัฒนา พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับมาก ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน ส่วนในด้านประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน ความง่ายในการใช้แอปพลิเคชัน ความสามารถในการทำงานของแอปพลิเคชัน และความปลอดภัยในการใช้งานแอปพลิเคชัน เป็นที่พึงพอใจต่อผู้ใช้งานมาก

Chavianghong, Moonthongjad, & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับฝึกทักษะความรู้รอบตัวด้านดาราศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาหรือผู้ที่สนใจในดาราศาสตร์ใช้ทั้งเคเบิลเอ็กซ์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา แอปพลิเคชันนี้เป็นรูปแบบบทเรียนและแบบทดสอบ มีรูปภาพประกอบแนะนำ และแบบทดสอบมีการบอกคะแนน

เพื่อผู้ใช้งานได้ทราบว่ามีความรู้ ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด จากการนำแอปพลิเคชันนี้ไปทดสอบกับผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก

Kitisrivorapan, Tichinpong, & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้โปรแกรมทังเคเบิลเอ็กซ์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีบนสมาร์ตโฟนที่สะดวกและเข้าถึงง่ายในยุคปัจจุบันที่นาเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน แอปพลิเคชันจะประกอบด้วยตารางธาตุ เป็นรูปแบบการจำและตอบคำถาม มีแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และสามารถดูคะแนนเพื่อวัดประสิทธิภาพในการฝึกทักษะของผู้ใช้งาน อีกทั้งแอปพลิเคชันนี้ยังง่ายต่อการใช้งาน สะดวกและรวดเร็วต่อการศึกษา ไม่จำเป็นต้องไปเรียนข้างนอก สามารถเรียนที่ใดก็ได้ และเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในด้านเคมี จากการนำแอปพลิเคชันนี้ไปทดสอบกับผู้ใช้งานจำนวน 30 คน โดยมีหัวข้อที่นำมาใช้ในการประเมิน คือ 1) ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน 2) ความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก

Boonme, Na Audthaya, & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือเสริมสร้างทักษะภาษาจีนที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในปัจจุบันภาษาจีน โดยผู้ทำวิจัยเห็นว่า การใช้สมาร์ตโฟนเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้ จึงใช้แอปทังเคเบิลในการพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมสร้างทักษะภาษาจีนที่ใช้ในชีวิตประจำวันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อช่วยเสริมสร้างทักษะพื้นฐานภาษาจีนได้ โดยผู้ใช้งานจะได้เรียนรู้ทักษะภาษาจีนผ่านแอปพลิเคชันสามารถที่จะฟัง อ่าน และสะกดคำศัพท์ผู้ใช้สามารถฝึกฝนทักษะภาษาจีนได้ด้วยตนเองและเรียนรู้ได้ตลอดเวลาตามที่ผู้ใช้สะดวก จากการนำแอปพลิเคชันนี้ไปทดสอบ

ใช้งานกับกลุ่มผู้ใช้จำนวน 30 คน พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจด้วยค่าเฉลี่ย 4.19 ในระดับมาก

Yingyuenyong & Thepnuan (2020) ได้พัฒนาการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า 1) แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/82.44 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

ซึ่งสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ทังเคเบิลมาพัฒนาแอปพลิเคชันนั้นได้รับความนิยมซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมินความพึงพอใจของงานวิจัยข้างต้น ทั้งนี้การนำไปประยุกต์ใช้นั้นก็มีหลายหลายรูปแบบที่ขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละหัวข้อที่น่าสนใจๆ

3. วิธีการ (Method)

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเกี่ยวกับสุขภาพจิตไทย ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 และประชาชนทั่วไปที่สนใจ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการประเมินข้อมูลด้านเนื้อหาสุขภาพจิตไทย ได้แก่ ครูภาษาไทย

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน

2) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการประเมินสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ จำนวน 3 คน

3) กลุ่มตัวอย่างสำหรับประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยเลือกสุ่มแบบเจาะจง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน และ ประชาชนทั่วไปที่สนใจ จำนวน 10 คน

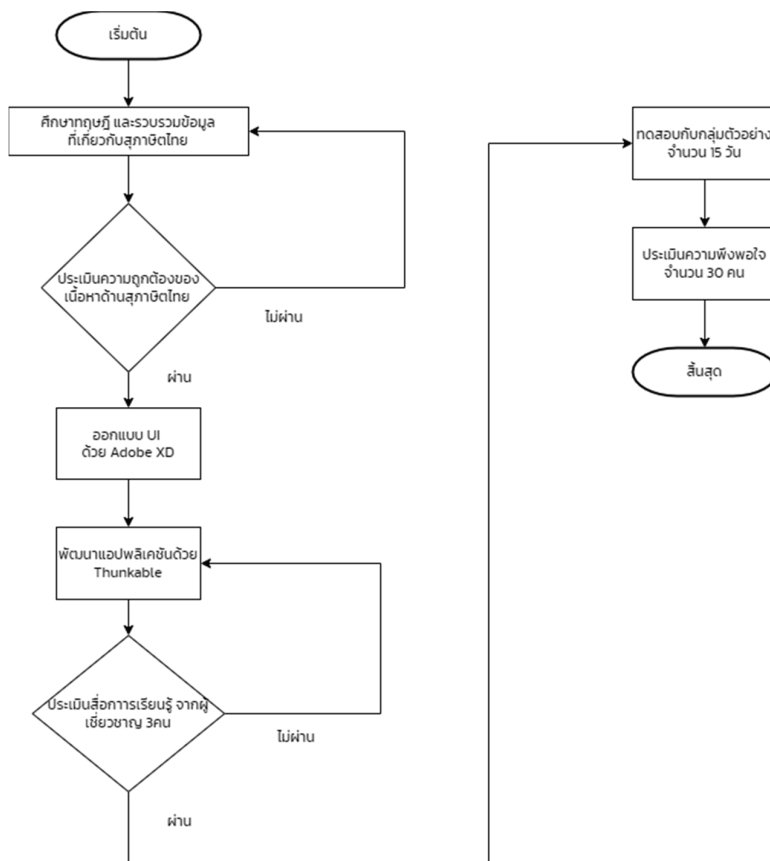
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ดังภาพประกอบ 1

ซึ่งมีรายละเอียดวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิทยานิพนธ์ บทความและเว็บไซต์ต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

3.2.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวกับการสร้างแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

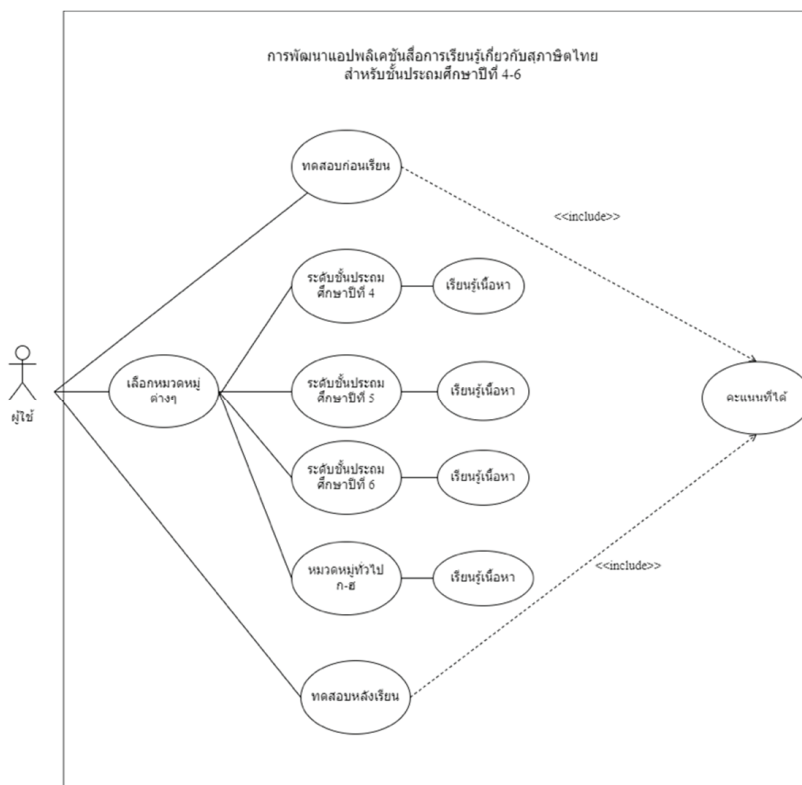


ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาสุภาษิตไทยโดยรวบรวมจากหนังสือเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง 6 และจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับสุภาษิตไทยที่น่าสนใจ ซึ่งได้รวบรวมจากหนังสือภาษาพาที ป.4 จำนวน 10 คำ (Office of the Basic Education Commission, 2010) หนังสือภาษาพาที ป.5 จำนวน 12 คำ (Office of the Basic Education Commission, 2020) หนังสือภาษาพาที ป.6 จำนวน 14 คำ (Office of the Basic Education Commission, 2011) ข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือ 1,400 สุภาษิต คำพังเพย สำนวนไทย และราชาศัพท์ ฉบับเด็กประถม จำนวน 44 คำ (Thai Language Academic Department, 2014) รวมทั้งสิ้น 80 คำ

3.2.3 ประเมินความถูกต้องของเนื้อหา
ด้านสุภาษิตไทย จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินด้านเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และสรุปผล

3.2.4 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Analysis and Design) โดยใช้วิธี Object-Oriented Analysis and Design ซึ่งได้แผนภาพที่แสดงการทำงานของระบบผู้ใช้งาน (Use Case Diagram) โดยที่ผู้ใช้สามารถทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งภายในแบบทดสอบก่อนเรียน จะประกอบไปด้วย รูปภาพเกี่ยวกับสุภาษิต ตัวเลือกในการตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งจะมีทั้งหมด 10 คำถาม เป็นแบบสุ่มคำถามจาก 20 คำถาม เมื่อตอบคำถามครบแล้วจึงจะสามารถดูคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้ ผู้ใช้สามารถดูคะแนนที่ทำได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนได้ ผู้ใช้สามารถเข้าไปดูหมวดหมู่ต่างๆ ได้ ได้แก่ หมวดหมู่ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ หมวดหมู่ทั่วไป ก-ฮ และสามารถเลือกเรียนแต่ละหมวดหมู่ได้ตามต้องการ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 Use Case Diagram ของแอปพลิเคชัน

3.2.5 การพัฒนาระบบ (Development/coding) ขั้นตอนนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 นั้นได้ใช้โปรแกรม Thunkable ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน แล้วส่งออกมาเป็นไฟล์นามสกุล .APK

3.2.6 ประเมินความถูกต้องของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน ตามแบบประเมิน แล้วสรุปผล

3.2.7 นำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นทำการประเมินผลความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยการสุ่มแบบเจาะจง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน และ ประชาชนทั่วไปที่สนใจ จำนวน 10 คน โดยการวิเคราะห์ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย (Experimental Result)

จากการศึกษามีผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ผู้วิจัยได้การรวบรวมข้อมูลที่มีเกี่ยวข้องหรือเกี่ยวกับการสร้างแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาสุภาษิตไทยจาก หนังสือภาษาพาที ป.4 จำนวน 10 คำ หนังสือภาษาพาที ป.

5 จำนวน 12 คำ หนังสือภาษาพาที ป.6 จำนวน 14 คำ ข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือ 1,400 สุภาษิต คำพังเพย สำนวนไทย และราชาศัพท์ ฉบับเด็กประถม จำนวน 44 คำ รวมทั้งสิ้น 80 คำ เช่น ตาบอดได้แวน (หนังสือภาษาพาที ป.4) ลูกไม้หล่นไม่ไกลต้น (หนังสือภาษาพาที ป.5) อ้อยเข้าปากช้าง (หนังสือภาษาพาที ป.6) และ รู้ไว้ดีกว่า ใส่ปากแบกหาม (หนังสือ 1,400 สุภาษิต คำพังเพย สำนวนไทย และราชาศัพท์ ฉบับเด็กประถม) เป็นต้น

4.2 ผลการประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ด้านสุภาษิตไทยจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสุภาษิตไทย

ในการประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ด้านสุภาษิตไทย ได้มีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังแสดงผลการประเมินดังตาราง 1

จากตาราง 1 พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสุภาษิตไทย โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.520

4.3 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 นั้นได้ใช้โปรแกรม Thunkable ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน แล้วส่งออกมาเป็นไฟล์นามสกุล .APK สามารถดาวน์โหลดใช้งาน ได้ที่ QR Code ดังภาพประกอบ 3 และแสดงตัวอย่างหน้าจอของแอปพลิเคชันดังภาพประกอบ 4 ถึง ภาพประกอบ 4

ตาราง 1 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาภาษาไทย

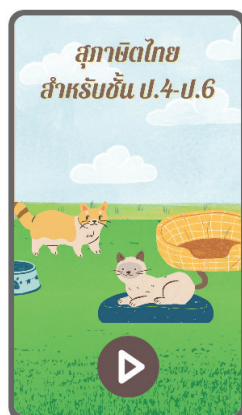
หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. เนื้อหาเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.000	มาก
2. ความถูกต้องของภาษาไทย	4.00	0.000	มาก
3. ความทันสมัยของภาษาไทย	4.00	0.000	มาก
4. ความเหมาะสมของปริมาณภาษาไทย	4.00	0.000	มาก
5. ความเหมาะสมของคำถามในแบบทดสอบ	3.33	1.155	ปานกลาง
6. เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	3.67	0.577	มาก
7. ความสมบูรณ์ของเนื้อหาภาษาไทย	3.67	0.577	มาก
8. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหาภาษาไทย	3.33	1.155	ปานกลาง
9. ความถูกต้องของภาษา	4.33	0.577	มาก
10. การแบ่งหมวดหมู่ของภาษาไทย	3.33	1.155	ปานกลาง
รวม	3.77	0.520	มาก



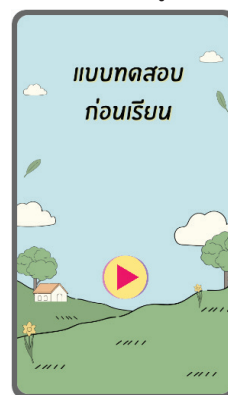
ภาพประกอบ 3 QR Code ของแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 5 หน้าเมนูของแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 4 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 6 หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน



ภาพประกอบ 7 หน้าแสดงหมวดหมู่ต่างๆ



ภาพประกอบ 9 หน้าแบบทดสอบ



ภาพประกอบ 8 หน้าแสดงข้อมูลสุภาษิตไทย



ภาพประกอบ 10 หน้าแสดงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

4.4 ผลการประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้

ในการประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ ได้มีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านมาช่วยในการประเมินความถูกต้องของสื่อการเรียนรู้ แสดงผลการประเมินดังตาราง 2

จากตาราง 2 พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.662

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4-6

หลังจากพัฒนาแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แอปพลิเคชัน หลังจากนั้นทำการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4-6 ทั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 30 คน ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 คน และ ประชาชนทั่วไปที่สนใจ จำนวน 10 คน ซึ่งแสดงผลการประเมินดังตาราง 3

ตาราง 2 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลัง	4.33	0.577	มาก
2. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	1.000	มาก
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.577	มาก
4. ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอ	4.33	0.577	มาก
5. การออกแบบกราฟิกหน้าจอมีความสวยงาม	4.67	0.577	มาก
6. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.577	มาก
7. ภาพประกอบสามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.33	0.577	มาก
8. ปุ่มการใช้งานออกแบบได้ดี สื่อความหมาย	4.33	0.577	มาก
9. ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	4.00	1.000	มาก
10. วิธีการสรุปผลคะแนนในแบบฝึกหัด	4.33	0.577	มาก
รวม	4.33	0.662	มาก

ตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุขภาพจิตไทย สำหรับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4-6

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอ	3.90	0.352	มาก
2. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.10	0.458	มาก
3. รูปแบบแอปพลิเคชันมีการใช้งานได้ง่าย	4.03	0.535	มาก
4. ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับสุขภาพจิตไทย	3.97	0.458	มาก
5. แอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพในการทำงาน	3.97	0.378	มาก
6. สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.00	0.352	มาก
7. จำนวนข้อของแบบทดสอบ	4.07	0.378	มาก
8. ปุ่มการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.07	0.378	มาก
9. รูปแบบของตัวอักษรมีความชัดเจน	3.90	0.516	มาก
10. แอปพลิเคชันมีการใช้งานได้สะดวก	4.17	0.258	มาก
รวม	4.02	0.406	มาก

จากตาราง 3 พบว่าการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.406 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้ออยู่ในระดับมาก

5. อภิปรายผล (Discussion)

การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากหนังสือ ภาษาพาที ป.4-ป.6 และหนังสือ 1,400 สุภาษิต คำพังเพย สำนวนไทย และราชาศัพท์ ฉบับเด็กประถม รวมทั้งหมด 80 คำ หลังจากนั้นประเมินเนื้อหาข้อมูลสุภาษิตไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเนื้อหาเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้อง ทันสมัย และความเหมาะสมของเนื้อหา เป็นต้น พบว่ามีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sangsook, Savagpan, & Khрутmuang (2015) ที่มีการประเมินชุดฝึกทักษะภาษาไทย เรื่อง สำนวนไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกด้าน หลังจากนั้นทำการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยใช้โปรแกรม Thunkable ซึ่งใช้งานง่ายและมีการนำมาประยุกต์ใช้หลายหลายรูปแบบที่ขึ้นอยู่กับริบทของแต่ละหัวข้อที่น่าสนใจนั้นๆ (Rohitasthira *et al.*, 2021; Chavianghong, Moonthongjad, & Assawamekin, 2021; Boonme, Na Audthaya, & Assawamekin, 2021; Kitisrivorrapan, Tichinpong, & Assawamekin, 2021) หลังจากนั้นทำการประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของด้านสื่อการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และเมื่อนำไปให้กลุ่มเป้าหมายได้ทดลองใช้งานหลังจากนั้นจึงทำการ

ประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จากการประเมินผลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่า ทุกหัวข้อเป็นที่พึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีฟังก์ชันการทำงาน โดยมีแบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาคำสุภาษิตไทย และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rohitasthira *et al.* (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางภาษาไทยด้านการเขียนคำศัพท์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งมีผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่า หัวข้อต่างๆ โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกัน โดยมีแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนเกี่ยวกับฝึกทักษะทางภาษาไทย และแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานของ Chavianghong, Moonthongjad, & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับฝึกทักษะความรู้รอบตัวด้านดาราศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งมีผลการประเมินผลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่า หัวข้อต่างๆ โดยรวมเป็นที่พึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกัน โดยมีแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนเกี่ยวกับดาราศาสตร์ และแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonme, Na Audthaya, & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือเสริมสร้างทักษะภาษาจีนที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีผลการประเมินผลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่า หัวข้อต่างๆ โดยรวมเป็นที่พึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกัน โดยมีแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนเกี่ยวกับภาษาจีน และแบบทดสอบหลังเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kitisrivorrapan, Tichinpong & Assawamekin (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีผลการประเมินผลความพึงพอใจจาก

กลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่า หัวข้อต่างๆ โดยรวมเป็นที่พึงพอใจอยู่ในระดับมาก และมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกัน โดยมีแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนเกี่ยวกับด้านเคมี และแบบทดสอบหลังเรียน

6. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสุภาษิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 รวมทั้งสิ้น 80 คำ ประเมินความถูกต้องของเนื้อหาสุภาษิตไทยจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก พัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม Thunkable มีฟังก์ชันของระบบได้แก่ การเข้าใช้งานหน้าบทเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อให้ทราบระดับความรู้และความเข้าใจทางด้านสุภาษิตไทย ประโยชน์ของแอปพลิเคชันนี้ คือ การได้เรียนรู้คำของสุภาษิตไทย ความหมายของสุภาษิตไทย และได้ทำแบบฝึกหัดก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดประสิทธิภาพในการเรียนรู้จากแอปพลิเคชัน ประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก จากนั้นนำแอปพลิเคชันไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แล้วทำการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มจำนวนสุภาษิตไทยและแบบทดสอบให้มากขึ้น รวมถึงเพิ่มภาพเคลื่อนไหวให้น่าสนใจ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะนี้ไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Asawakulchai, S. (2018). *Software engineering*. Bangkok : Chulalongkorn University Publishing House. [In Thai]

Boonme, T., Na Audthaya, I., & Assawamekin, N. (2021). Development of mobile application to enhance Chinese language skills used in daily life. *Proceedings of the 8th Academic Science and Technology Conference 2021, Valaya Alongkorn Rajabhat University under royal patronage, Pathum Thani, Thailand, March 26, 2021, 1250-1257*. [In Thai]

Chansakul, S. (2014). The historical development of evaluation and theorists' concepts. *EAU Heritage Journal Science and Technology, 8*(1), 68-79. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/25517>. [In Thai]

Chavianghong, A., Moonthongjad, K., & Assawamekin, N. (2021). Development of mobile application on android to practice astronomy skills. *Proceedings of the 8th Academic Science and Technology Conference 2021, Valaya Alongkorn Rajabhat University under royal patronage, Pathum Thani, Thailand, March 26, 2021, 1297-1305*. [In Thai]

Kitisrivorrapan, N., Tichinpong, K., & Assawamekin, N. (2021). The development of mobile application for improving scientific skills on chemistry for high school students. *Proceedings of the 8th Academic Science and Technology Conference 2021, Valaya Alongkorn Rajabhat University under royal patronage, Pathum Thani, Thailand, March 26, 2021, 1267-1275*. [In Thai]

- Klangboonkrong, K. (2012). *Web application helps mothers take care of their health and record their children's development*. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. [In Thai]
- Ministry of Education. (2002). *National Education Act, B.E. 2542 and amendments (No. 2), B.E. 2002*. Bangkok : Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. [In Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2010). *Phathi Language, Grade 4*. 3rd edition. Bangkok : SKSC Ladprao. [In Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2011). *Patee Language, Grade 6*. Bangkok : SKSC, Ladprao. [In Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2020). *Phathi Language, Grade 5*. 14th edition. Bangkok : SKSC Ladprao. [In Thai]
- Pheeraphan, N., Suwathanpornkul, T., & Sriarunrasmee, J. (2018). Defining framework and proposing guidelines for promoting and improving ICT competencies for Thai teachers in the 21st century. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11(2)*, 745-762. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/141356/145381> [In Thai].
- Ramkhamhaeng University. (2019). *Knowledge management manual*. Bangkok : Faculty of Education Ramkhamhaeng University. [In Thai]
- Rohitasthira, I., Tienthai, T., Wuttisilapan, C., & Assawamekin, N. (2021). The development of application on android for practicing Thai language skills in vocabulary writing. *Proceedings of the 8th Academic Science and Technology Conference 2021, Valaya Alongkorn Rajabhat University under royal patronage, Pathum Thani, Thailand*, March 26, 2021, 1334-1343. [In Thai]
- Sanamchandra Palce Library, Silpakorn University. (2012). *If you love a cow, tie it. If you love your child, give it...?*. Retrieved 15 January 2023. Retrieved from <http://www.snc.lib.su.ac.th/snclibblog/?p=23143> [In Thai]
- Sangsiri, M. (2019). *Thunkable, a website for creating applications for beginners*. Retrieved 14 January 2023. Retrieved from <https://www.scimath.org/article-technology/item/9099-thunkable> [In Thai].
- Sangsook, A., Savagpan, P., & Khrutmuang, S. (2015). The results of using Thai skill package on Thai proverb in the strand of Thai language for Prathomsuksa IV. *Journal of Education, Naresuan University, 17(3)*, 120-128. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/39226/32493 [In Thai]

- Scriven, M. (2001). Evaluation: Future tense. *American Journal of Evaluation*, 22(3), 301-307. [https://doi.org/10.1016/S1098-2140\(01\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S1098-2140(01)00154-0)
- Stufflebeam, D. L. & Shinkfield, A. J. (2007). *Evaluation theory, models, & applications*. San Francisco, CA : John Wiley & Sons.
- Suwanno, P. (2020). The Development of application learning in educational research on the android operating system for fourth year student Yala Rajabhat. *E-Journal of Media Innovation and Creative Education*, 3(1), 38-49. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/247663> [In Thai]
- Thai Language Academic Department. (2014). *1,400 proverbs, aphorisms, Thai expressions, and royal vocabulary, elementary school children's edition*. Bangkok : Se-ed Education.
- Wongratana, C. (2007). *Techniques for using statistics for research*. Bangkok : Faculty of Education, Srinakharinwirot University. [In Thai]
- Yingyuenyong, K. & Thepnuan, N. (2020). The Development of application for learning in topic of cell and cell structure to enhancing student's scientific skills for secondary 1 (grade7) students. *Mahachula Academic Journal*, 8(1), 219-231. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JMA/article/view/240329> [In Thai]

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิงเพื่อซื้อสินค้าของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี: กรณีศึกษาแอปพลิเคชัน TikTok

Factors Affecting the Acceptance of Live Streaming Technology for Purchasing Products by Ubon Ratchathani Rajabhat University Students: Case Study of TikTok Application

สันทนีย์ กิจเพิ่มเกียรติ¹, ชาญศักดิ์ ศรีสวัสดิ์สกุล^{1,*}
Santaneey Kitpermkiad¹, Charnsak Srisawatsakul^{1,*}

¹ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย

¹ Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

Corresponding Author: Charnsak Srisawatsakul, charnsak.s@ubru.ac.th

Received:

2 December 2023

Revised:

6 February 2024

Accepted:

13 April 2024

คำสำคัญ:

ไลฟ์สตรีมมิง, ความตั้งใจซื้อ,
การไลฟ์สดเพื่อจำหน่ายสินค้า,
การยอมรับเทคโนโลยี, ดึงดูด

Keywords:

Live Streaming, Purchase
Intention, Live Commerce,
Technology Acceptance
Model, TikTok

บทคัดย่อ: ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิงได้รับความนิยมมากขึ้นทั่วโลกเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้รับชมสามารถโต้ตอบแบบเวลาจริงและใกล้ชิดกับผู้มีอิทธิพลในการซื้อสินค้ามากยิ่งขึ้น ในกรณีของประเทศไทยเองก็เช่นกัน แพลตฟอร์มที่ได้รับความนิยมสูงในการใช้งานไลฟ์สตรีมมิงก็คือ TikTok ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์พกพา เป้าหมายหลักคือเป็นสื่อสังคมออนไลน์สำหรับแบ่งปันวิดีโอสั้น โดยมีฟีเจอร์ไลฟ์สตรีมมิงที่ชื่อว่า TikTok LIVE ซึ่งฟีเจอร์นี้ได้รับความนิยมและเติบโตขึ้นต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่ม Generation Z ที่สำคัญช่องทางการไลฟ์สตรีมมิงนี้ยังได้เปลี่ยนตัวเองเป็นช่องทางสำหรับการจำหน่ายสินค้าและบริการอีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางไลฟ์สตรีมมิงบน TikTok LIVE โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ Generation Z ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีประชากรคือนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี การศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 239 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสอบถามออนไลน์และมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์สมการโมเดลเชิงโครงสร้างแบบกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนหรือ PLS-SEM เพื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพบริการ คุณภาพของระบบ ความง่ายในการใช้งาน และคุณภาพข้อมูลส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีผ่านแอปพลิเคชัน TikTok อย่างมีนัยสำคัญ

Abstract: Recently, live streaming technology has become increasingly popular worldwide due to its ability to enable viewers to interact and become closer to influencers in the online world. In Thailand, the platform that is highly popular for live streaming is TikTok, which started as an application for sharing short videos. It features a live streaming option called TikTok LIVE, which has become increasingly popular, especially among Generation Z. Importantly, this live streaming channel has also transformed into a venue for selling products and services. Therefore, this research aims to identify the factors affecting the intention of purchasing products through live streaming on TikTok among Generation Z in Ubon Ratchathani Province. The population for this study was the students of Ubon Ratchathani Rajabhat University. The data consisted of 239 sample participants. The data were collected using an online questionnaire, which was verified by three experts. The Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) was used to test the hypothesis and explore the relationships between variables. The study found that service quality, system quality, perceived ease of use, and information quality significantly influenced the purchase intentions of Ubon Ratchathani Rajabhat University students through the TikTok application.

1. บทนำ

เทคโนโลยีไลฟ์สดเริ่มมีขึ้น เป็นการถ่ายทอดสดสัญญาณแบบต่อเนื่องของข้อมูลที่มีองค์ประกอบ

ไปด้วยภาพและเสียงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ระบบแพลตฟอร์มออนไลน์ต่างๆ ให้ผู้ใช้สามารถเข้าชมได้อย่างอิสระผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนที่รองรับการทำงานของแพลตฟอร์มนั้นๆ (Cotactic, 2021) ได้ทันทีทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการส่งผลให้การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันนำเอาเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการขายสินค้าและแนะนำสินค้า โดยจะเรียกวิธีการขายสินค้าแบบนี้ว่า การไลฟ์สดขายของ (Live Commerce) ซึ่งผลตอบรับจากการไลฟ์สดขายของจะช่วยให้ผู้รับชมรู้สึกสนุก เข้าถึงบรรยากาศการซื้อขายจริงๆ ทำให้ใช้เวลารับชมนานขึ้น ที่สำคัญช่วยลดระยะเวลาการเดินทางของผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มรู้จักแบรนด์ (Awareness) ไปถึงการซื้อขายจริง (Purchase) การไลฟ์สดขายของจะมีเทคนิคต่างๆ มากมายในการขาย เช่น การมอบคูปองลดราคาแบบจำกัดเวลาเพื่อซื้อสินค้าในไลฟ์เท่านั้น โดยในปี 2021 บริษัทต่างๆ ได้รายงานว่าอัตราส่วนของผู้รับชมการไลฟ์สดขายของเป็นลูกค้ามีสูงถึง 30% (Sohaib, 2023) ซึ่งมูลค่าการตลาดของการไลฟ์สดขายของมีมูลค่าสูงถึง 5000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือ ประมาณ 176,400 พันล้านบาท ในปี 2022 (Forbe, 2022)

หนึ่งในเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีการไลฟ์สดขายของและได้รับการยอมรับในระดับสูงและมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องคือ TikTok โดยในระบบสามารถสื่อสารได้แบบ 2 ทาง ระหว่างผู้ขายและผู้รับชม สามารถส่งต่อการแสดงความคิดเห็นรวมถึงคำถามและคำตอบต่างๆ ได้ในทันทีจึงเป็นที่นิยมโดยเฉพาะกลุ่มเป้าหมายที่เป็น Gen Z หรือหมายถึงบุคคลที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2541-2565 (Chumpradit & Yaothane, 2023) ปัจจุบัน TikTok มีฐานผู้ใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในประเทศไทยมีผู้ใช้งาน TikTok มากถึง 35.8 ล้านคนเทียบกับจำนวนประชากรไทยคิดเป็น 50% (The standard, 2022) ที่สำคัญ Gen Z เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งาน TikTok มากถึง 76% เป็นอันดับที่ 4 เมื่อเทียบกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เกิดมาแล้วก่อน นับเป็นกลุ่มที่มีการใช้งาน

TikTok สูงที่สุด โดยกิจกรรมที่กลุ่ม Gen Z ทำมากที่สุดเมื่อใช้งาน TikTok คือการรับชมไลฟ์สดริมมิงเพื่อซื้อสินค้าถึง 37% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้บน TikTok (YouGov, 2022) จากการศึกษาผลกระทบที่นำไปสู่การใช้แพลตฟอร์ม TikTok Live ในการขายสินค้าในประเทศจีน พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบคือ ความเพลิดเพลินและสมาธิ มีอิทธิพลต่อแนวโน้มของผู้บริโภคในการซื้อ (Sheng & Yang, 2022)

ทำให้ในปัจจุบันนี้นักวิจัยให้ความสนใจเกี่ยวกับการยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีไลฟ์สดริมมิงบน TikTok มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างงานวิจัยของ Tongam & Parthanadee (2023) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการยอมรับการใช้งาน TikTok ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อย่างไรก็ดีในปัจจุบันนี้ยังไม่ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีไลฟ์สดริมมิงบน TikTok เพื่อซื้อสินค้าของกลุ่มเป้าหมาย Gen Z ในจังหวัดอุบลราชธานี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีคำถามงานวิจัยที่ว่า “อะไรเป็นปัจจัยที่ทำให้ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ยอมรับการใช้งานเทคโนโลยีไลฟ์สดริมมิงเพื่อซื้อสินค้าบนแพลตฟอร์ม TikTok” โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ หาปัจจัยที่ทำให้ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานียอมรับการใช้งานเทคโนโลยีไลฟ์สดริมมิงเพื่อซื้อสินค้าบนแพลตฟอร์ม TikTok บทความนี้จะเริ่มต้นด้วยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องวิธีการวิจัย ผลที่ได้จากการวิจัย และสุดท้ายทำการสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 แอปพลิเคชันสื่อสังคมออนไลน์ TikTok

แอปพลิเคชันสื่อสังคมออนไลน์ TikTok หรือมีชื่อเรียกในประเทศจีนว่า Douyin เปิดตัวครั้งแรกวันที่ 29 เดือนกันยายน พ.ศ.2559 ในประเทศจีน

เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อแบ่งปันวิดีโอสั้นๆ (short-form video) โดยมีเครื่องมือที่ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างวิดีโอสั้นๆ ได้อย่างง่ายดายในมือถือของตนเอง และทำการโพสต์เพื่อให้ผู้อื่นเข้ามารับชมใช้งานได้ฟรี สถิติผู้ใช้งาน TikTok นั้นจะอยู่ในกลุ่มผู้ที่มีอายุประมาณ 16 - 24 ปี หลังจาก TikTok เปิดให้บริการไปเพียงหนึ่งปี ได้รับการตอบรับอย่างดีเยี่ยมและเรียกได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับโลก ปัจจุบันมีการให้บริการใน 155 ประเทศ รองรับการใช้งาน 75 ภาษา จำนวนผู้ใช้งาน TikTok มีมากกว่า 755 ล้านคนทั่วโลก (สถิติปี พ.ศ. 2565) และคาดการณ์ว่าจะสูงถึง 955 ล้านคนในปี พ.ศ. 2568 (Statista, 2020) การได้รับความนิยมของ TikTok ในระดับนี้นั้น มีศักยภาพสนับสนุนวิสาหกิจขนาดเล็กลงและขนาดกลาง สำหรับการโปรโมทแบรนด์ เมื่อเปรียบเทียบกับแพลตฟอร์มคู่แข่งอย่าง Instagram และ Facebook แล้ว TikTok โดยในช่วงหลังจากการระบาดครั้งใหญ่ของโควิด 19 พี่เจอร์หลักที่ทำให้ TikTok ยิ่งเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้นคือ TikTok Live ที่ช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครีเอเตอร์กับผู้ชมแบบเรียลไทม์ และเป็น การสื่อสารแบบโต้ตอบซึ่งกันและกันอย่างทันทีทันใดที่สามารถส่งต่อการแสดงความคิดเห็นรวมถึงคำถามและคำตอบต่างๆ ได้ในทันที ยิ่งกว่านั้น TikTok ยังเปิดให้บริการ TikTok Shop และ TikTok Affiliation ที่เปิดโอกาสให้ร้านค้าสามารถเปิดร้านขายของใน TikTok ได้เลย รวมไปถึงผู้มีอิทธิพลทางการตลาด (Influencer) ก็สามารถได้รับส่วนแบ่งจากการขายสินค้า (Commission) ได้อีกด้วย Sharabati *et al.* (2022) ได้วิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง 402 คน เกี่ยวกับการยอมรับและใช้งานต่อเนื่องของ TikTok โดยสรุปได้ว่าผู้ใช้มีแนวโน้มจะใช้งาน TikTok อย่างต่อเนื่องหากได้รับความพึงพอใจในการใช้งาน

ปัจจุบันนี้ TikTok ได้กลายเป็นมากกว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์ แต่ได้กลายเป็นเครื่องมือทางการตลาดเพื่อการค้าออนไลน์ ที่สำคัญเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำการค้าแบบไลฟ์สดริมมิง

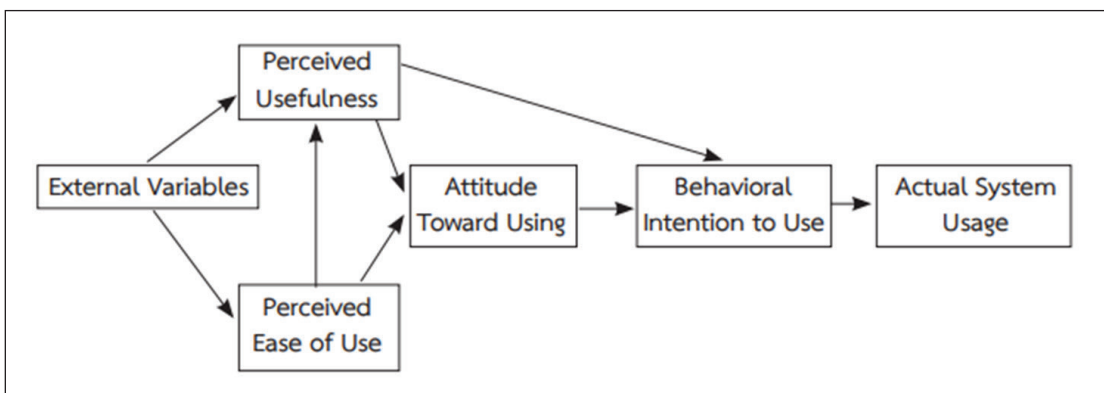
ดังนั้นนักวิจัยจึงได้หันมาให้ความสำคัญกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ TikTok มากยิ่งขึ้น

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี

การศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีเป็นงานวิจัยที่ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยมีทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและใช้งานอย่างกว้างขวาง คือ Technology Acceptance Model หรือ TAM ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ศึกษาเกี่ยวกับระดับการยอมรับที่จะใช้งานงานนวัตกรรมหรือ เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ สำหรับทฤษฎีนี้ประกอบไปด้วยตัวแปรที่จะส่งผลกับผู้ใช้ 4 ตัวแปร ก่อนที่ผู้ใช้จะยอมรับเทคโนโลยีนั้น ประกอบไปด้วย การรับรู้ของผู้ใช้ในด้านต่างๆ คือ ตัวแปรภายนอก (External Variables) ที่จะส่งผลกระทบต่อ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานเทคโนโลยี (Perceived Usefulness; PU) และ ความง่ายในการใช้งานเทคโนโลยี (Perceived Ease of Use; PEOU) ต่อมาทั้ง PEOU และ PU จะส่งผลกระทบต่อ ทักษะคติ (Attitude) ซึ่งสุดท้ายแล้วทัศนคติจะส่งผล เจตนาารมณ์ในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention) ที่จะทำให้เกิดการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง (Actual Use) (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989) โดยในงานวิจัยนี้จะนำเอาตัวแปร PEOU มาเพื่อประกอบในกรอบแนวคิดงานวิจัย โดยกรอบแนวคิดของ TAM แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 1

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพของการให้บริการ

งานวิจัยต่างๆ มากมายในอดีต มีการศึกษาคุณภาพการให้บริการ เช่น คุณภาพการบริการ ภาษา อังกฤษคือ Service Quality หมายถึงคุณภาพของการสนับสนุนในเรื่อง การตอบสนองความไว้วางใจ ความรัดกุม สมรรถภาพทางเทคนิค และการเอาใจใส่ของบุคลากร ที่ผู้ใช้ระบบได้รับคุณภาพการบริการ มักถูกอธิบายว่าเป็นบริการที่ส่งมอบได้ดีเพียงใดนั้น จะวัดจากระดับที่ตรงกับความคาดหวังของลูกค้า คุณภาพการบริการมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการใช้งานธนาคารออนไลน์ (m-banking) คุณภาพการบริการมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการใช้งานธนาคารออนไลน์ คุณภาพการบริการมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ธนาคารออนไลน์ (Tam & Oliveira, 2016) คุณภาพการบริการทางอิเล็กทรอนิกส์ และการรับรู้ความสะดวกสบายก่อให้เกิดความสนใจในการซื้อสินค้าผ่าน TikTok (Saputri & Rahmawan, 2023) ปัจจัยสำคัญที่อาจส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า คือ คุณภาพการบริการ ส่งผลให้สามารถเพิ่มความไว้วางใจและความตั้งใจซื้อของผู้บริโภคได้ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายในระหว่างการทำธุรกรรมเพิ่ม การรับรู้ของผู้ซื้อเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และเพิ่มโอกาสในการซื้อ ความไว้วางใจและความสุขของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นด้วยบริการที่ทำให้การซื้อสินค้าทางอินเทอร์เน็ต



ภาพประกอบ 1 TAM แบบดั้งเดิม

ง่ายขึ้น บริการอีคอมเมิร์ซที่ยืดเยื้อ มีอิทธิพลที่เป็นประโยชน์ต่อแนวโน้มการซื้อของผู้บริโภค ดังนั้นคุณภาพการให้บริการโดยพื้นฐานแล้วคือขอบเขตที่บริการที่ส่งมอบตรงตามความคาดหวังและความเชื่อของลูกค้า (Xin *et al.*, 2023)

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูล

คุณภาพของข้อมูล ภาษาอังกฤษคือ Information Quality หมายถึง ข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ถูกต้องและครบถ้วน สมบูรณ์ โดยสารสนเทศที่น่ามาแสดงต้องมีความหมายและง่ายต่อการเข้าใจ ลักษณะข้อมูลคุณภาพจะวัดจากองค์ประกอบต่อไปนี้ที่มีของข้อมูลที่จะนำเสนอมานั้นคือ 1)ความถูกต้อง 2)ความเกี่ยวข้อง 3)ความทันเวลา 4)ความครบถ้วน 5)ความเข้าใจ และ 6)การเข้าถึงข้อมูล ที่แสดงผลของระบบ (Petter, DeLone, & McLean, 2013) คุณภาพข้อมูลมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทัศนคติเชิงบวกต่อประโยชน์ของการใช้ข้อมูลเฉพาะเทคโนโลยี Akter, D'Ambra, & Ray (2013) อีกตัวอย่างของงานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูลกับการยอมรับการใช้งาน m-banking ได้กล่าวว่า “ข้อมูลคุณภาพมักถูกมองว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความพึงพอใจของผู้ใช้” ซึ่งคุณภาพของข้อมูลเป็นตัวกำหนดทัศนคติเกี่ยวกับสารสนเทศและความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ซึ่งจะส่งผลต่อความเชื่อทางพฤติกรรม เช่น รับรู้ถึงประโยชน์และรับรู้ความสะดวกในการใช้งาน รวมถึงคุณภาพข้อมูลมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการใช้งาน ใน m-banking สรุปแล้วคุณภาพของข้อมูลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการใช้งาน m-banking และคุณภาพข้อมูลยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความพอใจของลูกค้าก่อให้เกิดการใช้งาน m-banking ด้วย (Tam & Oliveira, 2016)

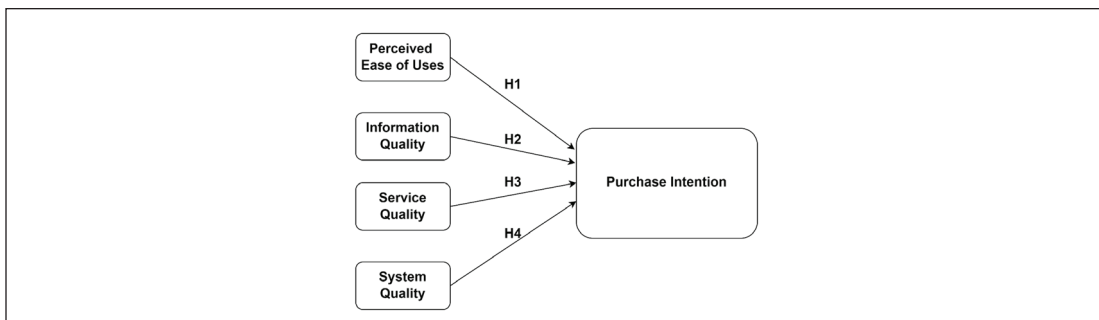
2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพระบบ

คุณภาพระบบ ภาษาอังกฤษคือ System Quality คือคุณภาพกระบวนการทำงานของของระบบที่มีกลไกรองรับการเข้าถึงระบบสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคุณภาพของระบบควรประกอบด้วยคุณลักษณะคือ 1)ความง่ายในการใช้งาน 2)ความยืดหยุ่น 3)ความน่าเชื่อถือ และ 4)ระดับความเหมาะสมเพื่อนำเสนอ (DeLone & McLean, 1992) ดังนั้นการวัดคุณภาพของระบบเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่แง่มุมต่างๆ ของระบบ เช่น คุณลักษณะของระบบ คุณลักษณะด้านคุณภาพ ลักษณะการใช้งาน และคุณลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเทคนิค (Urbach & Müller, 2012) ทัวไปการวัดคุณภาพระบบในการศึกษาจะวัดจาก เวลาตอบสนอง ความง่ายในการใช้งาน ความยืดหยุ่น และความเสถียร Wu & Wang (2006) การประเมินผลกระทบการใช้งาน m-banking สำหรับการปฏิบัติงานส่วนบุคคล ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพระบบเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลเชิงบวกในการใช้งาน m-banking (Tam & Oliveira, 2016)

3. วิธีการวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัย

ภาพประกอบ 2 แสดงกรอบแนวคิดของงานวิจัย การวิจัยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสัมผัสถึงความง่าย หรือ Perceived Ease of Use (PEOU) คุณภาพการให้บริการ หรือ Service Quality (SEQ) คุณภาพของข้อมูลหรือ Information Quality (IQ) คุณภาพระบบ หรือ System Quality (SQ) และความตั้งใจซื้อ หรือ Purchase Intention (PUI) โดยใช้ TAM (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989) เป็นพื้นฐาน



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิงเพื่อซื้อสินค้า

ตาราง 1 แสดงคำถามสำหรับงานวิจัยนี้ที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ

ตัวแปร	ข้อคำถาม	Ref.
การรับรู้ถึง ความง่ายในการ ใช้งาน	PEOU1 1. การไลฟ์สดบน TikTok ใช้งานง่ายสำหรับการสั่งซื้อสินค้า	(Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989)
	PEOU2 2. การไลฟ์สดบน TikTok ใช้งานได้ง่ายเพื่อสั่งซื้อสินค้า	
	PEOU3 3. การไลฟ์สดบน TikTok ใช้งานง่าย	
คุณภาพข้อมูล	IQ1 4. การไลฟ์สดบน TikTok ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสินค้า ที่คุณต้องการซื้อ	(McKinney, Yoon, & Zahedi, 2002)
	IQ2 5. การไลฟ์สดบน TikTok ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และน่าเชื่อถือ	
	IQ3 6. การไลฟ์สดบน TikTok ให้ข้อมูลคุณภาพสูง	
	IQ4 7. การไลฟ์สดบน TikTok ให้ข้อมูลที่ทันสมัยและเป็นปัจจุบัน	
คุณภาพ การบริการ	SEQ1 8. การไลฟ์สดบน TikTok ให้การตอบสนองที่รวดเร็วในการ สอบถามข้อมูลของคุณ	(Hanjaya, Kenny, & Gunawan, 2019)
	SEQ2 9. การไลฟ์สดบน TikTok ให้บริการแบบมืออาชีพแก่คุณ	
	SEQ3 10. การไลฟ์สดบน TikTok ให้บริการส่วนบุคคลแก่คุณ	
คุณภาพระบบ	SQ1 11. การไลฟ์สดบน TikTok มีข้อความและกราฟิกที่ทำให้เกิด ความน่าสนใจ	(Kim, Xu, & Koh, 2004)
	SQ2 12. การไลฟ์สดบน TikTok มีความน่าเชื่อถือและมีการตอบสนอง ที่รวดเร็ว	
	SQ3 13. การไลฟ์สดบน Tiktok ได้มีการออกแบบหน้าจอมาอย่างดี	
	SQ4 14. การไลฟ์สดบน Tiktok ตอบสนองต่อคำขอของคุณและ สามารถดำเนินการซื้อได้ทุกที่ทุกเวลา	
ความตั้งใจ ในการซื้อ	PUI1 15. การไลฟ์สดบน Tiktok ทำให้ฉันตั้งใจจะซื้อออนไลน์	(Gefen, 2000; Gefen, Karahanna, & Straub, 2003)
	PUI2 16. การไลฟ์สดบน Tiktok ทำให้ฉันวางแผนที่จะใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อซื้อสินค้าภายในสามเดือนข้างหน้า	
	PUI3 17. การไลฟ์สดบน Tiktok ทำให้ฉันจะใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อซื้อของออนไลน์	

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการเชิงปริมาณ โดยมีประชากรคือนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ซึ่งมีนักศึกษาทั้งหมด 14,693 คน (UBRU, 2023) กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้มีจำนวน 239 คน กลุ่มตัวอย่างเหล่านี้ได้คัดเลือกจากประชากรดังกล่าวด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก (Convenience Sampling) แบบสอบถามของงานวิจัยนี้ทำงานแบบออนไลน์ (Online Questionnaire) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามคำถามได้ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ด้วยวิธี IOC หรือ Item Objective Congruence Index เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินแต่ละข้อคำถาม ใน 3 ระดับ คือ ให้คะแนน +1 หมายถึงข้อคำถามวัดคุณลักษณะตรงตามนิยาม ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดคุณลักษณะตรงตามนิยามหรือไม่ และให้คะแนน -1 หมายถึงข้อคำถามวัดคุณลักษณะไม่ตรงตามนิยาม เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง นำไปใช้ได้ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง โดยแบบสอบถาม มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผลการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม สำหรับเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้มีค่าโดยได้คะแนนเฉลี่ย 0.8 จึงถือว่าผ่านความเที่ยงตรง (Rovinelli & Hambleton, 1977) โดยแบบสอบถามจะใช้ข้อคำถามที่ได้ผ่านงานวิจัยในอดีตมาแล้ว โดยมีข้อคำถามดังตาราง 1

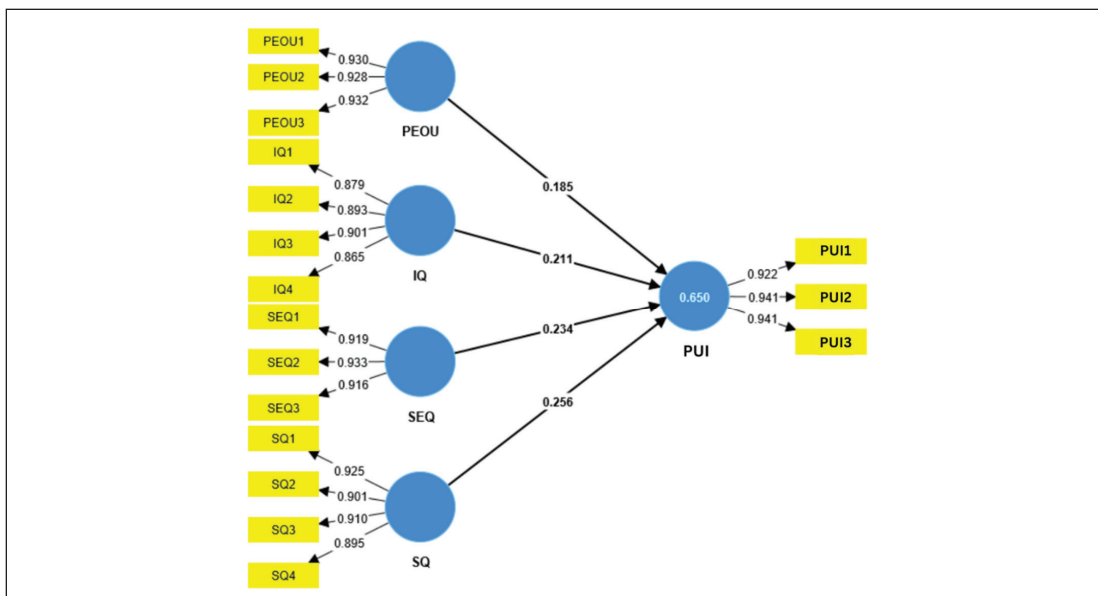
ข้อมูลที่เก็บได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค “การวิเคราะห์สมการโมเดลเชิงโครงสร้างแบบกำลังสองน้อยสุดบางส่วน” (Partial Least Square Structure Equation Model หรือที่รู้จักกันในชื่อ PLS-SEM) เป็นวิธีการที่ใช้ความแปรปรวนร่วมเป็นพื้นฐานเป้าหมายเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลให้มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสิ่งที่แฝงในตัวแปรของโมเดลนั้นๆ ให้ได้มากที่สุด โดยใช้วิธีการคำนวณค่าที่คาดการณ์ ของสมการถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square: OLS) PLS-SEM ไม่ได้มุ่งเน้นทดสอบทฤษฎี แต่มุ่งเน้นการทดสอบนัยสำคัญรายเส้นทาง ซึ่งจะมีข้อตกลงเบื้องต้นที่น้อยกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่น เช่น ข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติเนื่องจากวิธีนี้มีความแข็งแกร่งต่อการเบี่ยงเบนไปจากการแจกแจงแบบปกติที่สำคัญไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ในการเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 100 ชุดก็เพียงพอที่จะใช้เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2013) และที่สำคัญไม่ต้องนำโมเดลมาหาค่าความกลมกลืนก่อนเนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะเกิดความกลมกลืนเสมอ เป็นต้น

4. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 252 แต่หลังจากการกลั่นกรองข้อมูล ได้มีการนำเอาชุดข้อมูลที่ตอบไม่ครบ และไม่ถูกต้องจำนวน 13 ชุดข้อมูล ทำให้เหลือข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดจำนวน 239

ตาราง 2 ข้อมูลเพศของกลุ่มตัวอย่าง

เพศ	จำนวนตัวอย่าง (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ชาย	131	54.8
หญิง	108	45.2
รวม	239	100



ภาพประกอบ 3 ผลจาก PLS-SEM Path Analysis

ชุดข้อมูล (N=239) เป็นเพศชาย 131 คน (ร้อยละ 54.8) เพศหญิง 108 คน (ร้อยละ 45.2) โดยสถิติเชิงพรรณนาของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงไว้ใน ตาราง 2

จากนั้นข้อมูลจะถูกวิเคราะห์ห้วิธีการทางสถิติ PLS-SEM โดยได้ผลแสดงดัง ภาพประกอบ 3

คุณภาพของแบบจำลองรวม (Model Fit) ที่ถูกทดสอบโดยใช้ ค่ามาตรฐานรากที่สอง ของ ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Standardized Root Mean Squared Residual: SRMR) ซึ่งค่านี้ควรจะต่ำกว่า 0.08 (Hu & Bentler, 1998) ซึ่งจากการทดสอบโดยใช้อัลกอริทึม PLS-SEM พบว่าได้ค่า SRMR เท่ากับ 0.046 แสดงให้เห็นว่าแสดงว่าเมตริกสหสัมพันธ์ของข้อมูลแบบสลับกับแบบจำลอง

จากภาพประกอบ 3 และ ตาราง 3 แสดงถึง ค่าที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม SmartPLS โดยภาพประกอบ 3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม พร้อมทั้งความสัมพันธ์ของข้อคำถามในการแต่ละตัวแปร (Factor Loading) เพื่อทำการวิเคราะห์ผล แบบจำลองของงานวิจัยนี้ได้ถูกหาความสอดคล้องภายในด้วยค่าของ rho_a

(Dijkstra-Henseler's rho), rho_c (Jöreskog's rho) และ Cronbah's Alpha ผลที่ได้จากคำนวณทางสถิติ พบว่าตัวแปรทุกตัว มีค่า Cronbach's Alpha สูงกว่า 0.70 (ค่าน้อยที่สุดคือ IQ ที่ 0.907 และค่ามากที่สุดขึ้น SQ ที่ 9.29) เช่นเดียวกับค่า Rho_a และค่า Rho_c ซึ่งมีค่า ดัชนีความเชื่อมั่นสูงกว่า 0.900 ทุกตัวแปร แสดงให้เห็นว่าคำถามของงานวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือในระดับสูงและมีความสอดคล้องภายใน

นอกจากนี้ค่า factor loading ของแต่ละตัวชี้ยังมีค่าสูงกว่า 0.708 ทุกตัว แสดงให้เห็นว่าตัวแบบจำลองผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นของดัชนีวัด (Indicator Reliability) (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2013) สำหรับการวิเคราะห์การทดสอบความตรงเชิงเหมือนของเครื่องมือวัด (Convergent Validity) พิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้วัดความตรงเชิงเหมือนคือค่าความแปรปรวนที่สกัดได้เฉลี่ย (Average Variance Extract) โดยพิจารณาจากค่า AVE ซึ่งตัวแปรทุกตัว สูงกว่าสูงกว่า 0.50 ประเมินผลได้ว่าแบบจำลองที่นำเสนอผ่านการทดสอบความตรงเชิงเหมือนของเครื่องมือวัด

ตาราง 3 ผลการประเมินการวัดแบบจำลอง (Evaluation of measurement model)

Factors	Items	Factor Loading	Cronbach's alpha	rho_a	rho_c	AVE	Kurtosis	Skewness
Perceived Ease of Use	PEOU1	0.930	0.922	0.925	0.951	0.865	0.257	-0.693
	PEOU2	0.928						
	PEOU3	0.932						
Information Quality	IQ1	0.879	0.907	0.910	0.935	0.782	-0.212	-0.442
	IQ2	0.893						
	IQ3	0.901						
	IQ4	0.865						
Service Quality	SEQ1	0.919	0.913	0.916	0.945	0.852	-0.242	-0.383
	SEQ2	0.933						
	SEQ3	0.916						
System Quality	SQ1	0.925	0.929	0.929	0.949	0.824	-0.120	-0.421
	SQ2	0.901						
	SQ3	0.910						
	SQ4	0.895						
Purchase Intention	PUI1	0.922	0.928	0.928	0.954	0.874	-0.414	-0.351
	PUI2	0.941						
	PUI2	0.941						

จากการวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยวิธีการหาค่า Fornell-Larcker (ตาราง 4) โดยวิธีการ Fornell-Larcker เป็นการหารากที่สองของค่าความแปรปรวนสกัดได้เฉลี่ย ของตัวแปรแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์แบบเดียวกันของตัวแปรอื่นๆ ในตัวแปรยกกำลังสอง ค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าโมเดลของงานวิจัยมีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก นอกจากนี้ยังได้มีการวิเคราะห์เพื่อหาค่า HTMT(ตาราง 5) โดยค่า HTMT จะต้องไม่เกิน 0.90 ดังที่แสดงในตารางที่

ผลปรากฏว่ามีเพียงความสัมพันธ์ระหว่าง SEQ และ IQ เท่านั้นที่มีค่ามากกว่า 0.90 อย่างไรก็ตาม ค่า HTMT ที่น้อยกว่า 1 ยังถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ตามงานวิจัยของ Henseler, Ringle, & Sarstedt (2015) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโมเดลของงานวิจัยได้ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงจำแนก จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบสภาวะร่วมเส้นตรง (Multicollinearity) โดยใช้ค่า VIF พบกว่าตัวแปรทุกตัวมีค่า VIF น้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่พบปัญหาเกี่ยวกับสภาวะร่วมเส้นตรง (ตาราง 6)

ตาราง 4 ผลจากการวิเคราะห์ Fornell-Larcker

	BI	IQ	PEOU	SEQ	SQ
PUI	0.935				
IQ	0.740	0.885			
PEOU	0.700	0.676	0.930		
SEQ	0.736	0.868	0.680	0.923	
SQ	0.751	0.783	0.830	0.751	0.908

ตาราง 5 ผลจากการวิเคราะห์ HTMT

	BI	IQ	PEOU	SEQ	SQ
PUI					
IQ	0.804				
PEOU	0.755	0.741			
SEQ	0.798	0.953	0.740		
SQ	0.809	0.854	0.897	0.814	

ตาราง 6 ผลจากการทดสอบสมมุติฐาน

Hypothesis	Relationship	β Coefficients	t- statistics	P- values	f ²	VIF	R ²	Q ²
H1	PEOU->PUI	0.185	2.389	0.017	0.030	3.301		
H2	IQ->PUI	0.211	2.112	0.035	0.026	4.827		
H3	SEQ->PUI	0.234	2.400	0.016	0.036	4.372	0.650	0.633
H4	SQ->PUI	0.256	2.760	0.006	0.041	4.568		

ในการทดสอบสมมุติฐานงานวิจัยนี้จะใช้ อัลกอริทึม Bootstrapping เพื่อทำการทดสอบสมมุติฐาน ผลจากการวิเคราะห์ (H1-H4) มีค่า p น้อยกว่า 0.05 ทั้งหมด (ตั้งแต่ 0.006-0.035) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสมมุติฐานทั้งหมดได้รับการยอมรับและ มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแบบจำลองโครงสร้าง จะเห็นได้ว่าค่า R² ของ PUI มีสูงถึง 0.650 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรทั้ง 4 ตัว (PEOU, IQ, SEQ, SQ) มี

ผลกระทบต่อ PUI สูงถึง 65% ค่า f² แสดงให้เห็นถึง ขนาดผลกระทบการพยากรณ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามว่า มีขนาดเล็กเนื่องจากมีค่ามากกว่า 0.02 ทั้งหมด (ตั้งแต่ 0.026 - 0.041) ค่าสมประสิทธิผลเส้นทาง ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 0.2 (H2-H4) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรมีผลกระทบในการทำนายในระดับสูงยกเว้น H1 ที่มีผลกระทบในระดับปานกลาง (β Coefficients=0.185)

5. สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ยอมรับการใช้งานเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิงเพื่อซื้อสินค้าบนแพลตฟอร์ม TikTok

โดยสร้างแบบจำลองปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิงเพื่อซื้อสินค้า กำหนดประชากรคือนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี สร้างแบบสอบถามออนไลน์โดยผ่านประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ จำนวน 239 ชุดข้อมูล วิเคราะห์สมการโมเดลเชิงโครงสร้างแบบกำลังสองน้อยสุดบางส่วน

ผลจาก PLS-SEM Path Analysis ตามภาพประกอบ 3 พบว่า PEOU สอดคล้องกับสมมติฐานอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความง่ายในการใช้งานส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ($\beta=0.185$) IQ สอดคล้องกับสมมติฐานอย่างมีนัยสำคัญ คือ คุณภาพข้อมูลส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ($\beta=0.211$) SEQ สอดคล้องกับสมมติฐานอย่างมีนัยสำคัญ คือ คุณภาพบริการส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ($\beta=0.234$) และ SQ สอดคล้องกับสมมติฐานอย่างมีนัยสำคัญ คือ คุณภาพระบบส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ($\beta=0.256$)

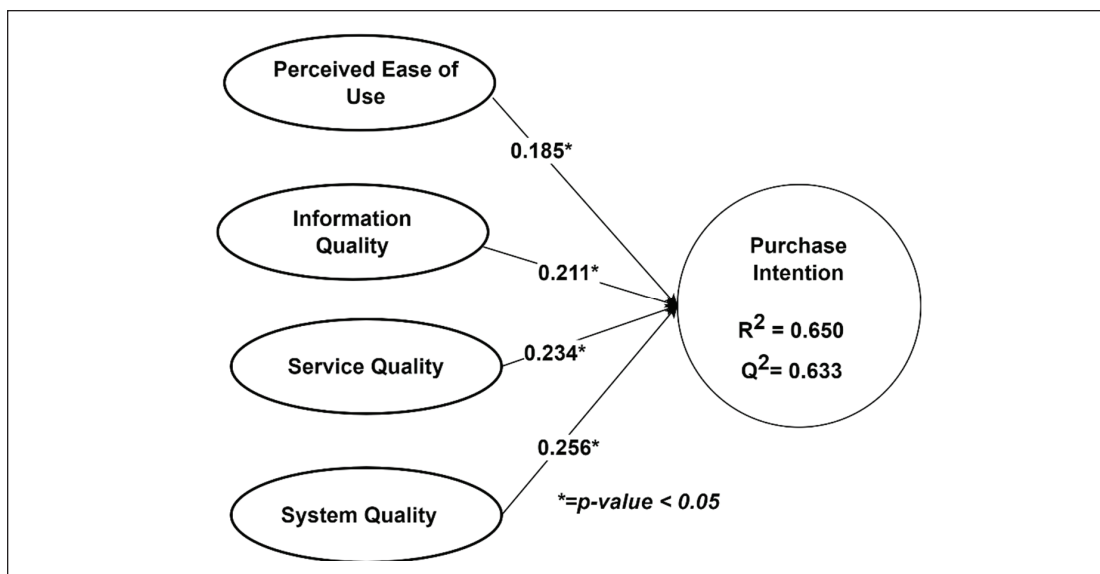
ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพบริการ คุณภาพของระบบ ความง่ายในการใช้งาน และคุณภาพข้อมูล มีผลกระทบด้านบวกต่อความตั้งใจซื้อสินค้าในเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิง ดังนั้นจึงเป็นข้อเสนอแนะสำหรับนักพัฒนา นักการ

ตลาด ในการพัฒนาระบบรูปแบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต สำหรับกลุ่มประชากรที่เป็น Gen Z หรือใกล้เคียง ซึ่งผู้พัฒนาควรให้ความสำคัญตามลำดับของปัจจัยที่ได้กล่าวถึงขั้นต้น

นอกจากนี้ผลที่ได้จากงานวิจัยมีสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านการศึกษามาแล้วยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Firmansyah & Mahfudz (2023) พบว่า E-Service มีผลเชิงบวกเป็นที่ยอมรับในด้านคุณภาพความพึงพอใจของลูกค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ Qin, Omar, & Musetti (2022) ศึกษาเกี่ยวกับการเสถียรการใช้งาน TikTok พบว่าคุณภาพของระบบมีอิทธิพล มากกว่าคุณภาพของข้อมูลในการพิจารณาประสบการณ์ของวัยรุ่นกับ TikTok ส่วนงานวิจัยของ Chung & Wei (2020) การศึกษานี้ตรวจสอบว่าคุณภาพของบริการ TikTok ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ชาวจีน พบว่าคุณภาพของข้อมูลและคุณภาพของระบบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลของงานวิจัยนี้

ด้านตัวแปรการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongam & Parthanadee (2023) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผู้บริโภคที่ซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชัน TikTok ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาลักษณะที่เกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค 7 ประการ ผลการวิเคราะห์พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความสะดวก และความง่ายในการสั่งซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชัน TikTok เพียงแค่เข้าไปดูคลิปวิดีโอ หรือ TikTok Live เมื่อเจอสินค้าที่ถูกใจ ก็สามารถเข้าไปกดสั่งซื้อสินค้าได้ทันที

สรุปแล้วงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดความตั้งใจซื้อสินค้าผ่านเทคโนโลยีไลฟ์สตรีมมิง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อนักพัฒนา และนักวิจัยที่ต้องการทำงานวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต



ภาพประกอบ 3 สรุปภาพรวมความสัมพันธ์ของตัวแปรในงานวิจัยนี้

5.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยต่อไปนี้จะทำเพิ่มในอนาคตอาจจะศึกษาในแพลตฟอร์มเครือข่ายสังคมออนไลน์อื่นๆ ที่มีการใช้งานไลฟ์สดขายของ เช่น Facebook ตลอดไปจนถึงตลาดออนไลน์ เช่น Shopee Lazada เป็นต้น เนื่องจากการใช้งานจะมีความแตกต่างกันพอสมควร รวมไปถึงการทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่อยู่ใน Generation อื่นๆ เช่น Gen Y เป็นต้น ผู้วิจัยในงานวิจัยนี้ยังได้วางแผนที่จะวิจัยการยอมรับการใช้งานไลฟ์สดขายของที่เฉพาะเจาะจงไปยังสินค้าประเภทต่างๆ เช่น เสื้อผ้า อาหาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น รวมไปถึงผลกระทบของตัวผู้มีอิทธิพลในโลกออนไลน์ต่อการตัดสินใจซื้อ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Akter, S., D'Ambra, J., & Ray, P. (2013). Development and validation of an instrument to measure user perceived service quality of mHealth. *Information & Management*, 50(4), 181-195. <https://doi.org/10.1016/j.im.2013.03.001>
- Chumpradit, K. & Yaothane, W. (2023). Behavior of uses and gratification in the social media using of generation Z. *CRRU Journal of Communication Chiangrai Rajabhat University*, 6(1), 1-28. [In Thai]
- Chung, Y. & Wei, X. (2020). Effects of perceived quality of TikTok on user satisfaction and continuance intention: and the role of commercial viability. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(6), 77-89. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.06.077>
- Cotactic. (2021). *Live streaming คืออะไร? การตลาดแบบใหม่ เอาใจคน Gen z [What is Live Streaming? New marketing to Gen z]*. Retrieved 25 July 2023. Retrieved from <https://www.cotactic.com>. [In Thai]

- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- DeLone, W. H. & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60-95. <https://doi.org/10.1287/isre.3.1.60>
- Firmansyah, I. & Mahfudz, M. (2023). The effect of E-service quality and brand image on customer loyalty with customer satisfaction as a mediation variable. *Journal of Business, Social and Technology*, 4(2), 163-173. <https://doi.org/10.59261/jbt.v4i2.151>
- Forbe, (2022). *Livestream shopping: A \$500 Billion Market In 2022 As Amazon, Google, Facebook, TikTok Jump. In?*. Retrieved 25 July 2023. Retrieved from [https:// www.forbes.com](https://www.forbes.com).
- Gefen, D. (2000). E-commerce: The role of familiarity and trust. *The International Journal of Management Science*, 28, 725-737. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(00\)00021-9](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(00)00021-9)
- Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D.W. (2003). Trust and TAM in online shopping: An integrated model. *Management Information System*, 27(1), 51-90. <https://doi.org/10.2307/30036519>
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2013). Partial least squares structural equation modeling: Rigorous applications, better results and higher acceptance. *Long range planning*, 46(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>
- Hanjaya, S. M., Kenny, S. K., & Gunawan, S. F. (2019). Understanding factors influencing consumers online purchase intention via mobile app: perceived ease of use, perceived usefulness, system quality, information quality, and service quality. *Marketing of Scientific and Research Organizations*, 32(2), 175-205. <https://doi.org/10.2478/minib-2019-0035>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the academy of marketing science*, 43, 115-135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Hu, L. T. & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological methods*, 3(4), 424. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- Kim, H. W., Xu, Y., & Koh, J. (2004). A comparison of online trust building factors between potential customers and repeat customers. *Journal of the association for information systems*, 5(10), 13. <https://doi.org/10.17705/1jais.00056>

- McKinney, V., Yoon, K. & Zahedi, F. M. (2002). The measurement of web-customer satisfaction: An expectation and disconfirmation approach. *Information systems research*, 13(3), 296-315. <https://doi.org/10.1287/isre.13.3.296.76>
- Petter, S., DeLone, W., & McLean, E. R. (2013). Information systems success: The quest for the independent variables. *Journal of management information systems*, 29(4), 7-62. <http://www.jstor.org/stable/43590100>
- Qin, Y., Omar, B., & Musetti, A. (2022). The addiction behavior of short-form video app TikTok: The information quality and system quality perspective. *Frontiers in Psychology*, 13, 932805. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.932805>
- Rovinelli R. J. & Hambleton R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal for Educational Research*, 2, 49-60. <https://psycnet.apa.org/record/1979-12368-001>
- Saputri, R. D. & Rahmawan, G. (2023). Endorse influencers, e-service quality and perceived ease of buying interest. *Manager*, 6(3), 73-79. <https://ejournal2.uika-bogor.ac.id/index.php/Manager/article/view/458>
- Sharabati, A. A. A., Al-Haddad, S., Al-Khasawneh, M., Nababteh, N., Mohammad, M., & Abu Ghoush, Q. (2022). The impact of TikTok user satisfaction on continuous intention to use the application. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 125. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030125>
- Sheng, C. & Yang, S. B. (2022). The Impact of Influencer characteristics and platform affordances on the likeliness of impulse buying: Focusing on the Chinese TikTok live commerce platform. *Journal of Korea Service Management Society*, 23(2), 278-306. <https://doi.org/10.15706/jksms.2022.23.2.012>
- Sohaib, D.Y. (2023). *It's show time how live commerce is transforming the shopping experience*. Retrieved 25 October 2023. Retrieved from <https://medium.com/@dellaoui/its-showtime-how-live-commerce-is-transforming-the-shopping-experience-fd51eaf546af>
- Statista. (2020). *Number of global TikTok users*. Retrieved 12 July 2022. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1327116/number-of-global-tiktok-users/>
- Tam, C. & Oliveira, T. (2016). Understanding the impact of m-banking on individual performance: DeLone & McLean and TTF perspective. *Computers in Human Behavior*, 61, 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.016>

- The standard. (2022). *TikTok live streaming trend*. Retrieved 12 July 2022. Retrieved from <https://thestandard.co/tiktok-live-streaming-trend/>
- Tongam, W. & Parthanadee, P. (2023). Factor affecting consumer behavior purchasing products from application TIKTOK shop in Bangkok metropolitan region. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 1(3), 42-42. [In Thai]
- UBRU. (2023). ข้อมูลสถิตินักศึกษา [Student statistics information]. Retrieved 15 October 2023. Retrieved from <http://www.apr.ubru.ac.th>. [In Thai]
- Urbach, N. & Müller, B. (2012). The updated DeLone and McLean model of information systems success. In: Dwivedi, Y., Wade, M., & Schneberger, S. (eds) *Information Systems Theory. Integrated Series in Information Systems*. New York, NY : Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_1
- Wu, J. H. & Wang, Y. M. (2006). Measuring KMS success: A respecification of the DeLone and McLean's model. *Information & management*, 43(6), 728-739. <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.05.002>
- Xin, N. Y., Ngieng, Z. Y., Batrisya, N. A., Shahdeena, N., Azriel, M., Rezandi, M., & Naqvi, R. R. (2023). How does TikTok shop live streaming advertising influence their consumers' purchase intention. *Advances in Global Economics and Business Journal*, 4(1), 13-25. <https://doi.org/10.51748/agebj.v4i1.77>
- YouGov. (2022). *Generational trends Thailand social media Gen Z*. Retrieved 12 July 2022. Retrieved from <https://bu.siness.yougov.com/content/44004-generational-trends-thailand-social-media-Gen-Z>.

ปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมบนมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบเอ็มดีเอ

Factors Affecting Mobile Game Preference for Alpha Generation with MDA Games Analysis Framework

บุญญรัตน์ รุ่งสูงเนิน¹, สุวิช ธีระโคตร^{1,*}

Punyarat Rungsoongnern¹, Suwich Tirakoat^{1,*}

¹ ภาควิชาสื่ออนุมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

¹ Department of New Media, Faculty of Informatics, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand

Corresponding Author: Suwich Tirakoat, suwich.t@msu.ac.th

Received:

12 January 2024

Revised:

28 April 2024

Accepted:

2 May 2024

คำสำคัญ:

องค์ประกอบเกม, การออกแบบเกม, เอ็มดีเอเฟรมเวิร์ก, เกมมือถือ, คนรุ่นแอลฟา

Keywords:

Game Elements, Game Design, MDA Framework, Mobile Game, Alpha Generation

บทคัดย่อ: การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบเกมมือถือ โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบเอ็มดีเอ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมบนมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา โดยใช้เกมมือถือ Subway Surfers เป็นกรณีศึกษา ได้มาจากการคัดเลือกเกมแบบไม่มีค่าธรรมเนียมและมีกำหนดอายุผู้เล่นไม่เกิน 13 ปี ซึ่งเป็นเกณฑ์การจัดระดับเนื้อหาเกมที่เหมาะสมกับอายุของคนรุ่นแอลฟา โดยเป็นเกมยอดนิยมที่ตรงกันระหว่างระบบปฏิบัติการ Android และ iOS จากเว็บไซต์ IGN มีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนโรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 348 คน ด้วยวิธีการเจาะจงนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายเนื่องจากมีความสามารถใช้โทรศัพท์มือถือได้อย่างคล่องแคล่ว เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers ของคนรุ่นแอลฟา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) การวิเคราะห์เกมมือถือ Subway Surfers ด้วยกรอบการวิเคราะห์เกมแบบเอ็มดีเอ สามารถจำแนกออกมาได้ 17 ปัจจัย โดยสามารถจัดกลุ่มตามองค์ประกอบด้านกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกมได้ 6 ปัจจัย ด้านแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรม 4 ปัจจัย และด้านสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุก 7 ปัจจัย 2) ปัจจัยที่คนรุ่นแอลฟาชื่นชอบมากที่สุด โดยมีค่าร้อยละมากกว่า 50 มีจำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ (1) ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย (2) ความท้าทายจากการเล่นให้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น (3) ฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ (4) ใช้การควบคุมตัวละครในการเล่นเกมจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้ (5) สีสนของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา (6) ความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย (7) เล่นเพื่อ

คล้ายเครียด (8) เล่นเพื่อฆ่าเวลา (9) การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม (10) เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน และ (11) เล่นได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ตามลำดับ

Abstract: The purpose of this research is to 1) analyze mobile game design elements using an MDA framework, 2) study the factors affecting mobile game preference for the Alpha generation. Using the mobile game “Subway Surfers” as a case study, from a selection of free mobile games, and games content ratings not more than 13 years, this is a criterion for grading game content that is appropriate for the age of the Alpha generation, is a popular game available on both Android and iOS operating systems from the IGN website. The sample group consisted of 348 students from Assumption College Nakhon Ratchasima in Semester 2 of the 2023 academic year. The participants were selected using purposive sampling to ensure that they were able to use mobile phones fluently. The tools used to collect data were questionnaires on factors affecting the mobile games “Subway Surfers” among the Alpha generation. Statistics used in data analysis include sum and percentage. The results of the research found that 1) analysis of the mobile game “Subway Surfers” using the MDA framework reveals 17 factors that can be classified into 6 categories based on mechanics, 4 categories based on dynamics, and 7 categories based on aesthetics, 2) there are 11 factors that the Alpha generation likes the most, with more than 50 percent of respondents agreeing on each factor. These

factors are: (1) friendly and easy-to-use control system, (2) the challenge of playing for as long as possible to get more points, (3) train the senses of using eyes, hands, and decision-making, (4) use the character controls to play the game from the original user experience, (5) the colors of the graphics in the game are bright and eye-catching, (6) the challenge of controlling the character through obstacles to reach the destination, (7) playing to relieve stress, (8) playing to kill time, (9) the character movements in the game are beautiful, (10) the sound in the game makes it feel fun, and (11) playable without an internet connection, respectively.

1. บทนำ

คนรุ่นแอลฟาคือคนที่เกิดและกำลังจะเกิดในระหว่างปี พ.ศ. 2553-2568 เป็นคนรุ่นใหม่ที่เป็นลูกของคนรุ่นวายและรุ่นแซด ซึ่งเติบโตมาในยุคที่มีความทันสมัยของเทคโนโลยี ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟาสามารถใช้แท็บเล็ตได้ก่อนอายุ 4 ขวบ และมีโทรศัพท์มือถือเป็นของตัวเองถึงร้อยละ 49 (The Drum, 2022) ในขณะเดียวกันสังคมที่คนรุ่นแอลฟาเติบโตก็มีช่องว่างระหว่างชนชั้นสูง (Areekul, 2019) ส่งผลให้ความกดดันทางการศึกษามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น คนรุ่นแอลฟาต้องเผชิญกับความกดดันที่มากมายตั้งแต่วัยเรียน สิ่งที่จะช่วยให้ผ่อนคลายความเครียดหรือลดความกดดันได้คือการใช้โทรศัพท์มือถือทำกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ ถ่ายภาพหรือถ่ายวิดีโอ ฟังเพลง ค้นหาข้อมูล ดูคลิปวิดีโอ และเล่นเกม โดยคนรุ่นแอลฟาใช้เวลาเล่นเกมเฉลี่ยวันละ 2 ชั่วโมง (Jha, 2020) โทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ตจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการใช้ชีวิตประจำวันและสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้คนในสังคมผ่านการสื่อสารออนไลน์ด้วยการเล่นเกม (Tripathi, 2019) ซึ่งคนรุ่นแอลฟาเปรียบเกมที่เล่นอยู่เสมือนเป็นสนาม

เด็กเล่นที่มีคนมาเล่นตลอดเวลา ส่งผลให้ในอนาคตจะมีคนรุ่นแอลฟาเป็นกลุ่มผู้บริโภคและขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเกมเป็นสำคัญ ก่อให้เกิดวัฒนธรรมใหม่ในปัจจุบัน เช่น การเล่นเกมร่วมกันระหว่างลูกและพ่อแม่ การเล่นเกมร่วมกันระหว่างเพื่อนนักเรียน (Ruangwet, 2023)

ปัจจุบันมีการนำเกมมาเป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมการเรียนรู้หรือเพิ่มทักษะบางอย่างตามบริบทของเกม เนื่องจากการเข้าไปอยู่ในโลกของเกมทำให้ผู้เล่นสามารถกำหนดชีวิตได้อย่างอิสระ และได้ปลดปล่อยอารมณ์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะเกมที่มีรูปแบบการเล่นแบบหลายคน ซึ่งเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการสร้างสังคมใหม่ให้ผู้เล่น ตลอดจนรูปแบบการเล่นที่ทำให้ผู้เล่นเกิดสมาธิและฝึกฝนทักษะเพิ่มขึ้น (Winn, 2022) ส่งผลให้ผู้เล่นเกิดความสุขจึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยคลายเครียดได้เป็นอย่างดี (Rupp *et al.*, 2017) โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาเกมขึ้นมามากมาย เกมบนมือถือส่วนใหญ่มุ่งกลุ่มเป้าหมายไปที่เด็กหรือเป็นเกมที่เล่นเพื่อฆ่าเวลา (Gamingdose, 2020) โดยการพัฒนาจะต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบเกม เพื่อทราบความต้องการและความคาดหวังของกลุ่มผู้เล่น นำไปสู่การค้นหาเทคนิค ข้อจำกัด และเทคโนโลยีใหม่ๆ สำหรับพัฒนาเกมบนมือถือ (Theppaitoon, 2019) การออกแบบเกมจึงไม่มีกฎตายตัว เนื่องจากการออกแบบที่เกิดจากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์เอาข้อมูลมาพิจารณาว่าต้องออกแบบเกมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เล่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมีความสุข สนุก และเพลิดเพลิน (Mixmaya, 2021) ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของคนรุ่นแอลฟา แต่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมบนมือถือของคนรุ่นแอลฟา ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้เล่นที่เป็นคนรุ่นแอลฟา นำไปสู่การปรับปรุงให้การเล่นมีประสิทธิภาพ เกิดประสบการณ์

ที่ดีและทำให้ผู้เล่นรู้สึกสนุกสนานมากขึ้น โดยวิธีที่จะศึกษาและทำความเข้าใจความรู้สึกของคนรุ่นแอลฟาต่อการเล่นเกมบนมือถือต้องอาศัยการวิเคราะห์เพื่อคัดแยกองค์ประกอบการออกแบบเกมที่เหมาะสมกับคนรุ่นแอลฟาในการนำไปพัฒนาเป็นเกมบนมือถือต่อไป

เฟรมเวิร์คสำหรับวิเคราะห์แยกองค์ประกอบในการออกแบบเกมมีอยู่อย่างมากมาย ซึ่งไม่มีข้อกำหนดที่เป็นแบบแผนที่แน่นอน และที่เป็นที่นิยมนำมาเป็นกรอบในการวิเคราะห์เกมเพื่อนำองค์ประกอบต่างๆ ไปใช้ในการออกแบบเกม เรียกว่า MDA (Mechanics Dynamics Aesthetics) (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2004) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ 1) กฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม 2) แรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรม และ 3) สนุกหรือสราญที่ก่อให้เกิดความสุข โดยทั้ง 3 องค์ประกอบล้วนเชื่อมโยงกับผู้เล่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงทิศทางและแนวโน้มของเกมของคนรุ่นแอลฟาต้องการ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในคุณลักษณะที่สำคัญของเกม อันจะส่งผลต่อการพัฒนาเกมอย่างมีคุณภาพในอนาคต

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์องค์ประกอบเกมมือถือโดยอาศัยกรอบทฤษฎีในการวิเคราะห์เกมแบบ MDA เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบเกมและกำหนดองค์ประกอบหลักของเกมอย่างละเอียดและมีความสอดคล้องกับความต้องการของคนรุ่นแอลฟา

2. ความมุ่งหมาย

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบเกมมือถือ โดยใช้กรอบในการวิเคราะห์เกมแบบ MDA
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา

3. การทบทวนวรรณกรรม

1) กรอบในการวิเคราะห์เกมแบบ MDA

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วิเคราะห์เกมที่นำไปสู่การออกแบบเกมโดยมีองค์ประกอบใหญ่ๆ 3 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาและค้นหาเทคนิคที่ทำให้ผู้เล่นไม่ทิ้งเกม (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2004) โดยทั้ง 3 องค์ประกอบล้วนเป็นเหตุเป็นผลกัน หากมีการสร้าง Mechanics แล้ว เมื่อ Mechanics ทำงาน จะก่อให้เกิด Dynamics ในระหว่างการเล่น เกม ซึ่ง Dynamics จะเป็นตัวสร้าง Aesthetics ที่ส่งผลให้ผู้เล่นมีประสบการณ์และความพึงพอใจที่ดี (Dheandhanoo, 2014) ผู้วิจัยสามารถอธิบายความหมายของ MDA ได้ดังนี้

(1) Mechanics หมายถึง กลไกการทำงานของเกมที่อนุญาตให้ผู้เล่นสามารถกระทำได้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

(1.1) Game Mechanics หมายถึงกลไกต่างๆ ที่อนุญาตให้ผู้เล่นโต้ตอบกับเกมโดยสามารถกระทำได้ภายในเกม ได้แก่ เดิน วิ่ง กระโดด โจมตี ผลัก เป็นต้น

(1.2) Boss Mechanic หมายถึงกลไกที่จะอนุญาตให้ผู้เล่นโต้ตอบกับอุปสรรคหรือทำภารกิจได้ เช่น ต้องพิชิตลูกน้องของมอนสเตอร์ทั้งหมดก่อนจึงจะสามารถมาสู้กับหัวหน้ามอนสเตอร์ได้

(1.3) Gameplay เป็นรูปแบบการเล่นที่นักออกแบบเกมต้องออกแบบให้ผู้เล่นอยู่กับเกมได้นาน ต้องอาศัยทฤษฎีต่างๆ ผสมกับ 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความท้าทาย (Challenge) การกำหนดเป้าหมาย (Goal) และชนิดของการเดินเกม (Progression)

(2) Dynamics หมายถึง แรงขับเคลื่อนในการเล่นอันจะส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้เล่นและมีความสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เล่น

ได้อย่างเหมาะสม นักออกแบบเกมต้องอาศัยการเลือกใช้อรรถประกอบของความสนุกและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเกมให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เล่นและประเภทของเกม

(3) Aesthetics หมายถึง สุนทรียศาสตร์ภายในเกม เป็นความรู้สึกของผู้เล่นที่เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ถึงความงดงามภายในเกม ซึ่งเป็นการตอบสนองทางอารมณ์และช่วยกระตุ้นแรงขับเคลื่อนในการเล่น ได้แก่ ภาพ เสียง การเคลื่อนไหว/จังหวะ การสัมผัส เป็นต้น ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับความรู้สึก, ความพึงพอใจ, และประสบการณ์ทางจิตใจของผู้เล่นในเกม นักออกแบบเกมต้องใช้หลักการออกแบบทางด้านศิลปะที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้เล่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเข้าถึงความชอบหรือความพึงพอใจของกลุ่มผู้เล่น ซึ่งจะช่วยให้นักพัฒนาเกมสามารถสร้างประสบการณ์ที่ดีและทำให้ผู้เล่นมีความเพลิดเพลินขณะเล่นเกม

2) เกม

หมายถึงการเล่นอย่างใดอย่างหนึ่งที่ผู้เล่นจะมีจุดเริ่มต้นและจุดจบที่ชัดเจน ภายใต้เงื่อนไขหรือกฎกติกาที่ถูกออกแบบมาให้ผู้เล่นได้ใช้ความสามารถหรือใช้ทักษะในการเล่นเพื่อเอาชนะอุปสรรคให้ได้ (Inplang & Thongkam, 2020) เป็นการแข่งขันทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งการแข่งขันดังกล่าวล้วนอยู่ภายใต้กฎกติกาที่ผู้เล่นสามารถปฏิบัติได้และปฏิบัติไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเล่น โดยผลลัพธ์จากการแข่งขันหรือทำกิจกรรมนั้นต้องสามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน เช่น คะแนนของผู้เล่น รางวัลที่ได้รับ เป็นต้น (Theppaitoon, 2019) ซึ่งนักออกแบบเกมจะนำเอาความต้องการของกลุ่มผู้เล่นที่เป็นเป้าหมายมาสร้างสภาพแวดล้อมขึ้นมาใหม่โดยไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโลกของความจริง และใช้การวัดผลจากการทำภารกิจในโลกของเกมได้อย่างชัดเจน โดยมีความสนุกเป็นหัวใจสำคัญที่ดึงดูดใจให้ผู้เล่นตัดสินใจเลือกเล่นเกมและยังคงเล่นเกมไปเรื่อยๆ ซึ่งความสนุกจะอาศัย

องค์ประกอบต่างๆ โดยคำนึงถึงความสมดุลของ 3 องค์ประกอบหลักของเกม ได้แก่ กฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม แรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรม และสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุก

3) การเรียนรู้

สำหรับคนรุ่นแอลฟาได้เปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้จากการมุ่งเน้นความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นการสร้างประสบการณ์ที่ช่วยให้สามารถสร้างสรรค์และแบ่งปันสิ่งที่รู้สู่อื่นได้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง โดยคนรุ่นแอลฟาสามารถเชื่อมต่อถึงกันและแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ในระดับท้องถิ่นตลอดจนระดับโลกได้ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ดังนั้นการทำงานร่วมกันและที่ให้พื้นที่สำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ “การเล่น” จึงเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่สามารถช่วยเสริมสร้างให้เกิดพัฒนาการทางสมองและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของคนรุ่นแอลฟา (Eser, 2023) และตอบสนองความต้องการด้านการพัฒนาทักษะของคนรุ่นแอลฟาได้ (Hosid, 2021) เป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดจากการนำความสามารถที่หลากหลายรูปแบบมาใช้ในการคิดและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ รวมถึงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

4) พฤติกรรมของคนรุ่นแอลฟา

ผู้วิจัยพบปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมคนรุ่นแอลฟา 7 ปัจจัยดังนี้

(1) คนรุ่นแอลฟา คือ คนที่เจริญเติบโตมาในยุคของเทคโนโลยี โดยมีเอกสารหลายๆ แห่งใช้คำว่า “คนยุคดิจิทัล” (Tootell, Freeman, & Freeman, 2014) ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟามีพฤติกรรมการชอบเป็นนายตนเอง ไม่ชอบเป็นลูกน้องใคร มีความเป็นตัวสูง ไม่ชอบเล่นหรืออยู่ในกฎเกณฑ์ที่ไม่เป็นเหตุเป็นผล ไม่เชื่อข้อมูลอะไรง่าย ๆ หากไม่ได้รับการพิสูจน์อย่างแจ่มแจ้ง

(2) คนรุ่นแอลฟาร้อยละ 49 มีโทรศัพท์มือถือเป็นของตนเอง และมีการใช้งานโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนหลายชั่วโมงต่อหนึ่งวัน (The Drum, 2022) ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟามีพฤติกรรมชอบท่องโลกด้วยปลายนิ้ว แทนการออกเดินทางไปสัมผัสกับโลกจริง ซื้อสินค้าและบริการออนไลน์ อีกทั้งยังนิยมใช้โทรศัพท์มือถือในพื้นที่ส่วนตัวที่คิดว่าปลอดภัยต่อตนเอง เช่น ในบ้าน ในห้องนอน ในห้องน้ำ

(3) พ่อแม่ของคนรุ่นแอลฟาส่วนใหญ่เป็นคนรุ่นวายที่มีทัศนคติและพฤติกรรม “มีลูกเมื่อพร้อม” และให้ความสำคัญกับเงินและวัตถุ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่คนรุ่นแอลฟา (McCrindle & Fell, 2020) จึงส่งผลให้คนรุ่นแอลฟามีพฤติกรรมที่มีอิทธิพลเหนือพ่อแม่ของตน รักความสะดวกสบาย ได้รับการศึกษาที่ดี มีความเอื้ออาทรต่อผู้อื่น

(4) คนรุ่นแอลฟาเกิดและเติบโตมาในยุคที่สังคมมีช่องว่างระหว่างชนชั้นสูง (Areekul, 2019) ส่งผลให้มีพฤติกรรมในการดำรงชีวิตมีการปรับตัวได้ดี มีความต้องการทำหลายๆ อย่างในคราวเดียวกัน ชอบความท้าทายและเปิดใจเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ง่าย ไม่ยึดติดกับกฎเกณฑ์เดิมๆ

(5) คนรุ่นแอลฟาเกิดและเติบโตมาในสภาพแวดล้อมที่ธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงอย่างสุดขีด (Tripathi, 2019) ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟาตระหนักถึงพฤติกรรมที่ส่งผลกระทบต่อธรรมชาติ

(6) คนรุ่นแอลฟาเกิดและเติบโตมาในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจที่ไม่สู้ดีนัก ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟาไม่ชอบเศรษฐกิจแบบแบ่งปัน (เช่า) (McCrindle & Fell, 2020) ชอบการเป็นเจ้าของที่มีสิทธิ์ขาดเพียงผู้เดียว ไม่ยึดติดกับอาชีพหรือการทำงานแบบเดิมๆ

(7) คนรุ่นแอลฟาใช้เวลาเล่นเกมเฉลี่ยวันละ 2 ชั่วโมง และใช้ชีวิตประจำวันอยู่กับเทคโนโลยี

เป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้มีพฤติกรรมการเล่นต่อเนื่องวันน้อยกว่าเกณฑ์ พักผ่อนไม่เพียงพอหรือพักผ่อนไม่เป็นเวลา ทำให้เส้นใยสมองบอบบาง ส่งผลให้ขาดดุลการรับรู้ สมาธิสั้น (Jha, 2020)

5. วิธีการ (Method)

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นตอนวิเคราะห์องค์ประกอบ การออกแบบเกมมือถือ โดยใช้กรอบ ในการวิเคราะห์เกมแบบ MDA

1) ผู้วิจัยเริ่มจากกำหนดเกณฑ์เพื่อคัดเลือกเกมมือถือมาเป็นกรณีศึกษา โดยคัดเลือกเกมมือถือจากผลการสรุปเกมยอดนิยมจากเว็บไซต์ IGN (Imagine Games Network) (Obias, 2023) เป็นเกมมือถือไม่มีค่าธรรมเนียมสำหรับระบบปฏิบัติการ Android จำนวน 10 เกม และระบบปฏิบัติการ iOS จำนวน 10 เกม

2) ผู้วิจัยคัดเลือกเฉพาะเกมมือถือที่ซ้ำกันทั้ง 2 ระบบปฏิบัติการ โดยเกมมือถือจะต้องมีข้อกำหนดผู้เล่นอายุไม่เกิน 13 ปีซึ่งเป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับคนรุ่นแอลฟา จะได้จำนวน 2 รายการ ได้แก่ Subway Surfers และ Roblox โดยผู้วิจัยนำรายการเกมดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาเกม จำนวน 3 ท่านตรวจสอบพบว่า Roblox ไม่ใช่เกมแต่เป็นแพลตฟอร์มหนึ่ง ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเฉพาะเกม Subway Surfers

3) ผู้วิจัยศึกษาเกม Subway Surfers ด้วยวิธีการเล่นเองและดูวิดีโอสตรีมมิงจากนักแคสเกม จากนั้นจึงวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ในแต่ละองค์ประกอบ โดยใช้กรอบในการวิเคราะห์เกมแบบ MDA

4) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักออกแบบและพัฒนาเกม จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องว่าแต่ละรายการ

ที่ได้จากการวิเคราะห์ตรงกับหัวข้อองค์ประกอบหรือไม่ พบว่ามี 2 รายการที่ไม่จัดอยู่ในองค์ประกอบแบบ MDA จากทั้งหมด 19 รายการ

6) ผู้วิจัยนำรายการที่ผ่านการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญมาสร้างแบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา

7) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบสอบถามประเมินความสอดคล้องของข้อความและหัวข้อที่ต้องการประเมิน และนำมาคำนวณหาค่า IOC (Index of Item Objective) พบว่ามีข้อความจำนวน 17 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากทั้งสิ้น 19 ข้อคำถาม

8) ผู้วิจัยนำข้อความที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ไปจัดทำเป็นแบบประเมินออนไลน์เพื่อการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานโทรศัพท์มือถือ ได้แก่ คุณมีโทรศัพท์มือถือเป็นของตัวเองหรือไม่ โทรศัพท์มือถือของคุณสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้หรือไม่ คุณใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อทำอะไรมากที่สุด คุณเล่นเกมบนโทรศัพท์มือถือหรือไม่ เหตุผลที่คุณเล่นเกมมือถือ

(3) ประสบการณ์การเล่นเกม Subway Surfers ได้แก่ คุณรู้จักเกม Subway Surfers หรือไม่ คุณเคยเล่นเกม Subway Surfers หรือไม่ คุณยังคงเล่นเกม Subway Surfers อยู่หรือไม่

(4) ปัจจัยในเกม Subway Surfers ที่คุณชื่นชอบ ซึ่งในส่วนนี้เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) จำนวน 17 รายการ ที่ได้มาจากการวิเคราะห์โดยกรอบแบบ MDA และผ่านการประเมิน

โดยผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าปัจจัยต่างๆ ถูกต้องตามองค์ประกอบ M D และ A

5.2 ขั้นตอนการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา

1) ผู้วิจัยได้กำหนดประชากร เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 681 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการแบบเจาะจง โดยเจาะจงเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเป็นคนรุ่นแอลฟาที่มีความสามารถใช้โทรศัพท์มือถือได้อย่างคล่องแคล่ว จำนวน 348 คน

2) ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลวิจัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนอัสสัมชัญนครราชสีมา

3) ผู้วิจัยแจกเอกสารชี้แจงสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัครที่ตอบแบบสอบถามและแบบยินยอมให้ทำการวิจัยสำหรับอาสาสมัคร

4) ผู้วิจัยประสานงานและติดต่อนัดหมายเวลากับอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อเข้าเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

5) ผู้วิจัยอาสาเป็นผู้ช่วยสอนในวิชาวิทยาการคำนวณและวิชาคอมพิวเตอร์ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อทำความรู้จักและคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่าง ก่อนที่จะเก็บข้อมูลวิจัย

6) เมื่อถึงเวลานัดหมายสำหรับเก็บข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยและอธิบายขั้นตอนการตอบแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยเป็นคนอ่านข้อคำถามและอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายการข้อคำถามแต่ละรายการ

7) กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามในรูปแบบของ Google form โดยใช้คอมพิวเตอร์

ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนฯ ในคาบเรียนวิชาวิทยาการคำนวณ

8) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการเล่นเกมมือถือ Subway Surfers และปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers แยกตามเพศและระดับการศึกษา ด้วยความถี่และร้อยละ

6. ผลการวิจัย

6.1. ผลการวิเคราะห์เกมมือถือ Subway Surfers โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบ MDA

จากการวิเคราะห์เกมมือถือ Subway Surfers โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบ MDA และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาเกมจำนวน 3 ท่าน สามารถจำแนกปัจจัยตามองค์ประกอบ MDA ได้จำนวน 17 รายการ ดังนี้

1) ด้านกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม

(1) สามารถเล่นได้โดยไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

(2) ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย

(3) มีการใช้ไอเทมตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น

(4) ที่ไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกมในขณะที่เล่นเกม

(5) ความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย

(6) ความท้าทายจากการเล่นให้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น

- พฤติกรรม
- 2) ด้านแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดง
- (1) ฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา
- มือ และการตัดสินใจ
- (2) เล่นคลายเครียด
- (3) แข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่นๆ
- (4) เล่นฆ่าเวลา
- 3) ด้านสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิด
- ความสนุก
- (1) รูปร่างหน้าตาของตัวละครในเกม
- เป็นแบบ 3D Stylize
- (2) สีสันทันของรูปภาพภายในเกมสดใส
- สะอาดตา
- (3) การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกม
- มีความสวยงาม
- (4) เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน
- (5) ใช้การควบคุมตัวละครในการเล่น
- เกมจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้
- (6) ปุ่มไอคอนมีขนาดพอดีกับหน้าจอ
- และมีจำนวนไม่มาก
- (7) มีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม
- ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 17 รายการ วิเคราะห์ค่า
- สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha
- Coefficient) มีความเชื่อมั่น 86 เปอร์เซนต์ ไม่มี
- ข้อไหนแนะนำให้ตัดออกเพราะมีความสัมพันธ์กัน
- ทุกข้อ

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ประสบการณ์การเล่นเกมมือถือ Subway Surfers

(n=348)

ประสบการณ์การเล่นเกมมือถือ Subway Surfers	ความถี่	ร้อยละ
มีโทรศัพท์มือถือเป็นของตัวเอง	เด็กชาย	178
	เด็กหญิง	162
	รวม	340
โทรศัพท์มือถือสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้	เด็กชาย	171
	เด็กหญิง	154
	รวม	325
รู้จักเกมมือถือ Subway Surfers	เด็กชาย	177
	เด็กหญิง	160
	รวม	337
เคยเล่นเกมมือถือ Subway Surfers	เด็กชาย	167
	เด็กหญิง	151
	รวม	318
ปัจจุบันยังเล่นเกมมือถือ Subway Surfers	เด็กชาย	62
	เด็กหญิง	69
	รวม	131

6.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวนทั้งสิ้น 348 เป็นเด็กชาย 183 คน (52.6%) เด็กหญิง 165 คน (47.4%) อายุน้อยกว่า 9 ปี 1 คน (0.3%) อายุ 9 ปี 50 คน (14.4%) อายุ 10 ปี 94 คน (27.0%) อายุ 11 ปี 148 คน (42.5%) อายุ 12 ปี 54 คน (15.5%) และอายุ 13 ปีขึ้นไป 1 คน (0.3%) เป็นเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 107 คน (30.7%) ประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 121 คน (34.8%) และประถม

ศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 120 คน (34.5%) วิเคราะห์ประสบการณ์การเล่นเกมมือถือ Subway Surfers ดังตาราง 1

จากตาราง 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีโทรศัพท์มือถือเป็นของตัวเอง ร้อยละ 97.70 และโทรศัพท์มือถือสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ร้อยละ 93.39 รู้จักเกมมือถือ Subway Surfers ร้อยละ 96.84 เคยเล่นเกมมือถือ Subway Surfers ร้อยละ 91.38 โดยเด็กชายเคยเล่นเกมมือถือ Subway Surfers (ร้อยละ 47.99) ซึ่งมากกว่าเด็กหญิง (ร้อยละ 43.39) แต่ปัจจุบันเด็กหญิงยังคงเล่นเกมมือถือ Subway Surfers (ร้อยละ 37.64) มากกว่าเด็กชาย (ร้อยละ 17.82)

ตาราง 2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers แยกตามเพศและระดับการศึกษา

(n=348)

รายการ	เพศ (คน)			ระดับชั้นการศึกษา (คน)		
	ชาย	หญิง	รวมเพศ	ป. 4	ป. 5	ป. 6
ด้านกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม						
(1) สามารถเล่นได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	91 (26.15%)	84 (24.14%)	175 (50.29%)	48 (13.79%)	67 (19.12%)	60 (17.24%)
(2) ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย	132 (37.93%)	129 (37.07%)	261 (75.00%)	74 (21.26%)	94 (27.01%)	93 (26.72%)
(3) มีการใช้ไอเทม (item) ตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น	73 (20.98%)	78 (22.41%)	151 (43.39%)	44 (12.64%)	56 (16.09%)	51 (14.66%)
(4) ที่ไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกมในขณะเล่นเกม	81 (23.28%)	84 (24.14%)	165 (47.41%)	45 (12.93%)	66 (18.97%)	54 (15.52%)
(5) ความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย	94 (27.01%)	88 (25.29%)	182 (52.30%)	54 (15.12%)	67 (19.25%)	61 (17.53%)
(6) ความท้าทายจากการเล่นให้ได้มากที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น	125 (35.92%)	124 (35.63%)	249 (71.55%)	74 (21.26%)	94 (27.01%)	81 (23.28%)
ด้านแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรม						
(1) ฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ	104 (29.89%)	103 (29.60%)	207 (59.48%)	58 (16.67%)	76 (21.84%)	73 (20.98%)
(2) เล่นคลายเครียด	99 (28.45%)	83 (23.85%)	182 (52.30%)	48 (13.79%)	68 (19.54%)	66 (18.97%)

ตาราง 2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers แยกตามเพศและระดับการศึกษา (ต่อ)

(n=348)

รายการ	เพศ (คน)			ระดับชั้นการศึกษา (คน)		
	ชาย	หญิง	รวมเพศ	ป. 4	ป. 5	ป. 6
(3) แข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่นๆ	52 (14.94%)	50 (14.37%)	102 (29.31%)	34 (9.77%)	40 (11.49%)	28 (8.05%)
(4) เล่นฆ่าเวลา	92 (26.44%)	90 (25.86%)	182 (52.30%)	50 (14.37%)	70 (20.11%)	62 (17.82%)
ด้านสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุก						
(1) รูปร่างหน้าตาของตัวละครในเกมเป็นแบบ 3D Stylize	76 (21.84%)	76 (21.84%)	152 (43.68%)	43 (12.36%)	57 (16.38%)	52 (14.94%)
(2) สีเส้นของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา	97 (27.87%)	95 (27.30%)	192 (55.17%)	49 (14.08%)	76 (21.84%)	67 (19.25%)
(3) การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม	95 (27.30%)	83 (23.85%)	178 (51.15%)	51 (14.66%)	69 (19.83%)	58 (16.67%)
(4) เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน	92 (26.44%)	86 (24.71%)	178 (51.15%)	53 (15.23%)	68 (19.54%)	57 (16.38%)
(5) ใช้การควบคุมตัวละครในการเล่นจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้	92 (26.44%)	102 (29.31%)	194 (55.75%)	49 (14.08%)	73 (20.98%)	72 (20.69%)
(6) ปุ่มไอคอนมีขนาดพอดีกับหน้าจอและมีจำนวนไม่มาก	87 (25.00%)	82 (23.56%)	169 (48.56%)	52 (14.94%)	65 (18.68%)	52 (14.94%)
(7) มีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม	80 (22.99%)	82 (23.56%)	162 (46.55%)	50 (14.37%)	69 (19.83%)	43 (12.36%)

จากตาราง 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers ของกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด คือ ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย คิดเป็นร้อยละ 75.00 รองลงมาคือ ความท้าทายจากการเล่นให้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 71.55 รองลงมาคือ ฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ คิดเป็นร้อยละ 59.48 รองลงมาคือ ใช้การควบคุมตัวละครในการเล่นจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้ คิดเป็นร้อยละ 55.75 รองลงมาคือ สีเส้นของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา คิดเป็นร้อยละ 55.17 รองลงมาคือ ความ

ท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย เล่นเพื่อคลายเครียด และเล่นฆ่าเวลา คิดเป็นร้อยละ 52.30 รองลงมาคือ การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม และเสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน คิดเป็นร้อยละ 51.15 รองลงมาคือ สามารถเล่นได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต คิดเป็นร้อยละ 50.29 รองลงมาคือ ไม่มีการลงทะเบียนผู้เล่นออกเกมในขณะที่เล่นเกม คิดเป็นร้อยละ 47.41 รองลงมาคือ ปุ่มไอคอนมีขนาดพอดีกับหน้าจอและมีจำนวนไม่มาก คิดเป็นร้อยละ 48.56 รองลงมาคือ มีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม

คิดเป็นร้อยละ 46.55 รองลงมาคือ รูปร่างหน้าตาของตัวละครในเกมเป็นแบบ 3D Stylize คิดเป็นร้อยละ 43.68 รองลงมาคือ มีการใช้ไอเทม (item) ตัวช่วย เพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 43.39 และอันดับสุดท้าย แข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 29.31

ปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือ Subway Surfers เมื่อพิจารณาแยกตามเพศ พบว่า

1) ด้านกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม เด็กชายชื่นชอบปัจจัยที่สามารถเล่นได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต มีความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย และมีความท้าทายจากการเล่นให้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น ซึ่งมากกว่าเด็กหญิง ในขณะที่เด็กหญิงชื่นชอบปัจจัยมีการใช้ไอเทม (item) ตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น และปัจจัยที่ไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกม ในขณะที่เล่นเกมมากกว่าเด็กชาย หากพิจารณาเป็นระดับชั้นการศึกษาพบว่า เด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 ชื่นชอบปัจจัยทั้งหมดของกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม Subway Surfers มากกว่าเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 และเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4

2) ด้านแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรม พบว่า เด็กชายชื่นชอบปัจจัยที่เล่นเพื่อคลายเครียด แข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่น ๆ เล่นฆ่าเวลา และเล่นเพื่อฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ มากกว่าเด็กหญิง หากพิจารณาเป็นระดับชั้นการศึกษาพบว่า เด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 ชื่นชอบปัจจัยทั้งหมดของแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรมจากการเล่นเกม Subway Surfers มากกว่าเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 และเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ยกเว้นปัจจัยแข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่น ๆ ที่เด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4

ชื่นชอบมากกว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6

3) ด้านสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุก พบว่า เด็กชายและเด็กหญิงชื่นชอบปัจจัยรูปร่างหน้าตาของตัวละครในเกมเป็นแบบ 3D Stylize เท่ากัน และเด็กชายชื่นชอบปัจจัยการเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน ปุ่มไอคอนมีขนาดพอดีกับหน้าจอ และมีจำนวนไม่มาก สีสนของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา มากกว่าเด็กหญิง ในขณะที่เด็กหญิงชื่นชอบปัจจัยใช้การควบคุมตัวละครในการเล่นจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้ และมีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม มากกว่าเด็กชาย หากพิจารณาเป็นระดับชั้นการศึกษาพบว่า เด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 ชื่นชอบปัจจัยทั้งหมดของสุนทรียศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุกจากการเล่นเกม Subway Surfers มากกว่าเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 และเด็กที่เรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ตามลำดับ ยกเว้นปัจจัยปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม ที่เด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ชื่นชอบมากกว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6

7. สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

1) การวิเคราะห์เกมมือถือ Subway Surfers ซึ่งเป็นเกมประเภท Endless runner ด้วยกรอบการวิเคราะห์เกมแบบ MDA สามารถจำแนกปัจจัยออกมาได้ 17 รายการ และสามารถจัดกลุ่มตามองค์ประกอบเกมดังนี้

(1) กฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม ประกอบไปด้วย สามารถเล่นได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย มีการใช้ไอเทมตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้นที่ไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกมในขณะที่เล่นเกม ความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้

ถึงจุดหมาย ความท้าทายจากการเล่นให้ได้นานที่สุด เพื่อได้คะแนนมากขึ้น

(2) ด้านแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรมประกอบไปด้วย เล่นเพื่อฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ เล่นคลายเครียด เล่นเพื่อแข่งขันคะแนนกับเพื่อนคนอื่นๆ เล่นฆ่าเวลา

(3) ด้านสุนทรีศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความสนุก ประกอบไปด้วย รูปร่างหน้าตาของตัวละครในเกมเป็นแบบ 3D Stylize สีสนของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนานในการควบคุมตัวละครในการเล่นจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้ ปุ่มไอคอนมีขนาดพอดีกับหน้าจอและมีจำนวนไม่มาก มีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม

เกมมือถือ Subway Surfers เป็นเกมที่มีการออกแบบมาจากประสบการณ์การเอาตัวรอดที่ตื่นเต้น โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการหนีจากการจับกุมของเจ้าหน้าที่ ทำให้ความรู้สึกรู้สึกของผู้เล่นสัมพันธ์กับชีวิตจริงหากต้องตกอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ouriques, Xexéo, & Barbosa (2021) ที่วิเคราะห์เอาการกระทำจากสถานการณ์จริงมาออกแบบเป็นเกม เป็นปัจจัยเริ่มต้นที่เป็นตัวกำหนดกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกม อีกทั้งยังมีการอนุญาตให้ผู้เล่นใช้ไอเทมตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น และไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกมในขณะที่เล่นเกม ด้วยการใช้กลยุทธ์เพิ่มระดับความเร็วให้สูงขึ้น โดยมีรูปแบบการเดินเกมแบบค่อยเป็นค่อยไปจากการใช้ความความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปสรรคไปให้ถึงจุดหมายผสมผสานกับความท้าทายจากการเล่นให้ได้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kusuma *et al.* (2018) การออกแบบเกมควรมีการรวมหลายกลไกเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดแรงขับที่ทำให้ผู้เล่นแสดงพฤติกรรมตามทีนั้นออกแบบต้องการ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fernando & Premadasa (2024) ในการ

บูรณาการและผสมผสานปัจจัยในองค์ประกอบของเกมหลายๆ อย่างให้เหมาะสมจึงก่อให้เกิดความสนุก โดยผู้เล่นต้องอาศัยความเร็วในการควบคุมตัวละครผ่านการตอบสนองและฝึกฝนการสังการของสมองเพื่อตัดสินใจหลบหลีกสิ่งกีดขวาง รวมถึงกฎกติกาและระบบพื้นฐานของเกมที่ส่งผลให้ผู้เล่นไม่รู้สึกรู้สึกกดดัน เกมมือถือ Subway Surfers จึงเป็นตัวเลือกสำหรับเล่นเพื่อคลายเครียด เล่นเพื่อฆ่าเวลา ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ที่ดีระหว่างผู้เล่นและเกม ส่งผลให้ผู้เล่นแสดงออกถึงทักษะและความเชี่ยวชาญในการเล่นของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ BahÇekapili *et al.* (2022) ที่แสดงให้เห็นถึงความชอบเกมดิจิทัลของเด็กซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ช่วยประสานความสัมพันธ์ของมือ ตา และการทำงานของสมอง ทำให้ผู้เล่นมีความสนุกซึ่งมีผลต่อการเชิญเพื่อนคนอื่นมาเล่นเกมเดียวกันเพื่อแข่งขันคะแนน และการแข่งขันนี้ก็เป็นอีกแรงขับหนึ่งที่ทำให้ผู้เล่นกลับมาเล่นเกมซ้ำอีก

2) ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา พบว่า เด็กที่เป็นคนรุ่นแอลฟาเกือบทุกคนรู้จักและเคยเล่นเกมมือถือ Subway Surfers โดยเด็กผู้ชายเล่นเกมมือถือ Subway Surfers มากกว่าเด็กผู้หญิง แต่เด็กผู้หญิงยังคงเล่นเกมมือถือ Subway Surfers มากกว่าเด็กผู้ชาย โดยมีปัจจัยที่เด็กผู้หญิงชื่นชอบมากกว่าเด็กผู้ชาย ได้แก่ มีการใช้ไอเทมตัวช่วยเพื่อเล่นได้คะแนนมากขึ้น ไม่มีการลงโทษหากผู้เล่นออกเกมในขณะที่เล่นเกม และมีปุ่มหยุดเกมหรือปุ่มพักเล่นเกม สอดคล้องกับงานวิจัยของ BahÇekapili *et al.* (2022) ว่าเด็กผู้หญิงในประเทศตุรกีชอบเล่นเกมมือถือ Subway Surfers มากกว่าเด็กผู้ชาย ซึ่งเกมมือถือ Subway Surfers เป็นเกมที่กำหนดเป้าหมายอย่างชัดเจนเพียงเป้าหมายเดียว ซึ่งไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมของคนรุ่นแอลฟา ส่งผลให้คนรุ่นแอลฟาเล่นเกมมือถือ Subway Surfers ไปกว่าร้อยละ 50 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kirginas *et al.* (2021) ที่แสดงให้เห็นถึง

รูปแบบการเล่นที่อิสระทำให้เด็กมีส่วนร่วมที่สูงขึ้น และส่งผลต่อค่าความสุขที่เพิ่มขึ้น แต่เกมมือถือ Subway Surfers นั้นมีรูปแบบการเล่นที่ไม่เป็นอิสระ ซึ่งผู้เล่นต้องปฏิบัติตามกฎและวิธีการเล่นอย่างเคร่งครัด และต้องมีสมาธิจดจ่อกับหน้าจออยู่ตลอดเวลา โดยมีปัจจัยที่คนรุ่นแอลฟาชื่นชอบมากที่สุดซึ่งมีค่าร้อยละมากกว่า 50 จำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ (1) ระบบการควบคุมที่เป็นมิตรและใช้งานง่าย ร้อยละ 75.00 (2) ความท้าทายจากการเล่นให้นานที่สุดเพื่อได้คะแนนมากขึ้น ร้อยละ 71.55 (3) ฝึกประสาทสัมผัสของการใช้ตา มือ และการตัดสินใจ ร้อยละ 59.48 (4) ใช้การควบคุมตัวละครในการเล่นจากประสบการณ์เดิมของผู้ใช้ ร้อยละ 55.75 (5) สีสนของรูปภาพภายในเกมสดใสสะดุดตา ร้อยละ 55.17 (6) ความท้าทายในการควบคุมตัวละครผ่านอุปกรณ์ไปให้ถึงจุดหมาย ร้อยละ 52.30 (7) เล่นคลายเครียด ร้อยละ 52.30 (8) เล่นฆ่าเวลา ร้อยละ 52.30 (9) การเคลื่อนไหวของตัวละครในเกมมีความสวยงาม ร้อยละ 51.15 (10) เสียงในเกมทำให้รู้สึกสนุกสนาน ร้อยละ 51.15 (11) เล่นได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ร้อยละ 50.29 ซึ่งปัจจัยดังกล่าวที่คนรุ่นแอลฟาชื่นชอบล้วนสอดคล้องกับพฤติกรรมของคนรุ่นแอลฟา

8. ข้อเสนอแนะ

1) งานวิจัยนี้ใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบ MDA เพื่อตรวจสอบว่ากรอบงานดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความชื่นชอบของคนเล่นเกมได้หรือไม่ ซึ่งในปัจจุบันมีกรอบงานที่หลากหลายและไม่มีรูปแบบตายตัวสำหรับการหาปัจจัยเกี่ยวกับการออกแบบเกมให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เล่นที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งคนรุ่นแอลฟาเป็นคนรุ่นใหม่ที่ยังมีการศึกษาไม่มากนัก หากมีการศึกษาครั้งต่อไปอาจมีการนำกรอบงานอื่นหรือปรับปรุงกรอบงานแบบ MDA ให้เหมาะสมกับการศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเล่นเกมของคนรุ่นแอลฟา รวมถึง

การนำขั้นตอนการตรวจสอบเชิงประจักษ์มาใช้เพื่อให้ผลการศึกษาชัดเจนยิ่งขึ้น

2) งานวิจัยนี้เป็นการคัดเลือกเกมที่ได้รับคะแนนนิยมสูงสุดมาเป็นกรณีศึกษาโดยสถิติดังกล่าวอาจทำให้การคัดเลือกเกมที่นำมาวิเคราะห์สอดคล้องกับกลุ่มผู้เล่นที่เป็นเป้าหมายไม่มากนัก หากมีการทำวิจัยครั้งต่อไปควรสำรวจเกมที่กลุ่มเป้าหมายเล่นมากที่สุดเพื่อเป็นสถิติและนำมาเป็นกรณีศึกษาจะทำให้ผลการวิจัยตรงตามวัตถุประสงค์มากขึ้น

3) งานวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเมื่อเทียบกับจำนวนประชากรคนรุ่นแอลฟา หากมีการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการกำหนดกลุ่มประชากรให้มีขนาดใหญ่และมีความแตกต่างทางด้านสภาพสังคมและภูมิศาสตร์มากขึ้น เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของประชากรที่มีผลต่อปัจจัยความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา

9. บทสรุปและประโยชน์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการใช้กรอบการวิเคราะห์เกมแบบ MDA วิเคราะห์เกมมือถือ Subway Surfers ซึ่งเป็นเกมประเภท Endless runner ซึ่งเป็น 1 ใน 10 เกมมือถือยอดนิยม เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยในการออกแบบเกมมือถือ และนำปัจจัยดังกล่าวมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบเกมแบบ MDA โดยองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาเกมจำนวน 3 ท่าน นำไปสู่การค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความชื่นชอบเกมมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1) นักวิจัยได้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบเกมเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบเกมให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เล่นที่เป็นเป้าหมาย

2) นักออกแบบเกมได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความชื่นชอบเกมบนมือถือสำหรับคนรุ่นแอลฟา สำหรับใช้ในการออกแบบเกม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
เงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ประจำปีงบประมาณ 2568

เอกสารอ้างอิง

- Areekul, C. (2019). Alternative education: The important learning model for generation alpha. *Journal of MCU Social Science Review*, 8(3), 270-283. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jssr/article/view/204999> [In Thai]
- BahÇekapili, E., Yildiz, M., Çiftci, E., & Karal, H. (2022). Examination of children's playing game tendencies and digital game preferences based on gender. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 7-23. <https://doi.org/10.53506/egitim.1076103>
- Dheandhanoo, T. (2014). *สรุปบรรยาย MDA Workshop โดย Robin Hunicke ที่ศรีปทุม เมื่อวันที่ 10 กันยายน 2557 [Summary of the MDA Workshop lecture by Robin Hunicke at Sripatum on September 10, 2014]*. Retrieved 8 April 2024, Retrieved from <https://tuangd.com/2014/12/11/mda/> [In Thai]
- Eser, S. (2023). *Designing EdTech solutions for generation alpha: Importance of co-design*. Retrieved 7 February 2024, Retrieved from <https://monstar-lab.com/global/blog/edtech-solutions-for-generation-alpha-co-design>
- Fernando, P. A. & Premadasa, H. S. (2024). Use of gamification and game-based learning in educating Generation Alpha: A systematic literature review. *Educational Technology & Society*, 27(2), 114-132. <https://www.jstor.org/stable/48766166>
- Gamingdose. (2020). *ไขข้อข้องใจ เหตุใดคนบางกลุ่มถึงไม่ชอบเกมมือถือ [Answering the question: Why do some people dislike mobile games]*. Retrieved 10 December 2023, Retrieved from <https://www.gamingdose.com/feature/ไขข้อข้องใจเหตุใดคนบางกลุ่ม/> [In Thai]
- Hosid, C. (2021). *Generation alpha: Designing for the next generation of learners*. Retrieved 7 February 2024, Retrieved from <https://www.corgan.com/news-insights/2021/generation-alpha-designing-for-the-next-generation-of-learners>
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, July, 2004, 4(1), 1722-1726. <https://aaai.org/papers/ws04-04-001-mda-a-formal-approach-to-game-design-and-game-research/>
- Inplang, W. & Thongkam, J. (2020). Opinion analysis on PlayerUnknown's Battlegrounds (PUBG) mobile games using text mining. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 39(5), 523-531. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/scimsujournal/article/view/235350> [In Thai]

- Jha, A. K. (2020). *Understanding generation alpha*. Retrieved 1 August 2023, Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3634094>
- Kirginas, S., Psaltis, A., Gouscos, D., & Mourlas, C. (2021). Studying children's experience during free-form and formally structured gameplay. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 28, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100248>
- Kusuma, G. P., Wigati, E. K., Utomo, Y., & Suryapranata, L. K. P. (2018). Analysis of gamification models in education using MDA framework. *Procedia Computer Science*, 135, 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.187>
- McCrindle, M. & Fell, A. (2020). Top 10 Facts about GEN Alpha. In *Understanding Generation Alpha*. McCrindle Research Pty Ltd. https://www.academia.edu/43549036/GENERATION_ALPHA?auto=download&email_work_card=download-paper
- Mixmaya. (2021). *6 หลักการน่ารู้ในการออกแบบเกม ทำอย่างไรให้ปัง [6 principles worth knowing in game design How to make it popular]*. Mitmaya.Co.,Ltd. Retrieved 16 January 2024, Retrieved from <https://www.mixmaya.com/1611032749> [In Thai]
- Obias, R. (2023). *20 most popular android games to play right now (August 2023)*. Retrieved 1 August 2023, Retrieved from <https://www.ign.com/articles/most-popular-android-games>
- Ouriques, L., Xexéo, G., & Barbosa, C. (2021). A proposal to model wargames in the MDA framework. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, (pp. 1-9). Porto Alegre: SBC. https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2021.19619
- Ruangwet, P. (2023). *Their World ว่าด้วยการออกแบบ Built Environment ให้เอื้อต่อชีวิตของเด็ก Gen Alpha ที่จะเติบโตเป็นประชากรหลักของโลกในอนาคตอย่างไรยั่งยืน [Their World about the Design of the Built Environment to Facilitate the Lives of Generation Alpha Children to Grow into the Main Population of the World in a Sustainable Future]*. Retrieved 10 December 2023, Retrieved from <https://readthecloud.co/architecture-and-city-for-gen-alpha/> [In Thai]
- Rupp, M. A., Sweetman, R., Sosa, A. E., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2017). Searching for affective and cognitive restoration: examining the restorative effects of casual video game play. *Human Factors*, 59(7), 1096-1107. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0018720817715360>
- The Drum. (2022). *What is generation alpha, and why is it the most influential generation in CX?*. Retrieved 1 August 2023, Retrieved from <https://www.thedrum.com/profile/infobip/news/gen-alpha-the-most-influential-generation-for-cx>

Theppaitoon, M. (2019). *Classification of 3D graphic styles and their optimization in learning game for children between 6 and 12 years old*. Degree of Master of Science in Information Technology, Prince of Songkla University. [In Thai]

Tootell, H., Freeman, M., & Freeman, A. (2014). Generation alpha at the intersection of technology, play and motivation. *2014 47th Hawaii international conference on system sciences, Waikoloa, HI, USA, 2014*, 82-90, <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.19>.

Tripathi, S. (2019). The digital youth's personality and conscience versul their vision adjustment. *Journal of Early Childhood Education Management*, 1(1), 90-100. <https://doi.org/10.14456/jecem.2019.8> [In Thai]

Winn, Y. C. (2022). *ทำไมการเล่นเกมช่วยบรรเทาความเครียดได้? [Why can playing games help relieve stress?]*. Retrieved 16 January 2024, Retrieved from <https://news.seagm.com/ทำไมการเล่นเกมช่วยบรรเทา> [In Thai]

การตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้โดยใช้โมเดลการแบ่งส่วน: การเปรียบเทียบระหว่าง U-NET และ YOLOv8

Burn Wound Severity Detection using Segmentation Model: A Comparative Study Between U-NET and YOLOv8

ขวัญกมล ดิฐกัญจน์¹, สรวิต หนูคง^{1,*}
Kwankamon Dittakan¹, Sorawit Nookong^{1,*}

¹ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ภูเก็ต 83120 ประเทศไทย

¹ College of Computing, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Phuket 83210, Thailand

* Corresponding Author: Sorawit Nookong, s6330611015@phuket.psu.ac.th

Received:

12 December 2023

Revised:

30 January 2024

Accepted:

2 April 2024

คำสำคัญ:

ผิวหนังไหม้, แผลไหม้, การตรวจจับความรุนแรงของผิวหนังไหม้, การวิเคราะห์ภาพ, U-Net, การเรียนรู้เชิงลึก

Keywords:

Skin burn, Burn wound, Skin burn severity detection, Image analytics, U-Net, Deep Learning

บทคัดย่อ การตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ โดยใช้วิธีการทำการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจ โดยมีการแบ่งพื้นที่ของแผลไหม้ออกเป็นสามระดับที่แตกต่างกัน: (i) แผลไหม้ระดับที่หนึ่ง (ii) แผลไหม้ระดับที่สอง และ (iii) แผลไหม้ระดับที่สาม ซึ่งแต่ละระดับจะมีลักษณะของแผลไหม้แตกต่างกัน เพื่อต้องการตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ จึงมีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในการสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ นั่นคือโมเดล U-Net และ YOLOv8 ซึ่งจะมีชุดข้อมูลภาพที่เป็นภาพแผลไหม้ทั้งหมด 2,000 รูปภาพ และมีรูปภาพแผลไหม้ทั้งสามระดับ เนื่องจากต้องการที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง U-Net ที่เป็นโมเดลยอดนิยมที่ใช้ในการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจ กับ YOLOv8 ที่เป็นโมเดลที่พัฒนามาในปี 2023 ซึ่งเป็นโมเดลมาใหม่เมื่อไม่นานมานี้ โดยผลลัพธ์ในการทดลองของ U-Net และ YOLOv8 พบว่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของ U-Net มีความแม่นยำสูงถึง 79.1% และมีค่าสูญเสีย 79.8% ส่วน YOLOv8 มีผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือ ค่า mAP 0.5 ดีที่สุดเท่ากับ 0.657 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 3.231 และค่าความสูญเสียของการทำนายคลาสอยู่ที่ 1.961 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของทั้งสองโมเดล

ABSTRACT: This research focuses on detecting burn severity using an area of interest detection approach. The burn areas are categorized into three levels: (i) first-degree burns, (ii) second-degree burns, and (iii) third-degree burns, each with distinct visual characteristics. To detect burn severity, artificial intelligence (AI) techniques were applied through the development of two models: U-Net and YOLOv8. A dataset of 2,000 images

representing all three levels of burns was used in the experiments. The goal was to compare the performance of U-Net, a widely used model for segmenting areas of interest, with YOLOv8, a newer model introduced in 2023. Experimental results show that the best performance of U-Net achieved an accuracy of 79.1% and a loss value of 79.8%. In contrast, YOLOv8 achieved its best result with an mAP@0.5 of 0.657, a segmentation loss of 3.231, and a classification loss of 1.961. These results represent the optimal performance of both models in this study.

1. บทนำ

อาการบาดเจ็บจากไฟไหม้เป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญ และมีผลกระทบอย่างมากต่อบุคคลทั่วโลกซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเมื่อผิวโดนความร้อน เช่น แผลไหม้ที่เกิดจากเปลวไฟหรือการสัมผัสกับสารเคมีอันตราย แผลไหม้แบบฉับพลัน สัมผัสกับวัตถุร้อน น้ำมันกระเด็น น้ำร้อนลวก หรือการสัมผัสกับกระแสไฟฟ้า (Toussaint *et al.*, 2014) และจากรายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลก (WHO) ในแต่ละปีมีผู้ป่วยเกือบ 11 ล้านคนได้รับบาดเจ็บจากแผลไหม้ โดยในจำนวนนี้ 180,000 คน เป็นจำนวนยอดผู้เสียชีวิตเนื่องจากบาดเจ็บดังกล่าว การที่มีจำนวนผู้ป่วยที่ต้องเผชิญกับการบาดเจ็บจากแผลไหม้มากขนาดนี้ส่งผลให้เป็นปัญหาสาธารณสุขที่ต้องรับมืออย่างจริงจัง (Markiewicz-Gospodarek *et al.*, 2022) และปัญหาที่ตามมาที่เกิดจากแผลไหม้หากนำส่งหรือผู้ป่วยได้รับการจัดการที่ไม่ดี จะส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาล่าช้า อาจเกิดผลกระทบต่ออาการทางจิต และอาการปวดเรื้อรัง และอาการบาดเจ็บจากแผลไหม้ เป็นสาเหตุอันดับที่สี่ของอาการบาดเจ็บทั่วโลก (Kotecha *et al.*, 2022) กล่าวได้ว่า

การรักษาผู้ป่วยแผลไหม้นั้น จำเป็นที่จะต้องใช้ประสบการณ์ทางการแพทย์ ซึ่งแพทย์แต่ละท่านนั้นมีการตีความหรือวินิจฉัยแตกต่างกัน (Connolly & Gangahar, 2021) การรักษาผู้ป่วยจากแผลไหม้นั้นเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงทางสุขภาพที่มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของแผลไหม้และความรุนแรงของการบาดเจ็บ แต่ความหลากหลายนี้บางครั้งทำให้การรักษาล่าช้า และในบางกรณีอาจส่งผลต่อผลลัพธ์ของการรักษา ทำให้จำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการจัดการและรักษาผู้ป่วยจากแผลไหม้

ในปัจจุบันการก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้สร้างโอกาสที่ยิ่งใหญ่ในการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลให้ปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนช่วยในด้านต่างๆ รวมไปถึงการแพทย์ เนื่องจากปัญญาประดิษฐ์สามารถให้การตัดสินใจทางการแพทย์ที่มีประสิทธิภาพ และปัญญาประดิษฐ์มีความสามารถที่จะประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่และทำความเข้าใจรูปภาพ ข้อความ และข้อมูลทางการแพทย์อื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการรักษาผู้ป่วย (Haleem *et al.*, 2019) และการใช้งานปัญญาประดิษฐ์เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางการแพทย์เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และเชื่อว่าเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จะเข้ามามีส่วนช่วยทางการแพทย์เพิ่มมากขึ้น และมีการปรับปรุงปัญญาประดิษฐ์อย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วย (Hamamoto *et al.*, 2020; Chang *et al.*, 2021) ในด้านการแพทย์ ปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการวินิจฉัย การรักษา และการดูแลผู้ป่วย การตัดสินใจทางการแพทย์ที่เร็วและแม่นยำมีผลในการรักษาที่มีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยง ปัญญาประดิษฐ์ยังช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน เช่น ภาพจากรังสีเอกซเรย์ การตรวจจีโนม จากรูปภาพทางการแพทย์ และการจัดการประวัติแพทย์ของผู้ป่วย (Naqvi *et al.*, 2023; Pandya *et al.*, 2019) ในเชิงทางการแพทย์แผลไหม้ปัญญาประดิษฐ์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยในการ

วินิจฉัยและการดูแลผู้ป่วย มีการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถตรวจจับและประเมินความรุนแรงของแผลไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ นี้ช่วยลดภาระงานของแพทย์และเพิ่มความแม่นยำในการประเมิน (Moura *et al.*, 2021; Tail *et al.*, 2023) เพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์ในการแพทย์มีประสิทธิภาพมากขึ้น การวิจัยและพัฒนาต่อยอดในด้านนี้มีความสำคัญ นักวิจัยจึงดำเนินการเพื่อปรับปรุงปัญญาประดิษฐ์ที่มีอัลกอริทึมที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพในการให้บริการด้านการแพทย์ นอกจากนี้ การแสดงผลที่ชัดเจนและการทดสอบความเสถียรของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ก็เป็นสิ่งสำคัญ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์โดยมีการประยุกต์ใช้การตรวจจับพื้นที่ (Segmentation) เพื่อตรวจจับแผลไหม้ในระดับที่หลากหลาย คือ (i) แผลไหม้ระดับที่หนึ่ง (ii) แผลไหม้ระดับที่สอง (iii) แผลไหม้ระดับที่สาม เพื่อช่วยให้การประเมินแผลไหม้เป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีนี้เราหวังว่าจะมีผลการวิจัยที่สามารถนำไปใช้ในการดูแลผู้ป่วยประสาธน์จากแผลไหม้ได้อย่างเหมาะสมและทันต่วงที่การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับแผลไหม้จะเป็นปัจจัยสำคัญในการลดภาระงานของแพทย์ ทำให้การรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดความเสี่ยงต่อผู้ป่วยจากภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น

ส่วนที่เหลือของบทความนี้มีการนำเสนอต่อต่อไปนี้ รายละเอียดของงานวิจัยก่อนหน้าหรือเกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้นำเสนอในหัวข้อที่ 2 รายละเอียดของกรอบการดำเนินงานวิจัยได้แสดงในหัวข้อที่ 3 หัวข้อที่ 4 นำเสนอรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูล หัวข้อที่ 5 แสดงรายละเอียดของการเตรียมความพร้อมของภาพก่อนที่จะนำไปในการพัฒนาโมเดล การลาเบลรูปภาพเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาโมเดลได้นำเสนอในหัวข้อที่ 6 หัวข้อที่ 7 นำเสนอการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วยโครงข่าย

ประสาทเทียมแบบสังวัตนาการ หัวข้อที่ 8 ได้นำเสนอผลการทดลองและประเมินผล และสุดท้ายหัวข้อที่ 9 นำเสนอการอภิปรายและสรุปผล

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยของ Cirillo *et al.* (2021) ได้สาธิตถึงประสิทธิภาพของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิด Convolutional Neural Network (CNN) แบบ U-Net ในการประเมินความลึกของแผลไหม้ด้วยการใช้การแบ่งส่วนค่านำของภาพจากกล้องแสงโพลาไรซ์ความสามารถสูงของแผลไหม้ โดยมุ่งเน้นในการแยกแยะลึกของแผลไหม้ในเด็กที่ได้รับการทำลายจากน้ำร้อน เพื่อแยกแยะระดับของแผลไหม้เป็น 4 ระดับ: 1) Superficial partial-thickness (รักษาภายใน 0–7 วัน) 2) Superficial to intermediate partial-thickness (รักษาภายใน 8–13 วัน) 3) Intermediate to deep partial-thickness (รักษาภายใน 14–20 วัน) 4) Deep partial-thickness (รักษาหลัง 21 วัน) และ 5) แผลไหม้ทั้งหมด (full-thickness burns) โดยอิงจากเวลาการหายของแผลที่สังเกตได้รวมทั้ง 100 รูปภาพแผลไหม้ได้รับการเก็บรวบรวม 17 รูปภาพที่มีทุก 4 ระดับของแผลไหม้ถูกนำไปใช้ในการเรียนรู้โครงข่าย และสร้างรายงาน leave-one-out cross-validation ซึ่งได้ผลความแม่นยำและ dice coefficient โดยเฉลี่ยเกือบ 97% จากนั้น 83 รูปภาพแผลไหม้ที่เหลือถูกประเมินโดยใช้โครงข่ายในขั้นตอน cross-validation และได้ค่าความแม่นยำและ dice coefficient โดยเฉลี่ยทั้งคู่ที่ประมาณ 92% เทคนิคนี้แนะนำแนวทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกในการประเมินและระบุความลึกของแผลไหม้ในภาพดิจิทัล 2 มิติ การเรียนรู้เพิ่มเติมและการปรับปรุงอัลกอริทึมในฐานะพื้นฐานเพิ่มเติมด้วยรูปภาพที่มีจำนวนมากอาจเป็นไปได้และดังนั้นเป็นที่น่าสนใจสำหรับอนาคต

ในงานวิจัย Chang *et al.* (2021) เน้นที่การประเมินขนาดของแผลไหม้ด้วยการใช้ร้อยละของพื้นที่ผิวหนังรวมของร่างกาย (%TBSA) เป็นจุดสำคัญในการจัดการผู้ป่วยที่ได้รับการเผาไหม้ การต้องการของของน้ำทำลายและโภชนาการของผู้ป่วย, ความจำเป็นในการดูแลรักษาที่หน่วยดูแลระดับสูง และความเป็นไปได้ของการเสียชีวิตมีความเชื่อมโยงตรงต่อ %TBSA (percent of total body surface area) การประมาณการพื้นที่แผลที่มีรูปร่างไม่ปกติด้วยการสังเกตเป็นเรื่องที่ทำหาย มีหลายบทความรายงานถึงความไม่เที่ยงตรงในการประมาณ %TBSA โดยแพทย์ที่แตกต่างกัน ในขั้นตอนแรก, ใช้กระบวนการ 2 ขั้นตอนเพื่อแปลงการวินิจฉัยแผลไหม้เป็น %TBSA รูปภาพของแผลไหม้ถูกเก็บรวบรวมจากบันทึกการแพทย์และได้รับการป้ายชื่อจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ ชุดข้อมูลจากนั้นถูกนำไปใน 2 โครงสร้างการเรียนรู้เชิงลึกคือ U-Net และ Mask R-CNN ทั้งสองมีการกำหนดค่าด้วย backbones 2 แบบต่างๆ เพื่อแยกแผลไหม้ ในขั้นตอนที่สอง สร้างชุดข้อมูลอีกครั้งจากรูปภาพของมือและได้ทำการป้ายชื่อเช่นเดียวกัน ข้อมูลนี้ถูกนำไปใน U-Net และ Mask R-CNN เพื่อแบ่งส่วนมือ จากนั้น %TBSA ของแผลไหม้ถูกคำนวณโดยเปรียบเทียบพิกเซลของพื้นที่มาร์คบนรูปภาพของแผลไหม้และมือของผู้ป่วยตามกฎของมือที่ระบุว่ามือหนึ่งเท่ากับ 0.8% ของ %TBSA มีการรวบรวมรวมทั้งหมด 2591 รูปภาพของแผลไหม้และมีการป้ายชื่อเพื่อสร้างชุดข้อมูลแผลไหม้ ชุดข้อมูลถูกแบ่งเป็นชุดฝึก ชุดตรวจสอบ, และชุดทดสอบอย่างสุ่มในอัตราส่วน 8:1:1 นอกจากนี้ได้รวบรวมภาพมือ 400 รูปที่ป้ายชื่อเพื่อสร้างชุดข้อมูลมือ ซึ่งถูกแบ่งเป็น 3 ชุดโดยใช้วิธีเดียวกัน สำหรับรูปภาพของแผลไหม้ Mask R-CNN ด้วย ResNet101 ได้ผลลัพธ์การแบ่งส่วนที่ดีที่สุดด้วย Dice coefficient (DC) ที่ 0.9496, ในขณะที่ U-Net ด้วย ResNet101 มี DC ที่ 0.8545 สำหรับรูปภาพมือ, U-Net และ Mask R-CNN มีประสิทธิภาพที่เทียบเท่ากันด้วยค่า DC ที่ 0.9920

และ 0.9910 ตามลำดับ ในทางสุดท้าย, ทดสอบการวินิจฉัยในผู้ป่วยที่ได้รับการเผาไหม้, Mask R-CNN ด้วย ResNet101 มีค่าเฉลี่ยของการหลุด (deviation) จากค่าจริงน้อยกว่า (0.115% TBSA) เมื่อเปรียบเทียบกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

งานวิจัยของ Jiao *et al.* (2019) มุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการวินิจฉัยบาดแผลไหม้ที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและมีโอกาสทำให้เกิดภาวะเจริญเติบโตขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อช่วยในการประเมินพื้นที่และความลึกของบาดแผลไหม้อย่างแม่นยำ วิธีปัจจุบันเช่นวัดด้วยไม้บรรทัดตรง (straight-ruler method) วิธีตัดฟิล์มแอสป์เทิร์ม (aseptic film trimming method) และวิธีถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิทัลมีปัญหาในการทำซ้ำและเปรียบเทียบได้น้อย ทำให้มีความแตกต่างมากในการประเมินบาดแผลไหม้ และทำให้ยากต่อการกำหนดเกณฑ์การประเมินที่เหมือนกันในการลดผลกระทบจากความผิดพลาดของมนุษย์และเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย งานวิจัยนี้นำเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกมาช่วยในกระบวนการวินิจฉัยบาดแผลไหม้โดยใช้โครงข่ายพินหลัง R101FA ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำสูงสุดที่ 84.51% ใน 150 รูปภาพ การใช้โครงข่ายนี้ยังแสดงผลลัพธ์ที่ดีในการแบ่งส่วนของบาดแผลไหม้ในระดับต่างๆ เช่น การแบ่งส่วนที่เป็นบาดแผลที่ผิวเป็น บาดแผลที่ผิวเป็นทึบ และบาดแผลที่ลึกบางส่วน โครงข่ายการเรียนรู้เชิงลึกนี้แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการแบ่งส่วนของบาดแผลไหม้และมีความทนทานมากในบาดแผลที่ลึกต่างๆ ทั้งนี้โครงข่ายนี้ต้องการภาพบาดแผลที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์ ทำให้สะดวกและเหมาะสมมากขึ้นเมื่อนำไปใช้ในคลินิกเทียบ

งานวิจัยของ (Wang *et al.* (2020) เสนอโมเดลพื้นฐานในการแยกส่วนของแผลเป็นโครงสร้างที่เบาและไม่ใช้ทรัพยากรคำนวณมากนัก โดยใช้โครงสร้าง MobileNetV2 และ connected component

labelling (CCL) เพื่อทำ segmentation ของพื้นที่แผลจากรูปภาพธรรมชาติ ความสามารถในการทำงานของโมเดลนี้ไม่ถูกทำลายและเทียบเท่ากับโมเดลที่ลึกขึ้นการทำงานนี้สามารถช่วยในการวินิจฉัยและรักษาแผลได้ดียิ่งขึ้น โดยการให้ข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับพื้นที่ของแผลและพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการรักษาทำให้สามารถลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากขาดความเชี่ยวชาญการทดลองทั้งหมดได้ถูกดำเนินการในช่วงของ SegNet, VGG16, U-Net, Mask-RCNN และโมเดลที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ MobileNetV2 และ CCL เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการแยกส่วนของแผลโรคเรื้อรัง โมเดลที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคล่องตัวในการทำ segmentation ของภาพเนื่องจากมีโครงสร้างที่เป็นทั้งพื้นฐานและสามารถทำงานได้ดีในสาขาการทำ segmentation รูปภาพในอนาคตผู้วิจัยมีแผนที่จะพัฒนางานต่อไปโดยใช้โมเดล multi-stream neural network ที่สกัดลักษณะรูปที่แตกต่างจากการสกัดค่า convolution ที่แตกต่างกันในโมเดลปัจจุบัน โดยในอนาคต การพัฒนาโมเดลที่ลึกขึ้นจะถูกทดสอบในชุดข้อมูลที่พวกเขาสร้างขึ้น และความสามารถในการใช้งานกับอุปกรณ์เคลื่อนที่และการคำนวณบนมือถือจะเป็นไปได้ ทั้งนี้ การเพิ่มข้อมูลในชุดข้อมูลเพื่อเสถียรภาพและความแม่นยำในการพยากรณ์ของวิธีการจะเป็นแนวทางการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยของ Liang *et al.* (2022) ได้นำเสนอโมเดล Spiking Neural Networks (SNNs) ที่มีพื้นฐานบน Retinal Ganglion Cells (RGC) เพื่อการ Segmentation ของรูปภาพการไหม้ (burn) และพื้นที่ที่ไม่ไหม้ โดยมีการใช้โมดูลที่มีโครงสร้าง Cross-layer Skip Concatenation เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าความแม่นยำของโมเดลมีค่า pixel accuracy ที่ถึง 92.89% โดยที่พารามิเตอร์ของโมเดลมีขนาดเพียง 16.6 Mbytes เท่านั้น นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการทำงานกับการประมวลผลที่

ต่ำกว่าของ hardware บนขอบ (edge hardware) ซึ่งทำให้เหมาะสมสำหรับการนำโมเดลไปใช้ในสิ่งที่ขอบ (edge) ได้งานวิจัยนี้มีความสำคัญในด้านการรักษาผู้ป่วยไหม้ เนื่องจากการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้ผู้ป่วยไหม้ในระยะแรก จำเป็นต้องพิจารณาพื้นที่ที่ไหม้เทียบกับพื้นที่ผิวรวมของร่างกาย (Total Body Surface Area - TBSA%) อย่างถูกต้อง ซึ่งการใช้ CNNs ในงานนี้มีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรคอมพิวเตอร์บนขอบ จึงทำให้ SNNs ที่พัฒนาขึ้นเป็นตัวเลือกที่ดี เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงและสามารถทำงานได้ดีกับทรัพยากรที่มีขนาดเล็กในงานวิจัยข้างต้นได้สร้างข้อมูลภาพใหม่และนำเสนอโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงในการแบ่งแยกพื้นที่ไหม้และพื้นที่ปกติ โดยมีความพยายามที่จะทำให้โมเดลมีขนาดเล็ก และทำงานได้ดีกับ hardware บนขอบเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและมีต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ยังมีแผนการที่จะพัฒนาอุปกรณ์พกพาที่สามารถใช้โมเดลในการช่วยในการวินิจฉัยพื้นที่ไหม้ ในงานวิจัยข้างต้นได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายและมีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการวินิจฉัยทั้งหมดของการรักษาผู้ป่วยไหม้ ในอนาคตจะมีการพัฒนาต่อยอดโดยพิจารณาวิธีการเร่งความเร็วในกระบวนการเรียนรู้ (training) และใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อทำให้โมเดลมีขนาดเล็กยิ่งขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานบน hardware ที่มีขนาดเล็กยิ่งขึ้น และยังมีแผนที่จะพัฒนาอุปกรณ์พกพาที่สามารถนำโมเดลไปใช้ในการวินิจฉัยพื้นที่ไหม้ได้อย่างสะดวก

งานวิจัยของ Chauhan & Goyal (2021) ได้นำเสนอวิธีการที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (CNN) เพื่อทำการ Segmentation ของพื้นที่ที่ได้รับการเผาไหม้ในภาพสี โดยใช้ชุดข้อมูลภาพที่เตรียมไว้ล่วงหน้า ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพที่สูงเมื่อเทียบกับวิธีการที่มีอยู่แล้ว ด้วยค่า Mathews correlation coefficient (MCC) ที่ถึง 77.6% และความแม่นยำที่ 93.4% ซึ่งมีการปรับปรุงขึ้นถึง 11.6/5.8/6.9/1.2% ในความแม่นยำของ precision, Dice similarity

coefficient, Jaccard index และ specificity เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่สองผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่เสนอเมื่อเทียบกับวิธีที่มีอยู่แล้ว นอกจากนี้ วิธีการ Segment ระดับพิกเซลที่เสนอยังสามารถช่วยในการประเมินพื้นที่ผิวที่ได้รับการเผาไหม้และความรุนแรงของการเผาไหม้ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพที่ดีในเวลาที่ยรวดเร็ว

งานวิจัยของ Ameli *et al.* (2023) ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมรูปภาพที่มีการกีดกร่อนจากระบบโครงสร้างสะพานทั้งหมด 514 รูป ที่มีความรุนแรงของการกีดกร่อนต่างๆ และทำการปิดประกาศที่ละพิกเซลบนแต่ละรูปภาพ โดยการปิดประกาศนี้ถูกแบ่งเป็นสามหมวดหลักคือ “Fair”, “Poor”, และ “Severe” โดยกระบวนการปิดประกาศนี้ได้ปฏิบัติตามคำแนะนำที่ระบุในคู่มือของผู้ตรวจสอบสะพาน (BIRM) และกฎระเบียบของสมาคมทางหลวงและขนส่งรัฐ (AASHTO) สำหรับการกีดกร่อน (defect #1000) การปิดประกาศที่ระดับพิกเซลนี้ทำให้สามารถนำขั้นตอนการประเมินสภาพการกีดกร่อนโดยตรงไปใช้ในการประเมินสภาพการกีดกร่อนในทางปฏิบัติได้ เส้นทางรูปภาพที่รวบรวมและปิดประกาศที่เกี่ยวข้องสามารถพบออนไลน์และนำมาให้การสนับสนุนที่มีประโยชน์ในการพัฒนาโมเดล segmentation โดยการให้รูปภาพคุณภาพสูงและปิดประกาศที่เกี่ยวข้อง สองอัลกอริทึม segmentation ที่ทันสมัย Mask RCNN และ YOLOv8 ถูกเลือกและฝึกฝนบนชุดข้อมูลที่ได้ปิดประกาศเพื่อทำ segmentation ระดับพิกเซลและการจัดอันดับสภาพการกีดกร่อน กระบวนการฝึกนี้ได้รวมถึงการปรับพารามิเตอร์หลายประการเพื่อให้ได้น้ำหนักที่ดีที่สุดของเลเยอร์คอนโวลูชันสำหรับการประเมินความรุนแรงของการกีดกร่อนที่แม่นยำและเชื่อถือได้ โมเดล Mask RCNN และ YOLOv8 ที่ได้ฝึกฝนได้รับค่า mAP50 ที่ 0.674 และ 0.726 บนรูปภาพทดสอบ ซึ่งเป็นสัญญาณที่ว่า

โมเดลสามารถทำ segmentation โดยให้ค่าความแม่นยำที่มีระดับมีเหตุอยู่ (IoU = 50%) ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ Mask RCNN และ YOLOv8 ที่ถูกฝึกฝนในการทำ segmentation และการจัดอันดับของการกีดกร่อน

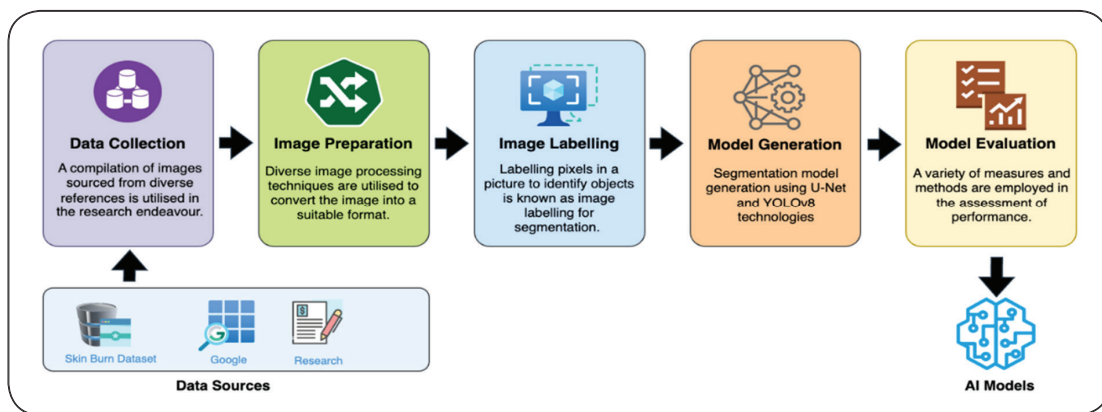
งานวิจัยของ Che *et al.* (2023) ได้นำเสนอการทำ segmentation รูปภาพได้น้ำหนักกับปัญหาที่ซับซ้อน เช่น ประเภทเป้าหมาย จำนวน ขนาด และการบดบังจากสิ่งแวดล้อม วิธี segmentation ที่พึ่งพาการปิดประกาศมือถือและความเชี่ยวชาญมากมาย มีความแม่นยำและประสิทธิภาพต่ำ จึงเลือกใช้วิธี segmentation รูปภาพที่พึ่งพา deep learning บน YOLOv8 โดยเพิ่มโมดูล adaptive self-supervised learning (Convnext V2), lightweight network (Slim Neck), และ dynamic sparse attention mechanism (Biformer) เพื่อปรับปรุง YOLOv8 สำหรับ segmentation ระดับเดียวของเป้าหมาย ได้น้ำหนักที่แตกต่าง โมดูล Convnext V2 นำเข้าหน่วย global response normalization (GRN) เพื่อเสริมความแข็งแกร่งของลักษณะและลดการคำนวณของโมเดล นอกจากนี้ นี่ยังออกแบบ slim neck network ที่ประสิทธิภาพสูง ด้วย dense convolution ใน lightweight convolution module (GSConv) และ cross-level network structure (VoV-GSCSP) การนำเข้า dynamic sparse attention mechanism ของ Biformer ทำให้ได้การจัดสรรการคำนวณที่ยืดหยุ่นและการรับรู้เนื้อหาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การทดลองเปรียบเทียบแสดงว่า อัลกอริทึมที่ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในการทำ segmentation ทำให้เพิ่มความเร็วของ segmentation และปรับปรุงความแม่นยำบน dual-target dataset mAP ปรับปรุงขึ้น 3.5% จาก 0.753 เป็น 0.779 และ FPS ปรับปรุงขึ้น 86% จาก 63 เป็น 117 การทดลองยืนยันว่า อัลกอริทึมที่ปรับปรุงนี้สามารถใช้สำหรับ segmentation รูปภาพ ได้น้ำหนักที่แตกต่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยของ Liszka & Sofie (2023) ในงานวิจัยนี้สำรวจความเป็นไปได้ของการใช้โมเดล computer vision เช่น YOLO และ U-Net ในการตรวจจับและแบ่งแยกต้นไม้ที่ปลูกใหม่ในพื้นที่ที่ถูกตัดล้าง เรายังเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทั้งสองกับและโดยไม่เพิ่มข้อมูลเพื่อดูว่าการปรับปรุงโมเดลได้ดีขึ้นหรือไม่ รูปภาพ RGB และ RGB-D ถูกเก็บรวบรวมโดยใช้กล้องสเตอริโอ ZED 2i stereo มีโมเดลทั้งสองที่น่าเสนอ โดยหนึ่งในการตรวจจับต้นไม้ในภาพ RGB ที่ถ่ายจากมุมมองด้านบนและอีกหนึ่งในการแบ่งแยกลำต้นต้นไม้จากรูปภาพ RGB-D ที่ถ่ายจากมุมมองด้านข้าง จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อให้สามารถใช้โมเดลในการประเมินการปลูกต้นไม้ใหม่เพื่อให้สามารถทำการปลูกต้นไม้อัตโนมัติได้ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า YOLOv8s มีศักยภาพที่ดีในการตรวจจับต้นไม้จากมุมมองด้านบนและโมเดล YOLOv8s-seg ในการแบ่งแยกลำต้นต้นไม้โมเดล YOLOv8s-seg ทำงานได้ดีมากขึ้นในการแบ่งแยกลำต้นเมื่อเทียบกับโมเดล U-Net งานวิจัยนี้นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ computer vision ในการปลูกต้นไม้ที่มีประสิทธิภาพและทำได้ในทางนิเวศที่มีความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในอนาคต

3. กรอบการดำเนินงานวิจัย

ในหัวข้อนี้แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย การตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ (i) การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) (ii) การประมวลผลภาพ (Image Processing) (iii) การระบุประเภทข้อมูล (Data Labelling) (iv) การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ (Model Generation) (v) การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (Evaluation) ซึ่งสามารถแสดงดังภาพประกอบ 1

จากแผนภาพการดำเนินงานวิจัย ดังภาพประกอบ 1 เริ่มต้นด้วยขั้นตอนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอนแรก ในงานวิจัยนี้นั้นมีการรวมชุดข้อมูลสองชุดข้อมูลเข้าด้วยกัน คือ ชุดข้อมูลที่รวบรวมจาก Kaggle ซึ่งเป็นชุดข้อมูลสาธารณะ ซึ่ง Kaggle เป็นเว็บไซต์ที่นักวิจัยหรือผู้ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมเข้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูลและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง และชุดข้อมูลที่รวบรวมด้วยตนเองจาก Google ซึ่งเป็นรูปภาพแผลไหม้ระดับความรุนแรงต่างๆ จากการค้นหาด้วยคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแผลไหม้ โดยรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นแสดงไว้ในหัวข้อที่ 4



ภาพประกอบ 1 กรอบการดำเนินงานวิจัยของการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้

การเตรียมความพร้อมของภาพ เนื่องจากในงานวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลมาจากหลายแหล่งบน Google ร่วมกับข้อมูลจาก Kaggle ทำให้ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา มีรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน ทั้งรูปแบบของภาพ ขนาดของภาพ ทำให้ต้องมีการเตรียมความพร้อมของภาพเสียก่อน จึงจะนำไปประมวลผลในขั้นต่อไปได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ภาพแต่ละภาพต้องมีการเปลี่ยนนามสกุลของรูปภาพ และมีการปรับมาตราส่วนของรูปภาพ เพื่อให้ชุดข้อมูลเหมาะสมแก่การนำไปตรวจหาระดับความรุนแรงแผลไหม้บนตัวเอง รายละเอียดของ เมื่อมีการเตรียมความพร้อมของภาพไปแล้ว ก่อนที่จะนำภาพไปใช้ในการสร้างโมเดล จำเป็นต้องมีการเตรียมไฟล์กำกับพื้นที่บริเวณที่สนใจ เพื่อนำข้อมูลไปเป็นชุดข้อมูลนำเข้าในการเรียนรู้ของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งการระบุประเภทข้อมูลนั้น จะเป็นการระบุว่าภาพแผลไหม้ในรูปนั้นเป็นภาพแผลไหม้ระดับความรุนแรงระดับใด

การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ในงานวิจัยนี้ มีการสร้างและพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ ซึ่งใช้ชุดข้อมูลที่รวบรวมมาเป็นข้อมูลนำเข้าในการเรียนรู้โมเดลปัญญาประดิษฐ์ จากนั้นโมเดลจะระบุความรุนแรงของแผลไหม้ โดยในงานวิจัยนี้จะมีการประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงลึก 2 วิธี ได้แก่ U-Net และ YOLOv8 เพื่อเป็นอัลกอริทึมในการพัฒนาโมเดลดังกล่าว และก่อนที่จะนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ได้นั้น ต้องมีการประเมินประสิทธิภาพ เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบเพื่อหาว่าโมเดลปัญญาประดิษฐ์ใดที่ตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ได้ดีกว่า จึงทำให้ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากการสร้างโมเดลและพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และมีการประเมินประสิทธิภาพ

ของโมเดลในการตรวจจับแผลไหม้ และนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในหัวข้อนี้แสดงรายละเอียดของการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะมีจำนวน 2,000 ภาพ ซึ่งมีการเก็บรวบรวมมาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ (i) ข้อมูลสาธารณะ (Open Data), (ii) ข้อมูลจาก Google และ (iii) ข้อมูลจากงานวิจัย โดยรายละเอียดของการรวบรวมนั้นจะแสดงไว้ในหัวข้อย่อยที่ 4.1 ถึงหัวข้อย่อยที่ 4.3 ตามลำดับ

4.1 ข้อมูลสาธารณะ (Open Data)

ข้อมูลภาพจำนวน 1,300 ภาพได้ทำการดาวน์โหลดจากแหล่ง ข้อมูลสาธารณะ kaggle.com โดยข้อมูลชุดนี้ได้เก็บข้อมูลรูปภาพที่มีแผลไหม้มาจากผู้ที่ได้รับแผลไหม้แบบต่างๆ ซึ่งชื่อของชุดข้อมูลดังกล่าวมีชื่อว่า Skin Burn Dataset¹ โดยชุดข้อมูลจะประกอบไปด้วยรูปภาพที่มีระดับความรุนแรงของแผลไหม้ในระดับต่างๆ โดย และจะมีป้ายกำกับอยู่ในรูปแบบของ YOLO โดยจะมีคลาส 0, 1, และ 2 ซึ่งแสดงถึงการไหม้ระดับหนึ่ง การไหม้ระดับสอง และการไหม้ระดับสามตามลำดับ โดยตัวอย่างของภาพที่มาจาก Skin Burn Dataset นั้น สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 2

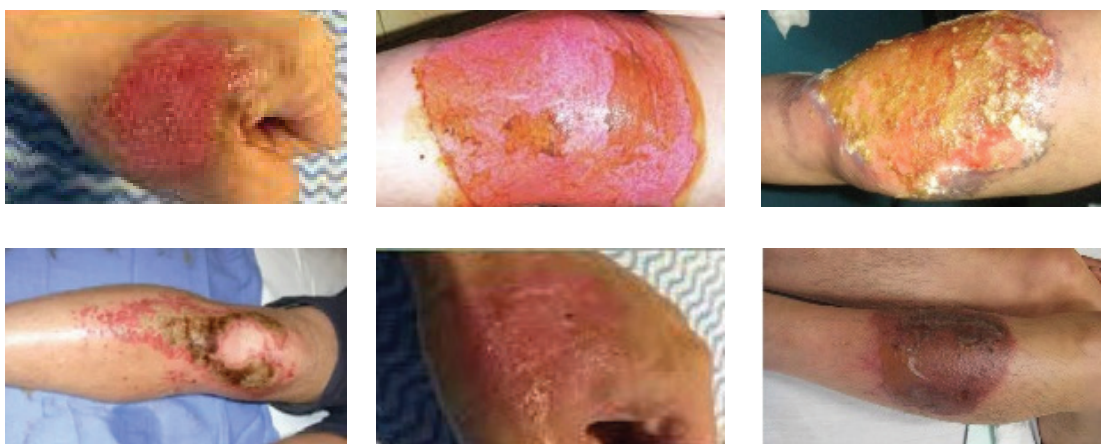
4.2 ข้อมูลจาก Google

ข้อมูลภาพจำนวน 650 ภาพ ได้ถูกรวบรวมเพิ่มเติมจากการค้นหาค้นหาบน Google.com โดยจะมีคำสำคัญที่ใช้ในค้นหาเกี่ยวข้องกับ แผลไหม้ เพราะถ้าหากค้นหาแผลไหม้ตรงๆ ข้อมูลรูปภาพแผลไหม้

¹ <https://www.kaggle.com/datasets/shubhambaid/skin-burn-dataset>

ที่ได้จะไปตรงกับรูปภาพแผลไหม้จากข้อมูลสาธารณะเป็นจำนวนมาก โดย Key word ในการรวบรวมข้อมูลรูปภาพแผลไหม้ ได้แก่ Chemical burn, Sun burn, Skin burn form falling, Burn form hot water, Skin burn from ice และ Skin burn from chemical เป็นต้น แต่เนื่องด้วยข้อมูลที่คั่นหานั้นมีจำกัด นอกจากจะทำการค้นหาด้วยภาษาภาษาอังกฤษแล้วยังมีการค้นหาด้วยภาษาต่างๆ กัน ตัวอย่างเช่น ภาษาเกาหลี

ภาษาญี่ปุ่น ภาษาจีน ภาษายูเครน และภาษาฝรั่งเศส เข้ามาช่วยในการรวบรวมข้อมูลรูปภาพแผลไหม้ เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูล คำสำคัญในการค้นหาของแต่ละภาษาสามารถสรุปได้ดังตาราง 1 ต่อไปนี้ และสามารถแสดงตัวอย่างของภาพที่ได้จาก Google ได้ภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อมูลภาพจาก Skin Burn Dataset

ตาราง 1 ตัวอย่างของคำสำคัญที่ใช้ในการค้นหา

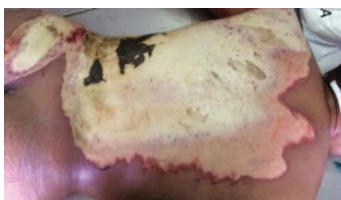
ภาษา	คำสำคัญที่ใช้ในการ Search
อังกฤษ	Chemical burn, Sun burn, Skin burn form falling, Burn form hot water, Skin burn from ice และ Skin burn from chemical
ญี่ปุ่น	化学火傷、日焼け、転倒による皮膚火傷、熱湯による火傷、氷による皮膚火傷 และ 化学物質による皮膚火傷
จีน	化學燒傷、曬傷、掉落皮膚燒傷、熱水燒傷、冰燒傷皮膚 และ 化學燒傷皮膚
ยูเครน	Хімічний опік, Сонячний опік, Опік шкіри від падіння, Опік від гарячої води, Опік шкіри від льоду และ Опік шкіри від хімічних речовин
ฝรั่งเศส	Brûlure chimique, Coup de soleil, Brûlure cutanée due à une chute, Brûlure causée par l'eau chaude, Brûlure cutanée causée par la glace และ Brûlure cutanée causée par un produit chimique
เกาหลี	화학화상, 일광화상, 낙하로 인한 화상, 뜨거운 물에 의한 화상, 얼음으로 인한 화상, 화학물질로 인한 화상



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อมูลภาพจาก Google



(Suha & Sanam, 2022)



(Tran et al., 2016)



(Pabitha & Vanathi, 2020)

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อมูลภาพจากงานวิจัย

4.3 ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลภาพจำนวน 50 ภาพ ได้ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลรูปภาพแปลใหม่จะทำให้การตัดภาพจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Suha & Sanam, 2022; Tran et al., 2016; Şevik evik et al., 2019; Pabitha & Vanathi, 2020) ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของภาพที่ได้จาก Google ได้ภาพประกอบ 4

5. การเตรียมความพร้อมของภาพ

หัวข้อนี้แนะนำการเตรียมความพร้อมของภาพก่อนที่จะนำไปใช้ในการสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ทั้งนี้ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีการรวบรวมมาจากหลายวิธี ทำให้ข้อมูลเนื่องจากข้อมูลที่ได้อาจมาจากการรวบรวมชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยนั้น เป็นการรวบรวมข้อมูลมาจากหลายแหล่ง ทำให้ข้อมูลที่ได้มานั้นไม่มี

ความสอดคล้องกันเช่น รูปแบบของภาพ และขนาดของภาพไม่เหมือนกัน จึงต้องมีกระบวนการเตรียมความพร้อมของข้อมูล โดยหัวข้อย่อยที่ 5.1 นำเสนอการแปลงรูปแบบรูปภาพ และหัวข้อย่อยที่ 5.2 นำเสนอการปรับมาตราส่วนของภาพ

5.1 การแปลงรูปแบบรูปภาพ

จากที่กล่าวไปแล้วก่อนหน้านี้ว่า ชุดข้อมูลที่ได้อาจรวบรวมมาจากหลายแหล่งและมีไฟล์ที่มีนามสกุลต่างกัน เช่น PNG, JPEG, JPG, JFIF, BMP, AVIF และ HTML Document ในการประมวลผลภาพถ่ายและจัดหมวดหมู่ประเภทข้อมูล จำเป็นต้องมีภาพถ่ายที่มีความละเอียดสูงในระดับพิกเซล และเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ต่อไป จึงมีการเปลี่ยนนามสกุลไฟล์เป็น .TIF เนื่องจากไฟล์ .TIF เป็นที่รู้จักดีในเรื่องความละเอียดที่เหนือกว่า ทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลรูปภาพได้ในปริมาณ

Algorithm 1: File Format Transformation

```
function convertToTIFRecursive(currentFolder):  
  for each file in listFiles(currentFolder):  
    if isDirectory(file):  
      convertToTIFRecursive(file)  
    else:  
      fileExtension = getFileExtension(file)  
      if isImageFile(fileExtension) or  
        isHTMLDocument(fileExtension):  
        convertToTIF(file)  
      endif  
    endif  
  end for  
end
```

Algorithm 2: File Name Converter

```
function FilenamesConverter(currentFolder):  
  FileNo = 1  
  for each file in listFiles(currentFolder):  
    if isDirectory(file):  
      FilenamesConverter(file)  
    else:  
      newFilename = genFilename(file, FileNo)  
      renameFile(file, newFilename)  
      FileNo = FileNo + 1  
    endif  
  end for  
end
```

ที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงนี้ยังนำไปสู่การเพิ่มขนาดข้อมูล อันเป็นผลมาจากความละเอียดของภาพที่ปรับปรุงแล้ว กระบวนการแปลงรูปแบบข้อมูลภาพ สามารถแสดงได้ดังขั้นตอนวิธีที่ 1 ต่อไปนี้

จากขั้นตอนวิธีที่ 1 สามารถสรุปฟังก์ชันต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้ (i) isDirectory(path) เป็นฟังก์ชันใช้ตรวจสอบว่า path ที่กำหนดให้เป็นไดเรกทอรีหรือไม่ (ii) listFiles(folder) เป็นฟังก์ชันที่ทำหน้าที่แสดงรายการของไฟล์ที่อยู่ใน folder ที่กำหนด

(iii) getFileExtension(filePath) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ดึงนามสกุลของไฟล์จาก filePath ที่กำหนด (iv) isImageFile(fileExtension) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ตรวจสอบว่านามสกุลของไฟล์ที่กำหนดสอดคล้องกับรูปภาพหรือไม่ (v) isHTMLDocument(fileExtension) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ตรวจสอบว่านามสกุลของไฟล์ที่กำหนดสอดคล้องกับเอกสาร HTML หรือไม่ (vi) convertToTIF(inputFilePath) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ดำเนินการแปลงไฟล์ที่กำหนดให้เป็นไฟล์ TIF

5.2 การเปลี่ยนชื่อรูปภาพ

เนื่องจากการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้ จำเป็นที่จะต้องเตรียมข้อมูลนำเข้าเป็น 2 ข้อมูลด้วยกัน ได้แก่ ข้อมูลภาพ และข้อมูลลาเบลระบุพื้นที่บริเวณแผลไหม้และระดับของแผลไหม้ ซึ่งทั้ง 2 ข้อมูลนี้ จำเป็นต้องมีชื่อไฟล์ที่เหมือนกันระหว่างรูปภาพที่เป็นต้นฉบับ และรูปภาพลาเบล ดังนั้น จึงมีการเปลี่ยนชื่อรูปภาพระหว่างรูปภาพที่เป็นต้นฉบับ และรูปภาพที่ระบุประเภทข้อมูลให้มีชื่อที่เหมือนกัน โดยจะตั้งชื่อไฟล์เป็นตัวเลข ดังมีการทำงานตามขั้นตอนวิธีการที่ 2 ต่อไปนี้

จากขั้นตอนวิธีที่ 2 สามารถสรุปฟังก์ชันต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้ (i) FilenamesConverter(currentFolder) เป็นฟังก์ชันหลักที่รับที่อยู่ของโฟลเดอร์เริ่มต้นและเริ่มกระบวนการแปลงชื่อไฟล์ในโฟลเดอร์นี้และโฟลเดอร์ย่อยทั้งหมด (ii) if isDirectory(file) เป็นฟังก์ชันที่ตรวจสอบว่าไฟล์นั้นเป็นโฟลเดอร์หรือไม่ (iii) FilenamesConverter(file) เป็นฟังก์ชันที่ถ้าเป็นโฟลเดอร์ ทำการเรียกตัวเองเพื่อทำการแปลงชื่อไฟล์ในโฟลเดอร์ย่อย (iv) genFilename(file, FileNo) เป็นฟังก์ชันที่ถ้าไม่ใช่โฟลเดอร์ให้สร้างชื่อไฟล์ใหม่โดย

เพิ่ม running number ที่ได้จาก genFilename และ (v) renameFile(file, newFilename) เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนชื่อไฟล์เดิมเป็นชื่อไฟล์ใหม่

5.3 การปรับมาตราส่วนของภาพ

ตามที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ ชุดข้อมูลภาพที่ได้รับรวบรวมมานั้นมีขนาดและความละเอียดไม่เท่ากัน หากทำการปรับรูปภาพด้วยการเพิ่มหรือลดขนาด อาจจะทำให้ข้อมูลเพี้ยนไปจากเดิมได้ ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการเลือกใช้การปรับมาตราส่วนหรือปรับอัตราส่วนของรูปภาพให้อยู่ในอัตราส่วน 16:9 เหมือนกันทุกรูปภาพ และผลลัพธ์จากการปรับอัตราส่วน โดยการปรับอัตราส่วนนั้น มีการใช้งานโปรแกรม Adobe Photoshop 2023 ในการปรับอัตราส่วนของรูปภาพ เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวนี้ สามารถยืดหยุ่นในการปรับอัตราส่วนได้ และสามารถสลับอัตราส่วนระหว่าง 16:9 กับ 9:16 ได้อีกด้วย หลังจากปรับอัตราส่วนเสร็จแล้ว ทำการเซฟไฟล์เป็นนามสกุล .TIF ตัวอย่างของภาพที่ผ่านการปรับมาตราส่วนสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 5 โดยชุดภาพทางซ้ายเป็นภาพดั้งเดิม และ ชุดภาพทางขวาเป็นภาพที่ปรับมาตราส่วนแล้วเป็น 16:9

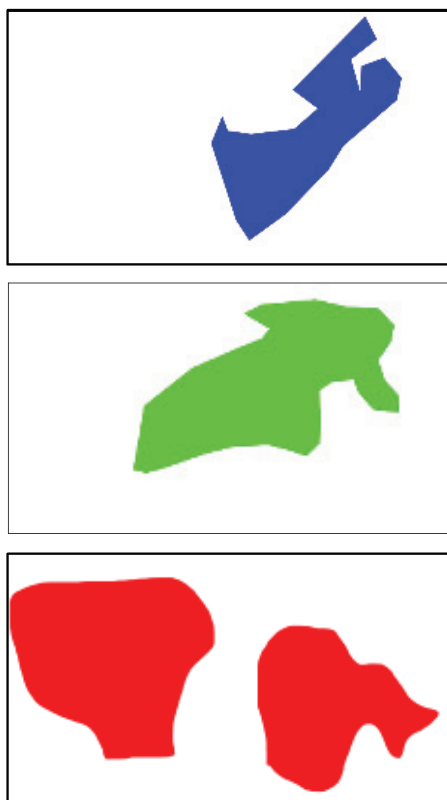


ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างของภาพที่ปรับมาตราส่วนเป็น 16:9

6. การติดป้ายกำกับรูปภาพ

ในหัวข้อนี้จะอธิบายการติดป้ายกำกับ หรือ การลาเบลข้อมูลสำหรับ Image Segmentation เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการสร้างชุดข้อมูล เพื่อใช้ในการสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยในงานวิจัยนี้ Adobe Photoshop 2023 เป็นเครื่องมือ ที่ถูกใช้ในการลาเบลภาพ โดยลาเบลพื้นที่หรือวัตถุ ที่ต้องการให้โมเดลทำนายหรือตรวจจับ โดยการ กำหนดตัวเลือกหรือป้ายกำกับตามเครื่องมือที่ใช้ โดยใช้เครื่องมือลาเบลที่เลือกเพื่อวาดพื้นที่หรือเส้นโค้ง รอบตัวของวัตถุที่ต้องการ Segment และมีขั้นตอน ในการดำเนินการลาเบลข้อมูลดังนี้ (i) เพิ่มรูปภาพ แผลไหม้เข้าไปใน Adobe Photoshop 2023 (ii) เลือกใช้ Tool ที่มีชื่อว่า Polygonal Lasso tool ในการกำหนดพื้นที่ในรูปภาพแผลไหม้ โดยทำการ

ล้อมรอบพื้นที่แผลไหม้ (iii) เมื่อระบุพื้นที่ที่สนใจได้ แล้ว จะทำการสร้าง Layer ใหม่ขึ้นมา เพื่อที่จะทำให้ พื้นหลังของรูปภาพเป็นสีขาว (iv) เลือกใช้ Tool ที่มีชื่อว่า Quick Selection tool ในการเลือกพื้นที่ที่ สนใจทั้งหมดในรูปภาพนั้น หลังจากนั้นจะทำการ เทสีลงไปในพื้นที่ที่สนใจ ซึ่งสีที่ใช้ในการระบุประเภท ข้อมูล มีทั้งหมด 3 สีด้วยกัน ซึ่งมีเฉดสี RGB ได้แก่ สีน้ำเงิน (0, 0, 255), สีเขียว (0, 255, 0), และสีแดง (255, 0, 0) ซึ่งในแต่ละสีจะมีความหมายที่แตกต่างกัน นั่นคือ (i) สีน้ำเงิน หมายถึง ความรุนแรงแผลไหม้ ระดับที่หนึ่ง (ii) สีเขียว หมายถึง ความรุนแรงแผลไหม้ระดับที่สอง (iii) สีแดง หมายถึง ความรุนแรง แผลไหม้ระดับที่สาม ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของ ภาพที่ระบุประเภทข้อมูล ได้ดังภาพประกอบ 6 โดย ชุดข้อมูลทางซ้ายคือภาพต้นฉบับ และชุดข้อมูลทาง ขวา คือภาพป้ายกำกับ



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างติดป้ายกำกับภาพ

7. การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์

ในหัวข้อนี้แสดงรายละเอียดของการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้โดยใช้โมเดลการแบ่งส่วน (Segmentation) โดยใช้สถาปัตยกรรม U-Net และ YOLOv8 ซึ่งพัฒนาโดยใช้ Python 3.11.0, Keras 3.0 และ Tensorflow 2.14.0 ตามลำดับและได้รับการเรียนรู้ด้วย NVIDIA GeForce GTX 1050 Laptop GPU – 3GB GDDR5 โดยในหัวข้อย่อยที่ 7.1 นำเสนอรายละเอียดของการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วย U-Net หัวข้อย่อยที่ 7.2 นำเสนอรายละเอียดของการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วย YOLOv8

7.1 การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วย U-Net

การสร้างโมเดลด้วย U-Net เป็นกระบวนการที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เพื่อให้โมเดลสามารถตรวจจับและแยกแยะวัตถุได้ดี ซึ่งโครงสร้างของ U-Net มีรูปแบบของ U ที่มีทางเดินทางสั้นสำหรับการนำข้อมูลออกมาหลังจากทำ Feature Extraction โดยมีขั้นตอนในการสร้างโมเดลดังนี้ในการสร้างโมเดล U-Net จำเป็นที่จะต้องมีการเตรียมภาพต้นฉบับและภาพที่ติดป้ายกำกับ โดยผู้วิจัยจะนำชุดข้อมูลไปเก็บไว้ที่ Google Drive เพื่อที่จะสามารถเรียกมาใช้ใน Google Colab ได้อย่างสะดวก การสร้างโมเดล U-Net จะมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกันได้แก่ ส่วนของเ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) เป็นส่วนที่ใช้ในการทำ Feature Extraction ของภาพและทำการลดขนาดฟีเจอร์ ซึ่งผู้วิจัยมีการลดขนาดของฟีเจอร์โดยใช้ MaxPooling2D โดยแต่ละขนาดจะเท่ากับ 16, 32, 64, 128 ตามลำดับ และส่วนของดีโค้ดเดอร์ (Decoder) เป็นส่วนที่ใช้ในการขยายขนาดของฟีเจอร์ ซึ่งจะมีการขยายขนาดฟีเจอร์เท่ากับ 128, 64, 32, 16 ตามลำดับ (Singh & Nongmeikapam, 2022) นอกจากนี้มีการใช้คอนโวลูชันเลเยอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าคือ 160 เพื่อเพิ่มความซับซ้อนของโมเดล อยู่ระหว่าง

ส่วนของเ็นโค้ดเดอร์และดีโค้ดเดอร์ หลังจากนั้นทำการปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์ เป็นตัวแปรการกำหนดค่าภายนอกเพื่อจัดการการเรียนรู้โมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยจะส่งผลให้โมเดลมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น หรือต้องการลดค่าความสูญเสียของโมเดลให้มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งผู้วิจัยจะทดลองการปรับแต่งไฮเปอร์พารามิเตอร์ออกเป็น 5 โมเดล ซึ่งในแต่ละโมเดลจะมีการปรับแต่งไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน โดยการปรับแต่งจะมีการเพิ่มจำนวนคอนโวลูชันและเพิ่มขนาดหรือลดขนาดของคอนโวลูชัน และวิธีการกำหนดน้ำหนัก (Kernel Initializer) มีรูปแบบที่แตกต่างกันในแต่ละโมเดล (Román *et al.*, 2023) เพื่อหาว่าการปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์แบบใดให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า เมื่อทำการปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์ตามที่ต้องการเสร็จแล้ว จากนั้นจะทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของโมเดล ซึ่งในแต่ละโมเดลจะมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมือนกัน คือ จำนวน Epochs เท่ากับ 100, Batch Size เท่า 8 และขนาดของข้อมูลที่ใช้เรียนรู้โมเดลมีอัตราส่วน 8:2 โดยอัตราส่วนในการเรียนรู้ข้อมูลคือ 80% และอัตราส่วนในการทดสอบข้อมูลคือ 20%

7.2 การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วย YOLOv8

ในการสร้างโมเดล YOLOv8 เป็นกระบวนการเรียนรู้เชิงลึกในการตรวจจับและแยกแยะวัตถุในภาพ ซึ่งพัฒนามาจาก YOLO ที่เป็นโมเดลในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งขั้นตอนในการสร้างโมเดลมีดังนี้ทำการจัดการและปรับปรุงรูปภาพด้วย Roboflow จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นเป็นฐานข้อมูลในการเรียนรู้ของโมเดล เนื่องจากผู้วิจัยอยากทราบว่า YOLOv8 เวอร์ชันใดให้ประสิทธิภาพในการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้ได้ดีที่สุด จึงทำให้มีการใช้งานโมเดล YOLOv8 ทั้งหมด 5 โมเดลด้วยกัน ได้แก่ YOLOv8-S, YOLOv8-L, YOLOv8-M, YOLOv8-N และ YOLOv8-X เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ระหว่างโมเดล YOLOv8 ด้วยกัน ซึ่งพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของโมเดลทั้ง 5 โมเดลจะมีการตั้งค่าที่เหมือนกัน คือ จำนวน Epochs เท่ากับ 100 รอบ ขนาดของ Batch Size เท่ากับ Auto และมี Image Size เท่ากับ 640 พิกเซล

8. การวัดและประเมินผล

ในหัวข้อนี้เพื่อต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ U-Net และ YOLOv8 เนื้อหาของหัวข้อนี้จึงแบ่งออกเป็นผลของการสร้างโมเดลด้วย U-Net และ YOLOv8 โดยแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 8.1 และในหัวข้อที่ 8.2 แสดงผลเปรียบเทียบของการนำเอาโมเดลทั้ง U-Net และ YOLOv8 ไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ

8.1 การสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วย U-Net และ YOLOv8

เพื่อต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ U-Net และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้โดยใช้โมเดลการแบ่งส่วน ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองการด้วยสถาปัตยกรรม U-Net ที่แตกต่างกัน 5

โมเดล ซึ่งจะมีการปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ จำนวนของชั้นคอนโวลูชัน, ขนาดของคอนโวลูชันในแต่ละชั้น และวิธีการกำหนดน้ำหนัก (Lee *et al.*, 2022) สามารถแสดงข้อแตกต่างได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ข้อแตกต่างระหว่างสถาปัตยกรรม U-Net 5 โมเดล

Model Algorithm	Convolutional Layer Additional	Kernel_INITIALIZER
Unet_1	2 (160), (160)	he_normal
Unet_2	1 (160)	he_uniform
Unet_3	2 (160), (200)	zeros, he_uniform
Unet_4	4 (60), (30), (90), (160)	he_normal
Unet_5	2 (160), (200)	he_uniform, random_uniform

ตาราง 3 ผลการทดสอบประเมินผลลัพธ์โมเดล U-Net

Model Algorithm	Training		Validation	
	Accuracy	Loss	Accuracy	Loss
Unet_1	0.939	0.165	0.791	0.798
Unet_2	0.812	0.476	0.782	0.591
Unet_3	0.823	0.444	0.785	0.572
Unet_4	0.859	0.370	0.776	0.681
Unet_5	0.866	0.351	0.776	0.686

จากตาราง 2 แสดงรายละเอียดข้อแตกต่างระหว่างสถาปัตยกรรม U-Net 5 โมเดลได้ดังนี้ (i) โมเดลที่หนึ่ง มีการเพิ่มคอนโวลูชันเลเยอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่า (16, 32, 64, 128) ออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นส่วนของเอ็นโค้ดเดอร์ ซึ่งมีขนาด 160 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_normal และส่วนที่สองจะเป็นส่วนของดีโค้ดเดอร์ ซึ่งมีขนาด 160 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_normal (ii) โมเดลที่สอง มีการเพิ่มคอนโวลูชันเลเยอร์ 160 ในส่วนของเอ็นโค้ดเดอร์ และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_uniform (iii) โมเดลที่สาม มีการเพิ่มคอนโวลูชันเลเยอร์ออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกอยู่ที่เอ็นโค้ดเดอร์ ซึ่งมีขนาด 160 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น zeros ส่วนที่สองจะเป็นส่วนของดีโค้ดเดอร์ ซึ่งมีขนาด 200 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_uniform (iv) โมเดลที่สี่ มีการเพิ่มคอนโวลูชันเลเยอร์ทั้งหมด 4 เลเยอร์ โดยจะอยู่ที่เอ็นโค้ดเดอร์ทั้งหมด โดยมีขนาด 60, 30, 90, 160 ตามลำดับ และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_uniform (v) โมเดลที่ห้า มีการเพิ่มคอนโวลูชันเลเยอร์ออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกอยู่ที่เอ็นโค้ดเดอร์ ซึ่งมีขนาด 160 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น he_uniform ส่วนที่สองจะอยู่ที่ดีโค้ดเดอร์ มีขนาด 200 และมีวิธีการกำหนดน้ำหนักเป็น random_uniform

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบระหว่างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ U-Net และ YOLOv8 จึงสามารถแสดงโมเดลที่มีค่าความแม่นยำมากที่สุดของโมเดล U-Net ได้ดังตาราง 3 และสามารถแสดงโมเดลที่มีค่าความแม่นยำที่สุดของโมเดล YOLOv8 ได้ดังตาราง 4

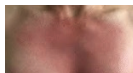
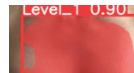
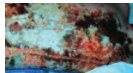
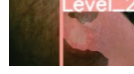
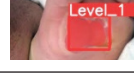
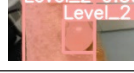
จากตาราง 3 แสดงผลการทดสอบประเมินผลลัพธ์ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่หนึ่งมีค่าความแม่นยำสูงถึง 79.1% และมีค่าสูญเสีย 79.8% โมเดลที่สองมีค่าความแม่นยำ 78.2% และมีค่าสูญเสีย 59.1% โมเดลที่สามมีค่าความแม่นยำ 78.5% และมีค่าสูญเสีย 57.2% โมเดลที่สี่ มีค่าความแม่นยำ 77.6% และมีค่าสูญเสีย 68.1% โมเดลที่ห้า มีค่าความแม่นยำ 77.6% และมีค่าสูญเสีย 68.6% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโมเดลที่หนึ่งมีค่าความแม่นยำดีที่สุด

จากตาราง 4 แสดงผลการทดสอบประเมินผลลัพธ์ แสดงให้เห็นว่า YOLOv8-S มีค่า mAP 0.5 เท่ากับ 0.424 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 3.185 และค่าความสูญเสียของการทำนายคลาอยู่ที่ 1.760 YOLOv8-L มีค่า mAP 0.5 ดีที่สุดเท่ากับ 0.657 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 3.231 และค่าความสูญเสียของการทำนายคลาอยู่ที่ 1.961 YOLOv8-M มีค่า mAP 0.5 เท่ากับ 0.371 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 3.371 และค่าความสูญเสียของการ

ตาราง 4 ผลการทดสอบประเมินผลลัพธ์โมเดล YOLOv8

Model Algorithm	mAP 0.5	Segment Loss		Class Loss	
		Train	Validation	Train	Validation
YOLOv8-S	0.424	1.857	3.185	0.898	1.760
YOLOv8-L	0.657	1.005	3.231	0.414	1.961
YOLOv8-M	0.371	0.971	3.371	0.389	1.638
YOLOv8-N	0.368	2.654	2.994	1.083	2.019
YOLOv8-X	0.478	2.196	2.563	1.432	1.900

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลของการนำเอาโมเดล U-Net และ YOLOv8 ไปใช้

No	Original	Ground Truth	U-Net	Accuracy	YOLOv8	Accuracy
1				0.69		0.90
2				0.56		0.48
3				0.53		0.68
4				0.97		0.65
5				0.54		0.79
6				0.68		0.67
7				0.48		0.38
8				0.68		0.76
9				0.73		0.53
10				0.79		0.35
เฉลี่ยความถูกต้อง			U-Net	0.67	YOLOv8	0.62

ทำนายคลาสอยู่ที่ 1.638 YOLOv8-N มีค่า mAP 0.5 เท่ากับ 0.368 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 2.994 และค่าความสูญเสียของการทำนายคลาสอยู่ที่ 2.019 YOLOv8-X มีค่า mAP 0.5 ดีที่รองลงมา เท่ากับ 0.478 และมีค่าสูญเสียของการแบ่งภาพอยู่ที่ 2.563 และค่าความสูญเสียของการทำนายคลาสอยู่ที่ 1.900

8.2 การเปรียบเทียบผลของการนำเอาโมเดล U-Net และ YOLOv8 ไปใช้งาน

ในการเปรียบเทียบผลของการนำเอาโมเดล U-Net โมเดลที่หนึ่ง และ YOLOv8-L มาเปรียบ

เทียบประสิทธิภาพกัน เนื่องจาก U-Net โมเดลที่หนึ่งนั้น มีค่าความแม่นยำทั้งในส่วนของการ Validation และ Training เมื่อเทียบกับ U-Net โมเดลอื่นๆ และ YOLOv8-L ซึ่งมีค่า mAP-50 มากกว่า YOLOv8 โมเดลตัวอื่นๆ จึงทำให้มีการนำทั้ง 2 โมเดลมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกัน โดยวิธีการที่ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพคือ การทำนายรูปภาพที่เป็นภาพแผลไหม้ จำนวน 10 รูปภาพ ซึ่งทั้ง 10 รูปภาพจะไม่ได้อยู่ในชุดข้อมูลที่นำไป Train โดยจะเป็นการทำนายทั้ง U-Net และ YOLOv8 ด้วยรูปภาพเดียวกัน จากนั้นจะมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยการหาจำนวนพิกเซลทั้งหมดที่เป็นพื้นที่ที่สนใจมาคำนวณ ซึ่ง

จะหาพิกเซลในสีของความรุนแรงแผลไหม้ใหม่ๆ โดยจะมีการอ้างอิงสีที่ต้องหาจำนวนพิกเซลจาก Ground Truth ที่เป็นรูปภาพระบุประเภทความรุนแรงของแผลไหม้ จากนั้นจะนำข้อมูลที่น่าไปทำนายมาทับซ้อนกับ Ground Truth เพื่อหาค่าความถูกต้องในการทำนายของโมเดล ในวิธีการนี้จะมีการใช้การคำนวณเข้ามาช่วย โดยจะนำจำนวนพิกเซลในพื้นที่ที่ทำนายหารด้วยจำนวนพิกเซลของ Ground Truth จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าความถูกต้องในการทำนายของโมเดล จากนั้นก็นำค่าความถูกต้องทั้งหมดมาหารกับจำนวนทั้งหมด ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของแต่ละโมเดลเพื่อนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

9. อภิปรายและสรุปผล

การตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้โดยใช้โมเดลการแบ่งส่วน การเปรียบเทียบระหว่างโมเดล U-Net และ YOLOv8 เป็นงานวิจัยที่ศึกษาและพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์เพื่อตรวจจับพื้นที่ที่สนใจของวัตถุเพื่อนำมาใช้ในการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้ ในการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้นั้น ได้แสดงค่าความถูกต้องและค่าความสูญเสียของโมเดล โดยในการพัฒนามีการใช้งานโมเดลปัญญาประดิษฐ์สถาปัตยกรรม U-Net ซึ่งใช้ทั้งหมด 5 โมเดล เช่น โมเดลที่หนึ่ง โมเดลที่สอง โมเดลที่สาม โมเดลที่สี่ และโมเดลที่ห้า ซึ่งโมเดลที่หนึ่ง มีค่าความถูกต้องดีที่สุดไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการ Training และ Validation ในส่วนของการสูญเสียอาจจะมีค่ามากกว่าโมเดลอื่นสำหรับการตรวจจับความรุนแรงแผลไหม้ และโมเดล YOLOv8 ทั้ง 5 โมเดลได้แก่ YOLOv8-S, YOLOv8-L, YOLOv8-M, YOLOv8-N และ YOLOv8-X แสดงให้เห็นว่า YOLOv8-L ให้ค่า mAP 0.5 ที่ดีที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโมเดล U-Net และ YOLOv8 สามารถแสดงให้เห็นว่า โมเดล U-Net ให้ประสิทธิภาพในการตรวจจับแผลไหม้ได้ดีกว่า YOLOv8

โดยสรุปผลงานวิจัยนี้เป็นการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้โดยใช้โมเดลการแบ่งส่วนการเปรียบเทียบระหว่าง U-Net และ YOLOv8 แสดงให้เห็นว่า U-Net มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพในการตรวจจับความรุนแรงของแผลไหม้ได้ดีกว่า YOLOv8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในงานวิจัยนี้ได้นำโมเดล U-Net และ YOLOv8 มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจกัน เพื่อที่จะต้องการทราบว่าระหว่างโมเดลที่เป็นที่นิยมในการใช้ในการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจอย่าง U-Net กับ YOLOv8 ที่เพิ่งเปิดตัวมาใหม่ในปี 2023 โมเดลใดให้ประสิทธิภาพในการทำนายได้ดีกว่ากัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว U-Net มีข้อแตกต่างกับ YOLOv8 ตรงที่ U-Net ให้ความสำคัญในการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจในระดับของพิกเซล โดยจะมีการปรับขนาดของคอนโวลูชันในแต่ละชั้นเพื่อความละเอียดของโมเดล ในขณะที่ YOLOv8 เป็นการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจจากวัตถุที่ตรวจจับได้ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจมีความแตกต่างกัน โดยในการทดลองมีการนำรูปภาพทั้ง 10 รูปภาพเพื่อนำไปทำนายให้แก่ U-Net และ YOLOv8 และหาความถูกต้องในแต่ละรูปภาพ จากนั้นนำไปรวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นค่าความถูกต้องในการทำนายของ U-Net และ YOLOv8 ซึ่งค่าความถูกต้องที่ได้ของ U-Net คือ 0.67 ส่วน YOLOv8 มีค่าความถูกต้องที่ 0.62 จึงสรุปได้ว่า U-Net มีการตรวจจับพื้นที่ที่สนใจได้ละเอียดและแม่นยำกว่า YOLOv8

เอกสารอ้างอิง

- Ameli, Z., Nesheli, S. J., & Landis, E. N. (2023). Deep learning-based steel bridge corrosion segmentation and condition rating using mask RCNN and YOLOv8. *Infrastructures*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9010003>

- Chang, C. W., Lai, F., Christian, M., Chen, Y. C., Hsu, C., Chen, Y. S., Chang, D. H., Roan, T. L., & Yu, Y. C. (2021). Deep learning–assisted burn wound diagnosis: Diagnostic model development study. *JMIR Medical Informatics*, 9(12), e22798. <https://doi.org/10.2196/22798>
- Chauhan, J., & Goyal, P. (2021). Convolution neural network for effective burn region segmentation of color images. *Burns*, 47(4), 854–862. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.08.016>
- Che, S., Li, Z., Shi, Z., Gao, M., & Tang, H. (2023). Research on an underwater image segmentation algorithm based on YOLOv8. *Journal of Physics: Conference Series*, 2644(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2644/1/012013>
- Cirillo, M. D., Mirdell, R., Sjöberg, F., & Pham, T. D. (2021). Improving burn depth assessment for pediatric scalds by AI based on semantic segmentation of polarized light photography images. *Burns*, 47(7), 1586–1593. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.01.011>
- Connolly, M., & Gangahar, R. (2021). 640 Improving junior doctors’ knowledge and confidence in assessment, management and referral of burns patients in the Emergency Department, Royal Oldham Hospital. *British Journal of Surgery*, 108(Supplement_6). <https://doi.org/10.1093/bjs/znab259.703>
- Hamamoto, R., Suvarna, K., Yamada, M., Kobayashi, K., Shinkai, N., Miyake, M., Takahashi, M., Jinnai, S., Shimoyama, R., Sakai, A., Takasawa, K., Bolatkan, A., Shozu, K., Dozen, A., Machino, H., Takahashi, S., Asada, K., Komatsu, M., Sese, J., & Kaneko, S. (2020). Application of artificial intelligence technology in Oncology: Towards the establishment of precision medicine. *Cancers*, 12(12), 3532. <https://doi.org/10.3390/cancers12123532>
- Haleem, A., Javaid, M., & Khan, I. H. (2019). Current status and applications of artificial intelligence (AI) in medical field: An overview. *Current Medicine Research and Practice*, 9(6), 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.cmrp.2019.11.005>
- Jiao, C., Su, K., Xie, W., & Ye, Z. (2019). Burn image segmentation based on mask regions with convolutional neural network deep learning framework: More accurate and more convenient. *Burns & Trauma*, 7. <https://doi.org/10.1186/s41038-018-0137-9>
- Kotecha, V. R., Opot, N. E., & Nangole, F. (2022). Assessment and management of pain in patients sustaining burns at Emergency Department Kenyatta National Hospital, Kenya: A descriptive study. *Trauma Care*, 2(1), 79–86. <https://doi.org/10.3390/traumacare2010007>

- Lee, Y., Sim, W., Park, J., & Lee, J. (2022). Evaluation of hyperparameter combinations of the U-Net model for land cover classification. *Forests*, 13(11), 1813. <https://doi.org/10.3390/f13111813>
- Liang, J., Li, R., Wang, C., Zhang, R., Yue, K., Li, W., & Li, Y. (2022). A spiking neural network based on retinal ganglion cells for automatic burn image segmentation. *Entropy*, 24(11), 1526. <https://doi.org/10.3390/e24111526>
- Liszka, S. (2023). Evaluation of tree planting using computer vision models YOLO and U-Net [Master Thesis, Umeå University]. Retrieved from <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-214842>
- Markiewicz-Gospodarek, A., Koziół, M., Tobiasz, M., Baj, J., Radzikowska-Büchner, E., & Przekora, A. (2022). Burn wound healing: Clinical complications, medical care, treatment, and dressing types: The current state of knowledge for clinical practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1338. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031338>
- Moura, F. S. E., Amin, K., & Ekwobi, C. (2021). Artificial intelligence in the management and treatment of burns: a systematic review. *Burns & Trauma*, 9. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkab022>
- Naqvi, M., Gilani, S. Q., Syed, T., Marques, O., & Kim, H.-C. (2023). Skin cancer detection using deep learning—A review. *Diagnostics*, 13(11), 1911. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13111911>
- Pandya, M. D., Shah, P. D., & Jardosh, S. (2019). Medical image diagnosis for disease detection: A deep learning approach. *U-Healthcare Monitoring Systems*, 37–60. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815370-3.00003-7>
- Pabitha, C., & Vanathi, B. (2020). Densemask RCNN: A hybrid model for skin burn image classification and Severity grading. *Neural Processing Letters*, 53(1), 319–337. <https://doi.org/10.1007/s11063-020-10387-5>
- Román, K., Llumiquinga, J., Chancay, S., & Morocho-Cayamcela, M. E. (2023). Hyperparameter tuning in a dual channel U-Net for medical image segmentation. *Information and Communication Technologies*, 337–352. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45438-7_23
- Şevik, U., Karakullukçu, E., Berber, T., Akbaş, Y., & Türkyılmaz, S. (2019). Automatic classification of skin burn colour images using texture-based feature extraction. *IET Image Processing*, 13(11), 2018–2028. Portico. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2018.5899>
- Singh, N. J., & Nongmeikapam, K. (2022). Semantic segmentation of satellite images using Deep-Unet. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(2), 1193–1205. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-06734-4>

- Suha, S. A., & Sanam, T. F. (2022). A deep convolutional neural network-based approach for detecting burn severity from skin burn images. *Machine Learning with Applications*, 9, 100371. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2022.100371>
- Toussaint, J., & Singer, A. J. (2014). The evaluation and management of thermal injuries: 2014 update. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*, 1(1), 8–18. <https://doi.org/10.15441/ceem.14.029>
- Son Tran, H., Hoang Le, T., & Thanh Nguyen, T. (2016). The degree of skin burns images recognition using convolutional neural network. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(45). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i45/106772>
- Wang, C., Anisuzzaman, D. M., Williamson, V., Dhar, M. K., Rostami, B., Niezgoda, J., Gopalakrishnan, S., & Yu, Z. (2020). Fully automatic wound segmentation with deep convolutional neural networks. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78799-w>

การศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการนำเสนอของระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

The study of Presentation Style Performance of a Business Intelligence System and Chatbot for a Maintenance Support System

ณัฏฐ์อัษฎา สังสะโอภาส^{1,*}, สติติโชค โพธิ์สอาด¹

Natadsada Sungsaophat^{1,*}, Satidchoke Phosaard¹

¹ สำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

¹ Institute of Digital Arts and Science, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

* Corresponding Author: Natadsada Sungsaophat, m6110284@g.sut.ac.th

Received:

1 December 2024

Revised:

1 May 2024

Accepted:

16 May 2024

คำสำคัญ:

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ, หุ่นยนต์
สนทนา, ประสิทธิภาพการตัดสินใจ,
การบำรุงรักษาเครื่องจักร, รูปแบบ
การนำเสนอ

Keywords:

Business Intelligence, Chatbot,
Efficiency, Maintenance,
Presentation Style

บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการนำเสนอข้อมูลของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร 2) ศึกษารูปแบบและพัฒนาการโต้ตอบกับระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบธุรกิจอัจฉริยะ และ 4) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีผลต่อผู้ใช้ ขั้นตอนที่ใช้ในการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา คือ ตัวแบบวงจรการพัฒนาโปรแกรมแบบน้ำตก จากการรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งระบบธุรกิจอัจฉริยะ ประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฐานข้อมูล โดยซอฟต์แวร์พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Power BI เป็นส่วนในการแสดงผลรายงานและติดต่อกับฐานข้อมูล ส่วนฐานข้อมูลใช้ MySQL สำหรับเก็บข้อมูลในการทำงานของเครื่องจักร และระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot) ถูกพัฒนาด้วย Python และใช้ API ข้อความของ LINE ในการให้บริการและรับข้อมูลสถานะของระบบ จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ทั้งนี้ในการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร จะได้ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพรวมถึงได้ระบบหุ่นยนต์สนทนาที่ช่วยในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมของการทำงานเครื่องจักร โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และพนักงานที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 37 คน โดยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่

ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD)

ผลการศึกษา พบว่า ระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร สามารถนำเสนอข้อมูลระบบการจัดการน้ำประปา ประกอบด้วย การรายงานปริมาณน้ำ ความผิดปกติของกระแสไฟฟ้า และแรงดันน้ำ การสังเกตการณ์ผ่านกล้อง CCTV และการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง ในการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจด้านการบรรยายด้วยเสียงพูดโดยรวมมากที่สุด ($\bar{X}=4.32$, $SD=0.589$) ส่วนในด้านประสิทธิภาพการทำงาน ระบบหุ่นยนต์สนทนา มีประสิทธิภาพโดยรวมมากที่สุด ($\bar{X}=4.01$, $SD=0.860$)

Abstract: The objectives of this research are as follows: 1) to enhance the data presentation of the business intelligence system for machine maintenance support, 2) to examine the format and improve the interaction with the business intelligence system for machine maintenance support, 3) to assess user satisfaction with business intelligence, and 4) to evaluate the impact of business intelligence on users. The Waterfall model of the program development cycle is employed in the creation of business intelligence systems and conversation robots, such as chatbots. Next, the efficacy of utilization and the level of user contentment are assessed by collecting data on the requirements of those engaged in the water treatment facility at Suranaree University of Technology. Business intelligence includes technological components such as software and databases. The software was

created with the Power BI software to facilitate the presentation of reports and enable interaction with the database. MySQL is utilized by the database to store machine operational data. The chatbot system was developed using Python and utilizes LINE's messaging API to deliver services and obtain system status information. In order to facilitate machine maintenance, it is necessary to establish business intelligence systems that are suitable and effective. This includes implementing a chatbot that aids in analyzing the optimal efficiency of machine operation. The study utilized a sample group consisting of students from the Faculty of Engineering (Mechanical Engineering) at Suranaree University of Technology, as well as personnel working in the water treatment plant at Suranaree University of Technology. A total of 37 individuals were included in the sample. Data collection was conducted through the administration of a questionnaire. Frequency, percentage, mean, standard deviation, and two-way analysis of variance are among the statistical measures employed in data analysis. Pair comparisons were conducted using Fisher's Least Significant Difference (LSD) if there were statistically significant differences. The findings indicate that business intelligence systems designed for machine maintenance may provide comprehensive data on water management systems, including reports on water levels, anomalies in power and water pressure, real-time monitoring through CCTV, and analysis of previous data. In a study of performance and user satisfaction, it was found

that the sample group was most satisfied with the overall audio description ($\bar{X}=4.32$, $SD=0.589$). In terms of work efficiency, the chatbot was most effective overall ($\bar{X}=4.01$, $SD=0.860$).

1. บทนำ (Introduction)

ข้อมูลสถานะของเครื่องจักรมีความสำคัญอย่างมากต่อการรักษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ทำให้สามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมักถูกจัดเก็บโดยระบบคอมพิวเตอร์หรือระบบตรวจวัดอัตโนมัติ โดยเฉพาะการรับทราบข้อมูลสถานะเครื่องจักรอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทีและป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นทำให้สามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรได้อย่างทันที นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถวางแผนการบำรุงรักษา รวมถึงการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงได้อย่างเหมาะสม ทำให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการซ่อมบำรุงรักษามีรูปแบบไม่ชัดเจน การซ่อมบำรุงจะดำเนินงานก็ต่อเมื่อพบว่าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ได้มีการชำรุด โดยส่วนใหญ่เน้นวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาระยะเวลาการใช้งานที่กำหนดเพื่อรักษาสภาพเครื่องจักร

โดยการวางแผนการบำรุงรักษาต้องพิจารณาจากองค์ประกอบหลายประการ เช่น ชนิดเครื่องจักร สภาพการทำงานของเครื่องจักร ความปลอดภัย และงบประมาณ เป็นต้น โดยองค์กรจะต้องจ้างที่ปรึกษาหรือวิศวกรในการวางแผน เพื่อหาแนวทางหรือกลยุทธ์ในการทำงานที่ใช้ระยะเวลาที่สั้น ซึ่งในการวางแผนการบำรุงรักษาแต่ละครั้งนั้นมีค่าใช้จ่ายและใช้กำลังคนมาก ทำให้เป้าหมายของการผลิตไม่เป็นไปตามความคาดหวังขององค์กร ดังนั้นการจัดระบบ

งานบำรุงรักษาหรือการกำหนดวิธีการบำรุงรักษาของเครื่องจักรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ต้องมีวิธีการที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยกับการดูแลรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่เกิดการหยุดกะทันหันหรือสร้างผลกระทบต่อความสูญเสียด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงอันตรายในการทำงานกับเครื่องจักรที่ไม่สมบูรณ์ (Aramcharoen, 2000)

การบำรุงรักษาเครื่องจักรจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการสรุปการวิเคราะห์ความผิดปกติของเครื่องจักร รวมไปถึงการใช้เวลาในการวิเคราะห์การแปรผลต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาในการคำนวณข้อมูลหาค่า KPI ระยะเวลาในการอ่านข้อมูล ซึ่งการแปรผลข้อมูลต้องทำให้ผู้ใช้เห็นแล้วเข้าใจได้ทันที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาของเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดหลักการจินตทัศน์ข้อมูล (Data Visualization) เพื่อช่วยให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้เลือกการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง โดยการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะจำเป็นต้องใช้เทคนิคการจินตทัศน์ข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้งาน เทคนิคการจินตทัศน์ทำให้เข้าใจข้อมูลที่มีมหาศาลและซับซ้อน สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกแก่ผู้ใช้ได้ การใช้เทคนิคการจินตทัศน์ข้อมูลที่ผสมผสานกับระบบตรวจสอบ (Monitoring) ช่วยในการโต้ตอบกับผู้ใช้ในการจัดการแสดงผลข้อมูลที่หลากหลาย นอกจากนั้นการนำข้อมูลจำนวนมากมารายงานผ่านทางภาพเคลื่อนไหวทำให้มีความรวดเร็วและทำให้น่าจดจำยิ่งขึ้นสำหรับผู้ใช้งานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการบรรยายข้อมูล (Delil, 2017) หรือสิ่งที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจภาพรวมของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น (Ishibashi et al., 2020)

ระบบธุรกิจอัจฉริยะเป็นเครื่องมือในรูปแบบ Dashboard ที่ช่วยในเรื่องการจินตทัศน์ข้อมูลที่หลากหลาย ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพจะต้องช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ซึ่งจะต้องมีการเลือกคุณภาพข้อมูลและส่วนต่อ

ประสานกับผู้ใช้ (User Interface) (Pi *et al.*, 2018) และ (Susena *et al.*, 2018) นอกจากนี้จะต้องมีความง่ายต่อการเรียนรู้และจดจำ มีการใช้งานง่าย มีข้อผิดพลาดที่ไม่มากและมีความพึงพอใจต่อผู้ใช้ (Magdalena *et al.*, 2019)

การบำรุงรักษาโดยใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่สำคัญด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ ตรวจสอบทรัพยากรที่จำเป็นในการบำรุงรักษา (Vilarinho, Lopes, & Sousa, 2017) การทำรายงานเพื่อตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อช่วยลดเวลาในการทำรายงาน (Boranintr, 2009) และนอกจากนี้ข้อมูลที่เกิดจากการจินตทัศน์ต้องเห็นแล้วเข้าใจง่าย จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยในการแปรผลข้อมูลหรือสังเกตการณ์อย่าง เช่น วีดีโอ เพื่อช่วยดูสถานะการทำงานของเครื่องจักร (Jiangsheng, 2011)

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะโดยใช้เทคนิคการจินตทัศน์ข้อมูลโดยใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (Application Program Interface: API) ของ LINE เพื่อศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการรายงานของ Dashboard ได้แก่ การบรรยายสรุปด้วยอวตาร การบรรยายด้วยเสียงพูด การบรรยายด้วยตัวอักษร รวมถึงระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot)

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.2 เพื่อศึกษารูปแบบและพัฒนารูปแบบการโต้ตอบกับระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีผลต่อผู้ใช้

3. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence)

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ คือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ แปลงเป็นสารสนเทศที่เหมาะสมในรูปแบบของรายงานที่สะท้อนให้เห็นถึงมุมมองทั้งเชิงกว้างและเชิงลึก ดังนั้นระบบธุรกิจอัจฉริยะจึงถือว่าเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจรุ่นใหม่ (Moss & Atre, 2003) สามารถให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ สร้างการวิเคราะห์ที่หลากหลายและตรงเป้าหมาย (Arnott & Pervan, 2005) มีกระบวนการตรวจสอบและจัดการธุรกิจผ่าน Dashboard ที่แสดงตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพและแสดงข้อมูลปัจจุบันหรือประวัติที่สัมพันธ์กับองค์กรหรือเป้าหมายรายบุคคล (Hou, 2012)

Pi *et al.* (2018) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้และผลกระทบต่อการใช้งานของระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อประเมินการใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะเก็บข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถามผ่านทางออนไลน์โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 115 คน จากการศึกษาพบว่า คุณภาพของข้อมูลและส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ของระบบธุรกิจอัจฉริยะ มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และความพึงพอใจในการใช้งานยังส่งผลถึงความรู้ความเข้าใจในการทำงานทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

Boranintr (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนกระบวนการควบคุมคุณภาพทางสถิติสำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยได้ออกแบบและสร้างระบบที่สามารถเรียกและประมวลผลจากข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลทางสถิติ

ของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ได้จากซอฟต์แวร์ซึ่งใช้ในการควบคุมการผลิตแบบออนไลน์ โดยข้อมูลที่บันทึกโดยซอฟต์แวร์การควบคุมกระบวนการผลิตแบบออนไลน์ จะถูกเก็บในฐานข้อมูลและนำมาจัดทำให้อยู่ในรูปของแบบฟอร์มการรายงานสรุปผลการควบคุมรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งรายงานที่ระบบสามารถรองรับมี 6 รูปแบบ ได้แก่ Pilot Run Report, Process Evaluation Report, Product Information Report, SPC Report, Control Limit Summary Report และ Weekly Report ซึ่งหลังจากการใช้ระบบนี้คือสามารถลดระยะเวลาในการทำรายงานลงเมื่อเทียบกับการทำรายงานโดยใช้วิธีปกติได้ร้อยละ 98.80 และลดความผิดพลาดในการทำรายงานลงได้

3.2 การบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance)

เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์หรือเป็นการซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพปกติ โดยกิจกรรมการบำรุงรักษาจำเป็นต้องใช้อะไหล่สำรอง (Spare Parts) กำลังคน (Manpower) เครื่องมือ (Tools) และสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการผลิต (Aramcharoen, 2000)

Jiangsheng (2011) ได้ศึกษาพัฒนาระบบตรวจสอบการบำรุงรักษาด้วยวิดีโอ สำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ เพื่อช่วยกำกับดูแลสถานะการทำงานและคุณภาพการทำงาน ระบบตรวจสอบดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นจาก TMS320DM642 DSP, Local network และ GPRS ระบบดังกล่าวสามารถตรวจจับและเก็บข้อมูลด้วยวิดีโอ ซึ่งสามารถตรวจสอบในระยะไกลได้ และยังสามารถติดตามการบำรุงรักษาได้แบบเรียลไทม์ โดยทดสอบภาคสนามด้วยการใช้บำรุงรักษารางรถไฟ ผลการศึกษพบว่า ระบบมีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือสูง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความเร็วและคุณภาพในการบำรุงรักษารางรถไฟ

3.3 ระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot)

ระบบหุ่นยนต์สนทนา หรือ Chatbot คือ โปรแกรมประยุกต์ (Software Application) ที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยการตั้งเงื่อนไขในการทำงานไว้ล่วงหน้า และในบางกรณีได้ถูกพัฒนาด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) (Shivakumar, 2023) ซึ่ง Chatbot ถูกออกแบบให้ลอกเลียนปฏิสัมพันธ์โดยทั่วไปของมนุษย์ ดังนั้น Chatbot จึงสามารถทำหน้าที่ที่ผู้ช่วยเสมือน และสามารถเสนอแนะข้อมูลหรือตอบคำถามได้ ในปัจจุบัน Chatbot ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และมีองค์กรจำนวนมากที่เริ่มพัฒนา Chatbot ของตนเอง นอกจากนี้ Chatbot ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินธุรกิจได้หลายแง่มุม เช่น การใช้ Chatbot ให้บริการแก่ลูกค้า (Customer Service)

Cho & Lee (2019) ได้พัฒนา Chatbot ซึ่งแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรายงานการก่อสร้างในแอปพลิเคชัน IM โดยอัตโนมัติและสร้างรายงานการก่อสร้างรายวันโดยอัตโนมัติ รูปแบบระบบที่นำเสนอประกอบด้วย Chatbot และนำไปใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อดึงข้อมูลและสร้างเอกสารโดยใช้ฐานข้อมูล ทำให้เกิดประโยชน์ในด้านการใช้งานที่ง่ายและลดภาระงานในการรวบรวมจัดเก็บเอกสาร

3.4 การวัดประสิทธิภาพของ Dashboard

Dashboard หมายถึง หน้ากระดานที่ใช้ในการแสดงและสรุปข้อมูลในรูปแบบการบริหารจัดการในมุมมองต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดูรายละเอียดได้ง่ายใช้เวลาในการตีความน้อย และสามารถตอบโต้ทางธุรกิจและการจัดการได้ โดยสามารถใช้ในการติดตามเรื่องที่สนใจเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ตลอดเวลา (Thaiprecha, 2022)

Magdalena et al. (2019) ได้ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ Dashboard ในระบบธุรกิจอัจฉริยะ รวมถึงการปรับปรุงให้มีความเหมาะสม

ต่อการใช้งานมากที่สุด โดยเก็บข้อมูลแบบคู่ขนานระหว่างการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้งาน จำนวน 24 คน ตามโมเดล Nielsen ร่วมกับการประเมินแบบอิวิริสติกจากผู้เชี่ยวชาญด้านธุรกิจอัจฉริยะ จำนวน 4 คน ผลการศึกษา พบว่า Dashboard ยัง คงต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในบางส่วน ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพ ตรวจสอบข้อผิดพลาด ควบคุมและช่วยเหลือ ความพึงพอใจของผู้ใช้ ความสามารถในการเรียนรู้ ความยืดหยุ่น การมองเห็น และพฤติกรรมกรรมการใช้งาน

3.5 แบบจำลองน้ำตก

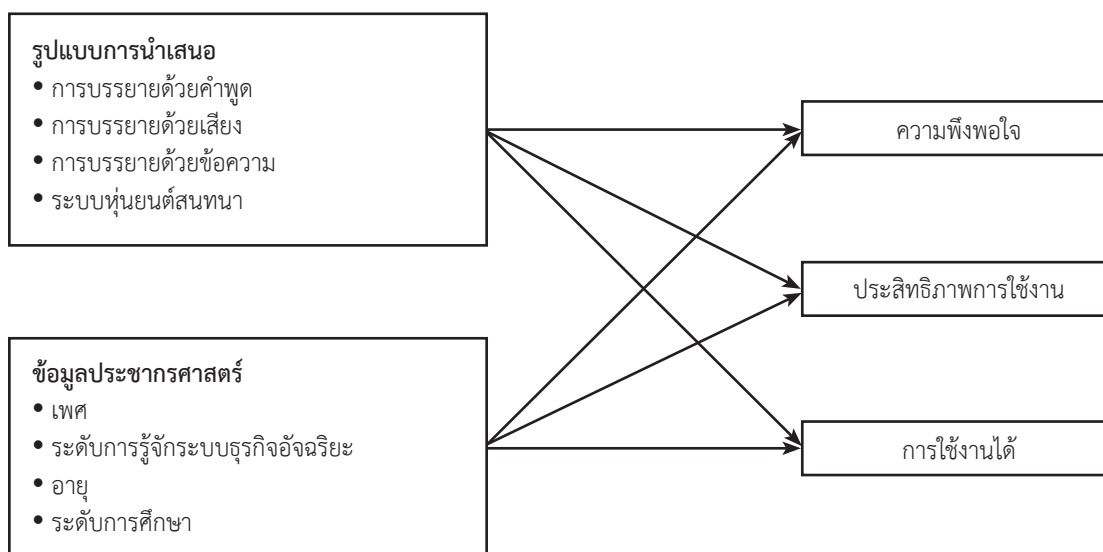
แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) หมายถึง แนวคิด รูปแบบ วิธีการหรือขั้นตอนการทำงานในการพัฒนาระบบหรือซอฟต์แวร์ที่เสมือนการไหลของน้ำตกที่มีการไหลลงไปตามแต่ละขั้น ซึ่งในการทำงานจะถูกแบ่งออกเป็นขั้นตอนและกระบวนการต่าง ๆ ตามลำดับ แบบจำลองน้ำตกเหมาะสำหรับงานที่เน้นคุณภาพมากกว่าต้นทุน งานที่มีข้อจำกัดชัดเจน งานที่ต่อยอดจากซอฟต์แวร์เก่า และงานที่ต้องการย้ายระบบซอฟต์แวร์เก่าเข้าสู่แพลตฟอร์มตัวใหม่

มีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกำหนดความต้องการ 2) การออกแบบซอฟต์แวร์และระบบ 3) การลงมือและทดสอบในระดับหน่วย 4) การประสานและทดสอบระบบ และ 5) การนำไปใช้และการบำรุงรักษา (Phuengheng & Chinnasri, 2017)

4. กรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการนำเสนอของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

กรอบแนวคิดอ้างอิงตามงานวิจัยของ Magdalena *et al.* (2019) โดยดัดแปลงเพื่อทดสอบสมมติฐานและนำเสนอทฤษฎีระบบธุรกิจอัจฉริยะระบบหุ่นยนต์สนทนาและการบำรุงรักษาของเครื่องจักรแสดงได้ตามกรอบแนวคิดการวิจัยจะเห็นได้ว่ารูปแบบการนำเสนอ (การบรรยายด้วยคำพูด, การบรรยายด้วยเสียง, การบรรยายด้วยข้อความ, ระบบหุ่นยนต์สนทนา) มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบธุรกิจอัจฉริยะ (ความพึงพอใจ ประสิทธิภาพการใช้งาน การใช้งานได้)



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการนำเสนอของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การออกแบบการพัฒนากระบวนการธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot)

การออกแบบการพัฒนากระบวนการธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา ผู้วิจัยได้ใช้ตัวแบบวงจรการพัฒนาโปรแกรมแบบน้ำ (Waterfall Model) โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ โดยการเก็บข้อมูลจากรายงานการวิจัย บทความทางวิชาการ วารสารทั้งในรูปแบบสิ่งตีพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยการสัมภาษณ์ จำนวน 2 คน และไฟล์ข้อมูลย้อนหลังจากส่วนอาคารสถานที่ หน่วยผลิตน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.1.2 การวิเคราะห์ข้อกำหนดของระบบ นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นตอนการกำหนดปัญหามาวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปา

5.1.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ การออกแบบอัลกอริทึมระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา มีรายละเอียดดังนี้

1) อัลกอริทึมระบบธุรกิจอัจฉริยะ โดยเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบหากเป็นผู้ใช้งานใหม่ต้องลงทะเบียนก่อนและจากนั้นผู้ใช้งานจะพบกับหน้าจอการใช้งานซึ่งมีเมนูให้เลือกรูปแบบการรายงานที่ต้องการ จากนั้นรูปแบบการรายงานที่ผู้ใช้งาน

เลือกจะแสดงออกมาทางหน้าจอ

2) อัลกอริทึมระบบหุ่นยนต์สนทนา พัฒนาหุ่นยนต์สนทนาด้วยภาษา Python ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่นำเข้า 2 แบบ ได้แก่ ฐานข้อมูล Firebase และ ไฟล์ CSV ซึ่งได้จากการวัดด้วยอุปกรณ์เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Meter)

5.1.4 ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด เป็นการทดสอบตัวระบบให้สามารถทำงานได้ (Validation) และตามข้อกำหนดที่ได้รับการออกแบบไว้ (Verification) โดยการทดสอบเกิดขึ้นตลอดในการพัฒนา ซึ่งเป็นการทดสอบแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Testing) จะเริ่มทดสอบจากโมดูลล่างสุดก่อน โดยการรวมโมดูลระดับล่างเข้าด้วยกันเป็นคลัสเตอร์ (Cluster) เพื่อทดสอบการทำงานรวม การแบ่งคลัสเตอร์จะจำแนกตามหน้าที่การทำงานให้ฟังก์ชันเดียวกันหรือใกล้เคียง ดังนั้นจึงต้องเขียนโปรแกรมโมดูลตัวซับซ้อนมา เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูลระดับล่าง จากนั้นทดสอบความสามารถของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานที่ละข้อตามที่กำหนด ซึ่งเป็นการทดสอบจากบนลงล่าง (Top-down Testing) โดยทดสอบเพิ่มทีละโมดูลจากบนลงล่างตามลำดับโครงสร้าง คือโมดูลระดับที่สูงกว่าจะเรียกใช้โมดูลระดับต่ำกว่าในรูปแบบของโมดูลหลักและโมดูลย่อย (Budsabong, 2013)

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

5.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พนักงานที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 37 คน เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการทดสอบการใช้งานได้ (Usability) ซึ่งจะใช้ผู้เข้าร่วมวิจัย 5 คน เพราะการทดสอบโดยมีผู้เข้าร่วม 5-7 คน พบเจอปัญหาด้าน Usability มีอัตราเพิ่มขึ้นสูงเป็น

อย่างมาก แต่เมื่อจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยมากกว่า 7 คน
ขึ้นไป จำนวนพบปัญหาด้าน Usability ที่พบกลับเพิ่ม
ขึ้นในจำนวนที่ต่ำมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 37 คน

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม
(Questionnaire) โดยข้อมูลในแบบสอบถามแบ่งออก
เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับ
ลักษณะประชากรศาสตร์ ส่วนที่ 2 ความคิดเห็น
เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ส่วนที่ 3 ความ
คิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งาน และ
ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอ
ที่มีผลต่อการใช้งานได้ของผู้ใช้งาน คณะผู้วิจัยมีเกณฑ์
การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยในแบบสอบถาม
ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21 – 5.00
หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41 – 4.20
หมายถึง ดี

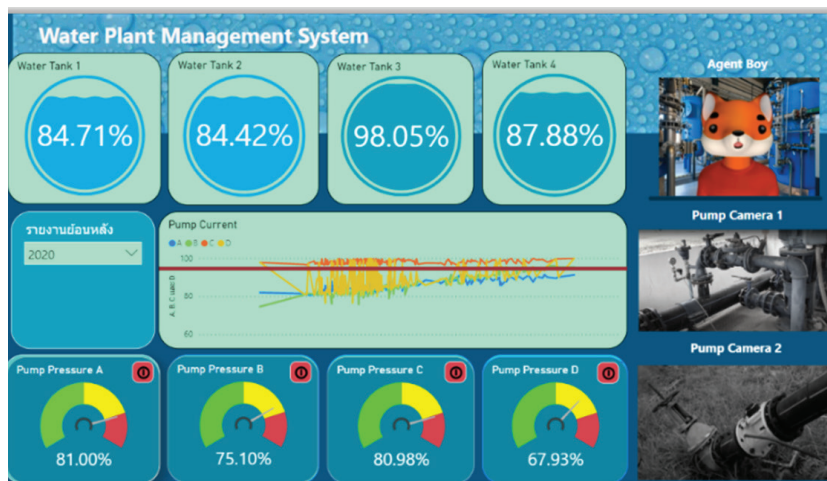
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61 – 3.40
หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81 – 2.60
หมายถึง น้อย

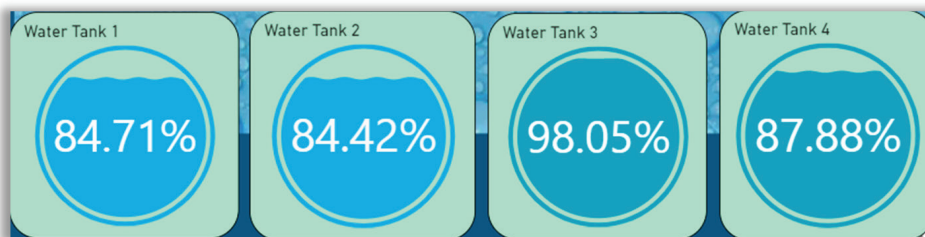
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.80
หมายถึง น้อยที่สุด

5.2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

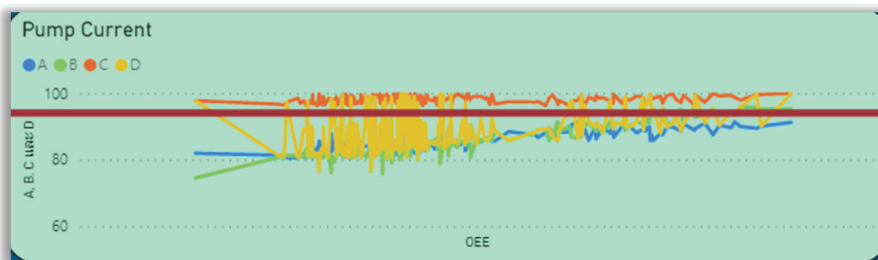
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่
การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage)



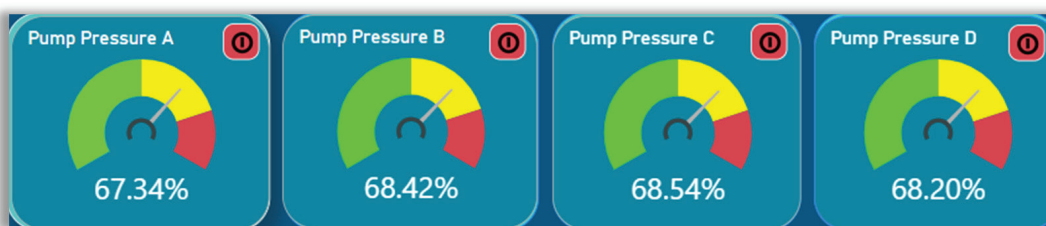
ภาพประกอบ 2 หน้าจอ Dashboard ระบบการจัดการน้ำประปา



ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงปริมาณน้ำ



ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงอัตรากระแสไฟฟ้า



ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงแรงดันน้ำ

ค่าพิสัย (Range) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี LSD

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้ใช้ต้องการตรวจสอบระดับในแท็งก์ ตรวจสอบความผิดปกติของปั้มน้ำ ตรวจสอบแผนภูมิแบบกราฟย้อนหลัง ตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำ กระแสไฟฟ้า แรงดันน้ำย้อนหลังและติดตามสังเกตการณ์ผ่านทาง CCTV

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนาที่นำเสนอข้อมูลในรูปแบบ Dashboard โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากภาพประกอบ 2 แสดง Dashboard ระบบการจัดการน้ำประปา เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ที่สามารถดูข้อมูลที่มีในระบบประปาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การบรรยายเพื่อข้อมูลสรุปการจัดการน้ำประปาใน Dashboard แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การบรรยายด้วยเสียงพูด 2) การบรรยายด้วยตัวอักษร และ 3) การบรรยายด้วยอวตาร โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลบางส่วนของ Dashboard ได้ด้วยอุปกรณ์นำเข้าที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ เมาส์

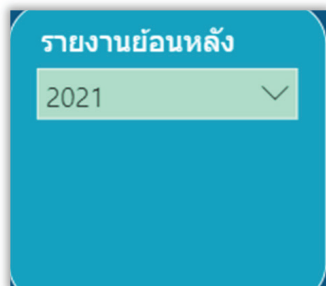
จากภาพประกอบ 3 แสดงปริมาณน้ำในแท็งก์ สามารถตรวจสอบปริมาณน้ำที่เหลือในแท็งก์ โดยรายงานข้อมูลในรูปแบบของกราฟ

จากภาพประกอบ 4 แสดงกระแสไฟฟ้า สามารถตรวจสอบความผิดปกติของกระแสไฟฟ้าในแต่ละปั้ม โดยรายงานข้อมูลในรูปแบบของกราฟ

จากภาพประกอบ 5 แสดงแรงดันน้ำ สามารถตรวจสอบความผิดปกติของแรงดันน้ำในแต่ละปั้ม โดยรายงานข้อมูลในรูปแบบของกราฟ



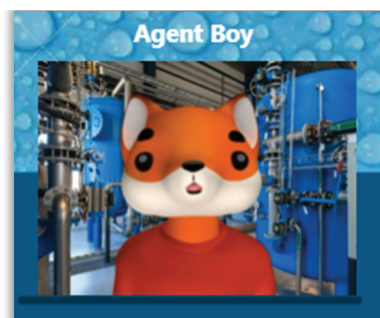
ภาพประกอบ 6 ภาพแสดงหน้าจอ CCTV



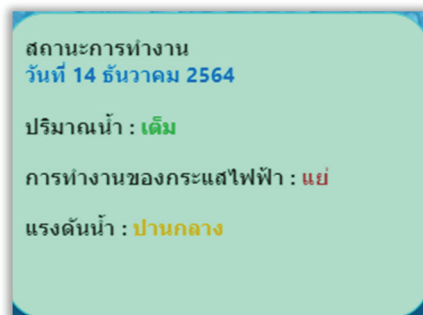
ภาพประกอบ 7 หน้าจอแสดงตัวกรอง
แสดงข้อมูลย้อนหลัง

Year	Month	Day	Pressure
2021	January	1	64.92%
2021	January	2	69.08%
2021	January	3	65.48%
2021	January	4	66.61%
2021	January	5	68.95%
2021	January	6	70.70%
2021	January	7	68.33%
2021	January	8	64.95%
2021	January	9	66.57%
2021	January	10	64.58%
2021	January	11	65.85%
2021	January	12	66.11%
2021	January	13	66.57%
2021	January	14	68.07%
2021	January	15	72.66%
2021	February	1	66.86%
2021	February	2	73.15%
2021	February	3	69.76%

ภาพประกอบ 8 หน้าจอแสดงข้อมูลย้อนหลัง



ภาพประกอบ 9 หน้าจอรายงานการสรุปด้วยวิดีโอ



ภาพประกอบ 10 หน้าจอรายงาน
การสรุปด้วยข้อความ



ภาพประกอบ 11 หน้าจอห้องสนทนา
ระหว่างผู้ใช้กับหุ่นยนต์สนทนา

จากภาพประกอบ 6 แสดงหน้าจอแสดง CCTV สามารถสังเกตการณ์ผ่านทาง CCTV เพื่อสังเกตความผิดปกติหรือเหตุขัดข้องของปั้มน้ำ

จากภาพประกอบ 7 แสดงตัวกรองแสดงข้อมูลย้อนหลัง สามารถดูกราฟย้อนหลัง เพื่อตรวจสอบหรือวิเคราะห์ประวัติการทำงานที่ผ่านมาของอัตราปริมาณน้ำ กระแสไฟฟ้า และแรงดันน้ำในแต่ละปั้มน้ำ

จากภาพประกอบ 8 แสดงข้อมูลย้อนหลังแสดงตารางข้อมูลย้อนหลังของแรงดันน้ำ เพื่อตรวจสอบและเก็บประวัติของปั้มน้ำ โดยรายงานข้อมูลในรูปแบบของตาราง

จากภาพประกอบ 9 แสดงรายงานสรุปด้วยวิดีโอ เพื่อช่วยสรุปข้อมูลใน Dashboard และรายงานแก่ผู้ใช้งานผ่านทางวิดีโอแบบแอนิเมชัน

จากภาพประกอบ 10 แสดงรายงานสรุปด้วยข้อความ เพื่อช่วยสรุปข้อมูลใน Dashboard และรายงานแก่ผู้ใช้งานผ่านทางข้อความ

จากภาพประกอบ 11 แสดงห้องสนทนาระหว่างผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์โดย Chatbot สามารถแจ้งเตือนสถานการณ์การทำงาน และความผิดปกติของแต่ละปั้มน้ำ ผ่านทางห้องสนทนาทางแอปพลิเคชัน

6.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน ได้แก่ พนักงานที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 2 คน และนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 35 คน โดยแสดงรายละเอียดดังตาราง 1

จากตาราง 1 จะเห็นว่าลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน

22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.4 และเพศหญิง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อายุ 20 – 29 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 94.5 รองลงมา คือ มีอายุระหว่าง 30 – 39 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการรู้จักรบบธุรกิจอัจฉริยะอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 54.05 รองลงมา คือ มีการรู้จักในระดับน้อย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.03 ระดับมาก จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.8 และไม่รู้จักรเลย จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.11 ตามลำดับ (ตาราง 1)

6.2.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา

ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา ซึ่งรูปแบบการรายงานของ Dashboard ประกอบด้วย การบรรยายด้วยเสียงพูด ระบบหุ่นยนต์สนทนา การบรรยายด้วยตัวอักษร และการบรรยายสรุปด้วยอวตาร ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 2

จากตาราง 2 พบว่า รูปแบบการบรรยายด้วยเสียงพูดมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.32$, $SD=0.589$) รองลงมา คือ ระบบหุ่นยนต์สนทนา ($\bar{X}=4.08$, $SD=0.830$) การบรรยายด้วยตัวอักษร ($\bar{X}=4.07$, $SD=0.796$) และการบรรยายด้วยอวตาร ($\bar{X}=4.01$, $SD=0.860$) อยู่ในลำดับที่ดีตามลำดับ

6.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา

จากการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา ได้แก่ ระบบหุ่นยนต์สนทนา การบรรยายด้วยเสียงพูด การบรรยายด้วยตัวอักษร และการบรรยายสรุปด้วยอวตาร ได้ผลการประเมินดังตาราง 3

ตาราง 1 แสดงข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	22	59.40
	หญิง	15	40.50
อายุ	น้อยกว่า 20 ปี	0	0
	20 – 29 ปี	35	94.50
	30 – 39 ปี	2	5.40
	40 ปีขึ้นไป	0	0
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	0	0
	ปริญญาตรี	37	100.00
	ปริญญาโท	0	0
	ปริญญาเอก	0	0
ระดับการรู้จัก	มากที่สุด	0	0
	มาก	4	10.80
	ปานกลาง	20	54.05
	น้อย	20	27.03
	ไม่รู้จักเลย	3	8.11

ตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

รูปแบบการบรรยาย	$\bar{X}$	SD	แปลผล
การบรรยายด้วยเสียงพูด	4.32	0.589	ดีมาก
ระบบหุ่นยนต์สนทนา	4.08	0.830	ดี
การบรรยายด้วยตัวอักษร	4.07	0.796	ดี
การบรรยายด้วยอวตาร	4.01	0.860	ดี

ตาราง 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้งานระบบ

รูปแบบการบรรยาย	$\bar{X}$	SD	แปลผล
การบรรยายด้วยเสียงพูด	4.10	0.669	ดี
ระบบหุ่นยนต์สนทนา	4.33	0.567	ดีมาก
การบรรยายด้วยตัวอักษร	4.03	0.667	ดี
การบรรยายด้วยอวตาร	3.97	0.650	ดี

ตาราง 4 ผลการประเมินการใช้งานได้ของผู้ใช้งานระบบ

รูปแบบ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ความเร็ว	4.31	0.662	ดีมาก
จัดส่งข้อมูล	4.03	0.707	ดี
การใช้งาน	3.93	0.702	ดี
ออกแบบภาพ	3.92	0.534	ดี
ค้นพบความรู้	3.88	0.692	ดี
เชื่อมต่อและรวมระบบ	3.83	0.875	ดี
แจ้งเตือน	3.76	0.977	ดี
อารมณ์	3.59	0.486	ดี

ตาราง 5 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 รูปแบบการนำเสนอที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้

	df	M.S.	F	Sig.	Power
รูปแบบการนำเสนอ	3	.236	3.620	.036*	.634
รูปแบบการนำเสนอ x เพศ	3	.263	4.038	.436	.404
รูปแบบการนำเสนอ x ระดับการรู้จักรบบธุรกิจอัจฉริยะ	5	.132	2.030	.150	.424
รูปแบบการนำเสนอ x อายุ	.000	0			
รูปแบบการนำเสนอ x ระดับการศึกษา	.000	0			
Error	16	.065			

* มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากตาราง 3 พบว่า การรายงานข้อมูลด้วยระบบหุ่นยนต์สนทนา มีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.33$, $SD=0.567$) รองลงมาคือ การบรรยายด้วยเสียงพูด ($\bar{X}=4.10$, $SD=0.669$) การบรรยายด้วยตัวอักษร ($\bar{X}=4.03$, $SD=0.667$) และการบรรยายสรุปด้วยอวตาร ($\bar{X}=3.97$, $SD=0.650$) มีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดี ตามลำดับ

6.2.3 ผลการประเมินการใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนาของผู้ใช้งาน

การประเมินการใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา โดยผู้ใช้งาน ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความเร็วในการใช้งาน การจัดส่งข้อมูล การใช้งาน การออกแบบภาพ การค้นพบความรู้ การเชื่อมต่อและรวมระบบ การแจ้งเตือน และอารมณ์ของผู้ใช้งาน ได้ผลการประเมินดังตาราง 4

จากตาราง 4 พบว่า การใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะและระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot) ในด้านความเร็วอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.31$, $SD=0.662$) รองลงมา คือ ด้านการจัดส่งข้อมูล ($\bar{X}=4.03$, $SD=0.707$)

ตาราง 6 การเปรียบเทียบรายค่าของรูปแบบการนำเสนอที่มีผลต่อประสิทธิภาพของผู้ใช้โดยใช้วิธี LSD

รูปแบบการนำเสนอ	$\bar{X}$	(1)	(2)	(3)	(4)
การบรรยายสรุปด้วยอวตาร	3.97	-	-	-	-
การบรรยายด้วยเสียงพูด	4.10	.009*	-	-	-
การบรรยายด้วยตัวอักษร	4.03	.309	.015*	-	-
ระบบหุ่นยนต์สนทนา	4.33	.172	.001*	.575	-

* มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตาราง 7 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2: รูปแบบการนำเสนอที่มีต่อความพึงพอใจของผู้ใช้

	df	M.S.	F	Sig.	Power
รูปแบบการนำเสนอ	3	1.265	3.674	.006*	.969
รูปแบบการนำเสนอ x เพศ	3	.130	.379	.770	1.136
รูปแบบการนำเสนอ x ระดับการรู้จักระบบธุรกิจอัจฉริยะ	5	1.724	4.687	.009*	.869
รูปแบบการนำเสนอ x อายุ	.000	0			
รูปแบบการนำเสนอ x ระดับการศึกษา	.000	0			
Error	16	.344			

* มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

การใช้งาน ($\bar{X}$ =3.93, SD=0.702) การออกแบบภาพ ($\bar{X}$ =3.92, SD=0.534) การค้นพบความรู้ ($\bar{X}$ =3.88, SD=0.692) การเชื่อมต่อและรวมระบบ ($\bar{X}$ =3.83, SD=0.875) การแจ้งเตือน ($\bar{X}$ =3.76, SD=0.977) และอารมณ์ของผู้ใช้งาน ($\bar{X}$ =3.59, SD=0.486) อยู่ในระดับดี ตามลำดับ

6.3 ผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

สมมติฐานที่ 1 รูปแบบการนำเสนอ Dashboard มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้

สมมติฐานที่ 2 รูปแบบการนำเสนอ Dashboard มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้

จากตาราง 5 การทดสอบสมมติฐานที่ 1 พบว่า มีรูปแบบการนำเสนออย่างน้อยหนึ่งคู่ มีระดับประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($F=3.620$, $Sig=.036$) จึงยอมรับสมมติฐานที่ 1 รูปแบบการนำเสนอสามารถทำให้ผู้ใช้มีประสิทธิภาพในการทำงานยิ่งขึ้น

จากตาราง 6 เมื่อพิจารณาความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า หุ่นยนต์สนทนาและระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายด้วยเสียง ทำให้ผู้ใช้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่าระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายสรุปด้วยอวตารและการบรรยายด้วยตัวอักษร เนื่องจากเสียงจะช่วยในการจดจำและช่วยลดความสับสนของข้อมูล (Hosseini *et al.*, 2023)

ตาราง 8 การเปรียบเทียบรายค่าของรูปแบบการนำเสนอที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้โดยใช้วิธี LSD

รูปแบบการนำเสนอ	$\bar{X}$	(1)	(2)	(3)	(4)
การบรรยายสรุปด้วยอวตาร	4.01		-	-	-
การบรรยายด้วยเสียงพูด	4.32	.012*		-	-
การบรรยายด้วยตัวอักษร	4.07	.309	.015*		-
ระบบหุ่นยนต์สนทนา	4.08	.928	1.00	1.00	

* มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากตาราง 7 การทดสอบสมมติฐานที่ 2 พบว่า มีรูปแบบการนำเสนออย่างน้อยหนึ่งคู่ มีระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($F=3.674$, $Sig=.006$) จึงยอมรับสมมติฐานที่ 2 รูปแบบการนำเสนอที่สอดคล้องกับระดับการรับรู้ระบบธุรกิจอัจฉริยะทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจ

จากตาราง 8 เมื่อพิจารณาความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายด้วยเสียงทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากกว่า ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายสรุปด้วยอวตารและการบรรยายด้วยตัวอักษรและหุ่นยนต์สนทนา เนื่องจากเสียงจะช่วยให้การจดจำและช่วยลดความสับสนของข้อมูล (Hosseini *et al.*, 2023) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับการรับรู้ระบบธุรกิจอัจฉริยะของผู้ใช้ในระดับปานกลางจะมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการนำเสนอมากที่สุด

7. บทสรุป

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการนำเสนอของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

7.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการบำรุง

รักษาเครื่องจักรในโรงงานน้ำประปา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะที่สอดคล้องและตอบสนองความต้องการได้โดยระบบธุรกิจอัจฉริยะประกอบด้วยส่วนของซอฟต์แวร์และฐานข้อมูล โดยซอฟต์แวร์พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Power BI ซึ่งเป็นส่วนในการแสดงผลรายงานและติดต่อกับฐานข้อมูล สำหรับฐานข้อมูลใช้ MySQL สำหรับเก็บข้อมูลในการทำงานของเครื่องจักร ส่วนระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot) ถูกพัฒนาด้วย Python และใช้ API ข้อความของ LINE ในการให้บริการและรับข้อมูลสถานะของระบบ ระบบการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะ สามารถรายงานปริมาณน้ำ ความผิดปกติของกระแสไฟฟ้าและแรงดันน้ำ การสังเกตการณ์ผ่านกล้อง CCTV การตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง และ Dashboard ของระบบการจัดการน้ำประปา สอดคล้องกับการศึกษาของ Chueauan *et al.*, 2020 ได้ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลในกระบวนการบริหารงานก่อสร้างโดยใช้ธุรกิจอัจฉริยะในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงาน โดยใช้แบบจำลองธุรกิจอัจฉริยะ Microsoft Power BI มาใช้ร่วมกับข้อมูลของ SAP ซึ่งสามารถลดความผิดพลาด ความซับซ้อนของข้อมูล ลดขั้นตอนระยะเวลาการทำงานกระบวนการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล นอกจากนี้ Dashboards ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Power BI ยังสามารถต่อยอดได้ง่ายต่อการจัดการข้อมูลการนำเข้า ไม่ต้องเตรียมข้อมูลซ้ำซ้อน (Thaiprecha & Puntusavase, 2023)

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้ (Efficiency) ของระบบธุรกิจอัจฉริยะและหุ่นยนต์สนทนาได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 37 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการทดสอบสรุปได้ว่า การรายงานข้อมูลด้วยระบบหุ่นยนต์สนทนา มีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.33$, $SD=0.567$) รองลงมาคือ การบรรยายด้วยเสียงพูด ($\bar{X}=4.10$, $SD=0.669$) การบรรยายด้วยตัวอักษร ($\bar{X}=4.03$, $SD=0.667$) และการบรรยายสรุปด้วยอวตาร ($\bar{X}=3.97$, $SD=0.650$) มีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ในระดับดี ซึ่งระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายด้วยเสียงและระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot) มีประสิทธิภาพมากกว่าการบรรยายด้วยตัวละคร และการบรรยายด้วยตัวอักษร เนื่องจากการฟังช่วยให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจข้อมูลดีกว่า (Basal *et al.*, 2015) และการดูวิดีโอทำให้ผู้ใช้สนใจไปที่ตัววิดีโอมากกว่าข้อมูลที่แสดงออกจากการฟังด้วยเสียงเพียงอย่างเดียว (Wagner, 2010) นอกจากนี้วิดีโอยังทำให้ผู้ใช้เสียสมาธิและทำให้ผู้ใช้ขาดการรับรู้รายละเอียดของข้อมูลที่สำคัญได้ (Ockey, 2007)

การศึกษาและทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่า ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่มีการบรรยายด้วยเสียง ($\bar{X}=4.32$, $SD=0.589$) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ส่วนรูปแบบการบรรยายด้วยอวตาร ($\bar{X}=4.01$, $SD=0.860$) การบรรยายด้วยตัวอักษร ($\bar{X}=4.07$, $SD=0.796$) และระบบหุ่นยนต์สนทนา (Chatbot) ($\bar{X}=4.08$, $SD=0.830$) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี นอกจากนี้ผู้ใช้ที่รู้จักและเคยใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะมาก่อนมีความพึงพอใจต่อระบบธุรกิจอัจฉริยะที่ประกอบด้วยเสียงด้วยเช่นกัน เนื่องจากเสียงช่วยเพิ่มความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่เข้าใจยากได้ชัดเจนรวดเร็วกว่าการใช้ข้อความ นอกจากนี้เมื่อมีข้อมูลที่ซับซ้อนเสียงจะมีความเหมาะสมกว่าข้อความ (Borup, 2011) ดังนั้นจากการทดสอบจะเห็นได้ว่าการพัฒนา Dashboard ควรนำเสนอข้อมูลโดยการบรรยายด้วยเสียง

การศึกษาการใช้งานได้ของผู้ใช้ (Usability) พบว่า องค์ประกอบของ Usability ที่เป็นจุดแข็งคือ ความเร็วการใช้งาน ($\bar{X}=4.31$, $SD=0.662$) ผลอยู่ในระดับดีมาก ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ของ Usability ได้แก่ การจัดส่งข้อมูล ($\bar{X}=4.03$, $SD=0.707$) การออกแบบภาพ ($\bar{X}=3.92$, $SD=0.534$) การใช้งาน ($\bar{X}=3.93$, $SD=0.702$) การค้นพบความรู้ ($\bar{X}=3.88$, $SD=0.692$) การเชื่อมต่อและรวมระบบ ($\bar{X}=3.83$, $SD=0.875$) การแจ้งเตือน ($\bar{X}=3.76$, $SD=0.977$) และอารมณ์ ($\bar{X}=3.59$, $SD=0.486$)

7.2 การประยุกต์ผลการวิจัย

ในการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะและหุ่นยนต์สนทนาเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรจากความคิดเห็นของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ได้ ดังนี้

7.2.1 สามารถนำระบบธุรกิจอัจฉริยะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้การสนับสนุนงานบำรุงรักษาของโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้ โดยระบบจะช่วยให้การรายงานข้อมูลในรูปแบบกราฟ แผนภูมิ ตาราง และการบรรยายด้วยเสียงที่แสดงผลทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ในเลือกวิธีการจัดการบำรุงรักษาต่อไป

7.2.2 รูปแบบของชุดข้อมูลที่นำมาพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะควรมีการปรับปรุงออกแบบ Dashboard ให้เหมาะสมกับประเภทโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้ตรงต่อความต้องการและมีความทันสมัยอยู่เสมอ

7.2.3 สามารถนำเอารูปแบบการนำเสนอด้วยเสียงหรือระบบหุ่นยนต์สนทนาไปประยุกต์ใช้กับระบบธุรกิจอัจฉริยะในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจในงานนั้น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักวิทยาศาสตร์และศิลป์ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และขอขอบคุณหน่วยผลิตประปา ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aramcharoen, T. (2000). Performance measurement for a maintenance management system [Master Thesis, Chulalongkorn University]. Retrieved from <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/5957> [In Thai]
- Arnott, D., & Pervan, G. (2005). A critical analysis of decision support systems research. *Journal of Information Technology*, 20(2), 67–87. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jit.2000035>
- Başal, A., Gülözer, K., & Demir, İ. (2015). Use of video and audio texts in EFL listening test. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6). <https://doi.org/10.11114/jets.v3i6.1001>
- Boranintr, V. (2009). Development of online statistical process control software for hard disk drive manufacturing [Master Thesis, Chulalongkorn University]. Retrieved from <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/15764> [In Thai]
- Borup, J., Graham, C. R., & Velasquez, A. (2011). The use of asynchronous video communication to improve instructor immediacy and social presence in a blended learning environment. *Blended Learning across Disciplines*, 38–57. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-479-0.ch003>
- Busdabong, Z. (2013). Automated incremental integration test case generation from unit test case [Mater Thesis, Suranaree University of Technology]. Retrieved from <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/4979> [In Thai]
- Cho, J., & Ghang Lee. (2019). A chatbot system for construction daily report information management. *Proceedings of the 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, Banff, Canada . <https://doi.org/10.22260/isarc2019/0058>
- Chueauan, K., Suntaranont, B., Nusen, S., Kaewmarachoen, M. (2020). Data analysis in the construction management process using business intelligence to increase management efficiency. *The 25th National Convention on Civil Engineering*, Chonburi, Thailand. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/20011748 [In Thai]
- Delil, S. (2017). The impact of infographic animation videos on data visualization. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(4), 1178–1183. <https://doi.org/10.24289/ijsser.312933>

- Hou, C.-K. (2012). Examining the effect of user satisfaction on system usage and individual performance with business intelligence systems: An empirical study of Taiwan's electronics industry. *International Journal of Information Management*, 32(6), 560–573. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2012.03.001>
- Hosseini, S. S., Yamaghani, M. R., & Poorzaker Arabani, S. (2023). Multimodal modelling of human emotion using sound, image and text fusion. *Signal, Image and Video Processing*, 18(1), 71–79. <https://doi.org/10.1007/s11760-023-02707-8>
- Ishibashi, T., Nakao, Y., & Sugano, Y. (2020). Investigating audio data visualization for interactive sound recognition. *Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces*, Cagliari, Italy. <https://doi.org/10.1145/3377325.3377483>
- Jiangsheng, X. (2011). Video monitoring system for large maintenance machinery. *IEEE 2011 10th International Conference on Electronic Measurement & Instruments*, Chengdu, China. <https://doi.org/10.1109/icemi.2011.6037855>
- Magdalena, R., Ruldeviyani, Y., Sensuse, D. I., & Bernando, C. (2019). Methods to enhance the utilization of business intelligence dashboard by integration of evaluation and user testing. *2019 3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, Central Java, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/icicos48119.2019.8982481>
- Shivakumar (2023). Bots are hot: What the bots revolution means for IT? Retrieved from <https://community.sap.com/t5/additional-blogs-by-sap/bots-are-hot-what-the-bots-revolution-means-for-it/ba-p/13217571>
- Moss, L. T., & Atre, S. (2003). *Business intelligence roadmap* (1st ed.). Pearson Education.
- Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '93*, Amsterdam, The netherlands. <https://doi.org/10.1145/169059.169166>
- Ockey, G. J. (2007). Construct implications of including still image or video in computer-based listening tests. *Language Testing*, 24(4), 517–537. <https://doi.org/10.1177/0265532207080771>
- Phuengheng, W. & Chinnasri, W. (2017). A comparison of software development process model. *APHEIT Humanities and Social Sciences Journal*, 6(2), 136-145. [In Thai]
- Pi, S.-M., Li, K.-C., & Lu, C.-Y. (2018). User satisfaction and work impact of using business intelligence systems. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 6(4), 1–8. <https://doi.org/10.9734/ajeba/2018/41072>

- Susena, K. C., Simanjuntak, D. M., Parwito, Fadillah, W., Yulyardo, & Girsang, A. S. (2018). Business intelligence for evaluating loan collection performance at bank. *2018 International Conference on Orange Technologies (ICOT)*, Nusa Dua, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/icot.2018.8705829>
- Thaiprecha, W. (2022). Designing mobile dashboard for manufacturing using by Power BI, [Master Thesis, Silpakorn University]. Retrieved from <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/4254> [In Thai]
- Thaiprecha, W., & Puntusavase, K. (2023). Applying dashboards for manufacturing by comparing programs used between Google data studio and Microsoft Power BI. *Journal of Management Science Research, Surindra Rajabhat University*, 7(3), 39-53. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jmsr/article/view/258426> [In Thai]
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2017). Design procedure to develop dashboards aimed at improving the performance of productive equipment and processes. *Procedia Manufacturing*, 11, 1634–1641. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.314>
- Wagner, E. (2010). Test-takers' interaction with an L2 video listening test. *System*, 38(2), 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.system.2010.01.003>

การประยุกต์ใช้ชุดสีกับการออกแบบลวดลายธงอีสานสองมิติ Utilizing Color Palettes for Designing Two-Dimensional Thong Isan Patterns

ยศวดี โยธาธิการ¹, สิริอร วงษ์ทวี¹, มณฑกานต์ ทุมมาวาตี¹, กมลวรรณ รัชตเวชกุล^{1,*}
Yosvadee Yothathikarn¹, Siri-orn Vongtavee¹, Montakarn Tummawat¹,
Kamonwan Ratchatawetchakul^{1,*}

¹ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์ 46000 ประเทศไทย

¹ Business Computer for Development, Faculty of Administrative Science, Kalasin University, Kalasin 46000, Thailand

Corresponding Author: Kamonwan Ratchatawetchakul, kamonwan.ku@ksu.ac.th

Received:

24 November 2023

Revised:

22 January 2024

Accepted:

2 April 2024

คำสำคัญ:

ธงอีสาน, ภาพ 2 มิติ, ชุดสี

Keywords:

Thong Isan, 2D image, Color
Palettes

บทคัดย่อ: งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ชุดสีในการออกแบบลวดลายธงอีสานในรูปแบบภาพ 2 มิติ และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดสีที่ใช้ในการออกแบบลวดลายธงอีสาน 2 มิติ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลลวดลายธงอีสานจำนวน 8 ลวดลาย และแนวคิดทฤษฎีสีที่มีผลต่อการเลือกใช้สีจากชุดทฤษฎีสีจำนวน 10 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีสีเดียว ทฤษฎีสีข้างเคียง ทฤษฎีสีคู่ตรงกันข้าม ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านเท่า ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทฤษฎีสีวงรีร้อน ทฤษฎีสีวงรีเย็น และทฤษฎีสีทึบสี ลวดลายธงอีสานทั้ง 8 ลวดลายถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบภาพ 2 มิติ ได้แก่ ธงลายสี่เหลี่ยม ธงลายหกเหลี่ยม ธงลายแปดเหลี่ยม ธงลายสิบเหลี่ยม ธงลายสามมิติ ธงลายดาวกระจาย ธงลายแก้วกลม และธงลายใบโพธิ์ โดยใช้ชุดสีตามหลักการทฤษฎีสีในการออกแบบลวดลายธง จากนั้นได้จัดทำเป็นรูปเล่มในรูปแบบ E-Book โดยใช้ชื่อว่า “ชุดสีธงอีสาน” ผลการวิจัยพบว่า ภาพ 2 มิติลวดลายธงอีสานที่ออกแบบโดยใช้ชุดสีเฉพาะสำหรับแต่ละลวดลายสามารถถ่ายทอดแนวคิดและความงามของธงได้อย่างเหมาะสม และผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดสีที่ใช้ในการออกแบบลวดลายธงอีสาน 2 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญผ่านแบบสอบถามพบว่าผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$)

Abstract: The purpose of this study is to examine how color sets are used in 2D design and to assess their effectiveness. The study focuses on the use of color sets in 2D Isan Thong pattern designs, based on ten color theories: single color theory, adjacent color

theory, complementary color theory, equilateral triangle color theory, double complementary color theory, rectangular color theory, square color theory, warm color theory, cool color theory, and six-color theory. The researcher studied eight Isan Thong patterns and relevant color theory concepts influencing color selection. The eight Isan Thong patterns, available in 2D format, feature floral images with four, six, eight, and ten petals, as well as starburst and three-dimensional designs. The Thong Lai Keaw Kamala and Bodhi leaf patterns were also created using selected color sets based on the color theories. These were used to design 2D Isan Thong patterns and compile them into an e-book titled The Isan Thong Color Set. The research findings show that 2D images of the Isan patterns were successfully created using specific color sets for each pattern. The effectiveness of the color sets was evaluated by experts using a performance evaluation questionnaire. The overall evaluation result ($\bar{X} = 4.77$) indicates a very high level of effectiveness.

1. บทนำ

“ธุงอีสาน” เป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่โดดเด่นของงานนี้ คือ “ธุงใบโพธิ์” ที่ประดับประดาพื้นที่ของงานอย่างมากมาย ส่วนใหญ่ล้วนจะเข้ามาถ่ายรูปกับบรรดาธุงใบเมฆมุลหลากสีที่แขวนตกแต่งอย่างสวยงามของแต่ละลาย ซึ่งมีความเชื่อของท้องถิ่นเป็นเครื่องประกอบพิธีกรรมสำคัญของชาวอีสานมาอย่างยาวนาน เชื่อกันว่าสามารถป้องกันสิ่งเลวร้ายหรือสิ่งไม่ดีที่มองไม่เห็น ที่มีพิธีการสำคัญให้มาช่วยปกป้องคุ้มครองนั้นๆ ธุงอีสานแต่ละลายมี 8 ลวดลาย ได้แก่ ลาย 4 เหลี่ยม, ลาย 6 เหลี่ยม, ลาย 8 เหลี่ยม, ลาย 10

เหลี่ยม, ลาย 3 มิติ , ลายดาวกระจาย, ลายใบโพธิ์, ลายแก้วมลา เป็นต้น (Suwanthada, 2012)

การจำหน่ายธุงอีสาน สำหรับลูกค้าที่ต้องการนำไปประดับตกแต่งเพื่อประกอบพิธีกรรมทางศาสนา เป็นที่นิยมอย่างมากในภาคอีสานชาวบ้านในภาคอีสานและบุคคลทั่วไปที่มีความชื่นชอบ เนื่องจากธุงอีสานมีลวดลายที่สวยงาม สีสันสดใส สามารถนำไปประดับตกแต่งได้หลากหลายเทศกาล หรือโอกาสต่างๆ ในการประดิษฐ์ธุงอีสานเพื่อจำหน่ายนั้นโดยส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่มีความชำนาญในการประดิษฐ์ธุงอีสานเพื่อจำหน่ายและสร้างรายได้ให้กับชุมชน มีบางกลุ่มหรือ บางผู้ประกอบการที่มีช่องทางการขายในช่องทางออนไลน์ ที่มีผู้คนเข้ามาสั่งซื้อจำนวนมาก จากการเก็บข้อมูลจากตัวแทนกลุ่มประดิษฐ์ธุงอีสานที่ใช้ชื่อว่า “ศิลปินอีสาน ด่านานธุงใบโพธิ์” กล่าวว่า การประดิษฐ์ธุงอีสานจะช่วยให้เทพเทวาอารักษ์ได้รับรู้ว่าสถานที่นี้ได้ประกอบงานอันเป็นมงคลจะได้ช่วยมาปกป้องรักษาคุ้มครองให้สิ่งอันไม่เป็นมงคลทั้งหลายอย่างได้เข้ามาใกล้งานพิธีนั้นๆ เป็นแรงบันดาลใจในการทำธุงอีสาน เกิดจากความศรัทธาในพุทธศาสนา นั้นได้เห็นผู้เฒ่า ผู้แก่ในหมู่บ้านรวมตัวกันหลาย 10 คน ร่วมกันทำธุงอีสานถวายวัดในวันบุญกฐิน ทำทั้งวัน ทั้งคืนจากการสอบถามจึงได้รู้ว่าพวกท่านทำเพื่อเอาบุญ คำว่าทำเอาบุญของท่านพูดอย่างมีความสุขจึงเกิดแรงบันดาลใจให้คิดทำธุงใบเมฆมุลเพื่อเอาบุญ โดยมีการสร้างเพจเฟซบุ๊กเพื่อเป็นช่องทางจัดจำหน่ายในรูปแบบออนไลน์ ทำให้มีการสั่งซื้อเข้ามาเป็นจำนวนมากทางกลุ่มได้มีการจ้างผู้เฒ่าผู้แก่ในหมู่บ้านให้เข้ามามีส่วนร่วมทำธุง เพื่อให้ได้รายได้ในครัวเรือน และจากการสอบถามข้อมูลจากผู้ประกอบการที่จำหน่ายธุงอีสาน พบว่า การสั่งซื้อธุงอีสานของลูกค้าแต่ละลายมีความต้องการเลือกซื้อธุงอีสานจากลวดลาย การเลือกสีธุงอีสาน ผู้ประกอบการบางท่าน ขาดความรู้ในเรื่องของการเลือกใช้สี การจับคู่สี โดยส่วนใหญ่จะเลือกตามใจชอบ หรือเลือกตามสีไหนพรมที่มีอยู่ เพราะเข้าใจว่าสวยและเข้ากัน หลังจากที่ได้ประดิษฐ์ออกมา

แล้วพบว่าลูกค้าไม่เลือกซื้อธงอีสานเนื่องจากขาดความสวยงาม ส่งผลให้ไม่ได้จำหน่าย สินค้าค้างสต็อกขาดสภาพคล่องในการจำหน่ายธงอีสาน ในส่วนของผู้ประกอบการที่จัดจำหน่ายในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งผู้ขายได้ส่งภาพถ่ายที่เคยถ่ายภาพไว้ส่งให้กับลูกค้าที่ละภาพ เป็นจำนวนหลายภาพ เพื่อให้ลูกค้าตัดสินใจเลือกดู และไม่มีตัวอย่างชุดสีให้ลูกค้าดู รวมถึงปัญหาของการสั่งซื้อเกิดความสับสน ทำให้ผู้ผลิตจัดทำผิดไม่ตรงตามออเดอร์ เพราะการสื่อสารที่ไม่ตรงกัน ทั้งการแสดงผลตัวอย่างกับราคาสินค้า ราคาค่าจัดส่ง เป็นต้น

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา คือ การใช้ชุดสีสำหรับการออกแบบลวดลายธงอีสานแบบภาพ 2 มิติ และจัดทำ E-book เพื่อให้ลูกค้าเข้าถึงลายธงอีสานหลากหลายรูปแบบ และสามารถจับชุดสีให้ลายธงอีสานในแบบที่ลูกค้าต้องการได้ การออกแบบภาพ 2 มิติ ลายธงอีสานและจับชุดสีให้ลายธงอีสานแบบ E-book จะทำให้สามารถเข้าถึงลูกค้าได้หลากหลายประเภทและยังตอบสนองความต้องการของลูกค้าอีกด้วย ช่วยเพิ่มโอกาสการสร้างผลงานและสร้างรายได้ให้กับชาวบ้านในชุมชนมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการใช้ชุดสีสำหรับการออกแบบลวดลายธงอีสานแบบภาพ 2 มิติ

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดสีกับการออกแบบลวดลายธงอีสาน 2 มิติ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ภาพ 2 มิติ โดย Hearn, Baker, & Carithers (2010) ระบุว่า “สองมิติ” (Two-Dimensional) ซึ่งหมายถึงวัตถุหรือสื่อที่มีสองมิติ ได้แก่ ความกว้าง (Width) และความยาว

(Height) แต่ไม่มีความลึก (Depth) ในบริบทของการออกแบบและสื่อสารสนเทศ “2D” มักใช้เพื่ออ้างถึงภาพหรือกราฟิกที่แสดงบนพื้นผิวแบน เช่น ภาพวาด สัญลักษณ์ แผนภูมิ หรือแผนที่

3.1.2 ทฤษฎีสี คือแนวคิดที่ศึกษาเกี่ยวกับการผสมสีจากแม่สีเพื่อสร้างสีใหม่ๆ และการจับคู่สีที่สอดคล้องกันในการออกแบบและศิลปะ ทฤษฎีนี้ช่วยให้เราเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของสีและวิธีการใช้สีอย่างมีประสิทธิภาพ

Haller (2020) กล่าวว่า ทฤษฎีสีว่ามีความสัมพันธ์กันกับความรู้สึกซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการมองเห็นของมนุษย์ เพราะว่ามีพลังการปลุกเร้าการตอบสนองของอารมณ์ สีมืดทมิฬเชิงจิตวิทยาเช่น สีแดง สีส้ม สีเหลืองให้ความรู้สึกอุ่นและสัมพันธ์กับแสงอาทิตย์หรือไฟ สีน้ำเงินหรือสีเขียว สัมพันธ์กับป่า น้ำ ท้องฟ้า และให้ความรู้สึกเย็น เป็นต้น

เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1731 เจ ซี ลี โบลน (J.C.Le Blon) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ธรรมชาติหรือคุณลักษณะเฉพาะของสี และได้กำหนดสีขั้นต้นเป็น แดง เหลือง และน้ำเงิน แล้วนำสีทั้งสามมาจับคู่ผสมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสีต่างๆ อีกมากมาย การค้นพบคุณสมบัติเกี่ยวกับสีนี้ ได้ถูกกำหนดเป็น “ทฤษฎีสี” ขึ้นมา และต่อมาได้มีผู้นำหลักทฤษฎีสีนี้ไปศึกษาค้นคว้าต่อและได้ค้นพบคุณสมบัติของสีอีกหลายประการด้วยกัน ซึ่งความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีสีสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านต่างๆ ได้อีกมากมาย (Kosum, 1997)

ทฤษฎีสี คือ การแนะนำแนวทางปฏิบัติสำหรับผสมสีที่เกิดจากแม่สี ส่งผลต่อการมองเห็นที่เกิดจากการผสมสีบางอย่าง มีนิยามของสีโดยอาศัยวงล้อสี ได้แก่ แม่สี สีทุติยภูมิและสีตติยภูมิ ซึ่งหลักการทฤษฎีสีปรากฏครั้งแรกในงานเขียนของเลออน บัตติสตา อัลแบร์ตี (ประมาณ ค.ศ. 1435) และสมุดบันทึกของเลโอนาร์โด ดา วินชี (ประมาณ ค.ศ. 1490)

ในงานประเพณี “ทฤษฎีสี” ในคริสต์ศตวรรษที่ 18 ซึ่งเป็นกล่าวถึงเรื่องราวเกี่ยวกับทฤษฎีสีของไอแซก นิวตัน และธรรมชาติของแม่สี (Opticks, 1704) หลังจากนั้นมาจึงมีการพัฒนาเป็นประเพณีศิลปนิพนธ์ และมีการอ้างอิงอย่างผิวเผินถึงการวิเคราะห์เคมีของสี (Colorimetry) และทัศนวิทยาศาสตร์ (Vision Science)

ทฤษฎีสีของโยฮันน์ โวล์ฟกัง ฟอน เกอเธ่ (Johann Wolfgang von Goethe) ซึ่งตีพิมพ์ครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1810 ภายใต้ชื่อ Zur Farbenlehre (Theory of Colours) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้สีจากมุมมองทางจิตวิทยา ทฤษฎีสีโดยให้หลักการของแม่สี (Primary Color) คือ สามสีขั้นต้น ที่เมื่อผสมกันก็จะทำให้เกิดสีอื่นๆ ต่อไป แม่สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน (Goethe, 1840)

สีขั้นที่ 2 (Secondary Color) คือ สีที่เกิดจากแม่สีผสมกันในอัตราส่วนที่เท่ากันจะทำให้เกิดสีใหม่ ได้แก่

- สีแดง ผสมกับ สีเหลือง ได้ สีส้ม (Orange)
- สีแดง ผสมกับ สีน้ำเงิน ได้ สีม่วง (Purple)
- สีเหลือง ผสมกับ สีน้ำเงิน ได้ สีเขียว (Green)

สีขั้นที่ 3 (Tertiary Color) คือ สีที่เกิดจาก แม่สี ผสมกับ สีขั้นที่ 2 ในอัตราส่วนที่เท่ากัน ดังภาพประกอบ 2.6 จะได้สีอื่นๆ อีก 6 สี คือ

- สีแดง ผสมกับ สีส้ม ได้ สีส้มแดง (Vermillion)
- สีแดง ผสมกับ สีม่วง ได้ สีม่วงแดง (Magenta)
- สีเหลือง ผสมกับ สีเขียว ได้ สีเขียวเหลือง (Chartreuse)

- สีน้ำเงิน ผสมกับ สีเขียว ได้ สีเขียวน้ำเงิน (Teal)

- สีน้ำเงิน ผสมกับ สีม่วง ได้ สีม่วงน้ำเงิน (Violet)

- สีเหลือง ผสมกับ สีส้ม ได้ สีส้มเหลือง (Amber)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีสี พิจารณาจากสีมีผลต่ออารมณ์ ความรู้สึก มีความหมาย และมีผลต่อจิตใจ รวมถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ซึ่งทฤษฎีสีเกิดจากการผสมสีได้ทีจากแม่สี รายละเอียดชุดสีดังนี้ ทฤษฎีสีเดียว ทฤษฎีสีข้างเคียง ทฤษฎีสีคู่ตรงกันข้าม ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านเท่า ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทฤษฎีสีวรรณะร้อน ทฤษฎีสีวรรณะเย็น และทฤษฎีสีทหสี

การใช้สีเดียว (Monochromatic) คือ การเลือกสีใดสีหนึ่งจากวงล้อสี โดยสามารถใช้ร่วมกันกับสีขาว สีดำได้ เมื่อนำสีหลักสีเดียว และการนำสีขาว-ดำเข้ามาใช้ร่วมด้วย ทำให้งานดูน่าสนใจเนื่องจากเป็นสีกลางที่เข้าได้กับทุกสี ให้งานไปในทางเดียวกัน และมีสมดุลมากขึ้น

การใช้สีคู่ตรงข้าม (Complementary Color) คือ สีที่อยู่ตรงข้ามกันบนวงล้อสี หรือวิธีการจับคู่ง่ายๆ ก็คือการลากเส้นจากสีหนึ่งไปตรงๆ เส้นนั้นไปบรรจบที่สีใดสองสีนั้นก็เป็นคู่ตรงข้ามกัน

การใช้สีสามสี (Split Complementary Color) คือ การใช้สีคู่ตรงข้าม แต่จะมีสีหนึ่งที่แตกออกมาเป็นสองสี ซึ่งเป็นสีที่อยู่ใกล้กันจากวงล้อสี รวมแล้วจาก 2 สีที่ตัดกันชัดเจน จะกลายเป็น 3 สีที่มีสีหนึ่งโดดเด่น ส่วนการใช้สีสามสีตรงข้าม (Triadic Color) คือ การใช้สีที่อยู่ตรงข้ามกัน จำนวน 3 สี การใช้สีสามสีข้างเคียง (Analogous Color) คือ การใช้สี 3 สี ที่อยู่ติดกันในวงล้อสี จะทำให้ชุดสีที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การใช้สีลักษณะนี้จะค่อนข้างทำ

ได้ง่ายกว่าสองแบบที่ผ่านมา เพราะทำให้คุมค่าสีได้ดี และงานไปได้ทางเดียวกันได้ไม่ยากนัก

การใช้สีสี่สี (Tetradic Color) คือ การใช้สีที่อยู่ตรงข้ามกันอย่างจำนวน 4 สีบนวงล้อสี เป็นชุดสีที่สามารถใช้ได้แต่ได้รับความนิยมน้อยเนื่องจากมีสีหลักมากเกินไป แต่ถ้าใช้ในอัตราส่วนที่พอเหมาะก็ทำให้งานออกมาโดดเด่นได้มากเลย

การใช้สีสี่สีต่อมาได้มีการนำรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าร่างแบบลงในวงล้อสีเมื่อมุมของเหลี่ยมตกที่สีใดให้สีนั้น

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Somnukton & Wansuk (2019) ได้ทำการวิจัย เรื่องการออกแบบลวดลายผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค Marbling Art มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการออกแบบลวดลายผลิตภัณฑ์ด้วย Marbling Art สรุปผลการวิจัย พบว่า Marbling Art คือ งานศิลปะที่เกิดจากการวาดลวดลาย การหยดสี หรือสเปกตูลัมบนผิวน้ำ ให้มีลักษณะคล้ายชั้นของหินอ่อน หรือเป็นลวดลายอื่นๆ แล้วแต่เทคนิคเฉพาะตัว เพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีลวดลายที่ทันสมัยและแปลกใหม่ยิ่งขึ้น

Promjeen & Chaetnalao (2019) ได้ทำการวิจัย เรื่องการใช้แสงและสีทางจิตวิทยา เพื่อการออกแบบพัฒนาฉาก ศึกษาเกี่ยวกับแสงและความแตกต่างของโทนสี ผลการวิจัยกล่าวโดยสรุป พบว่า ในเชิงจิตวิทยาสีมีผลต่ออารมณ์และความรู้สึกของมนุษย์ โดยแต่ละโทนสีหรือกลุ่มสี สามารถสื่ออารมณ์ความรู้สึกที่แตกต่างกัน ซึ่งช่วยให้การออกแบบฉากสื่ออารมณ์ได้ชัดเจน กล่าวคือสีของฉากนั้นมีผลต่ออารมณ์ร่วมของผู้ชมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการใช้แสงและสีทางจิตวิทยาจึงสามารถนำมาใช้ในการออกแบบพัฒนาฉากเพื่อถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์และสร้างอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดต่อผู้ชมได้

Pensasitorn (2021) ได้ทำการวิจัย เรื่อง สีที่สะท้อนบุคลิกภาพการออกแบบกราฟิกเพื่อนำเสนอจุดขายสินค้าสะดวกซื้อ เพื่อค้นหาสีที่สะท้อนบุคลิกภาพของงานได้อย่างชัดเจนนอกจากจะสร้างความสวยงามเป็นเอกลักษณ์ที่สามารถสังเกตและช่วยในการจดจำได้ง่ายแล้ว สียังใช้ในการกระตุ้นความสนใจผู้รับสารให้เข้าเนื้อหาและอารมณ์ในการออกแบบงานนั้นด้วย ดังนั้นการเลือกสีที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการนำเสนอจึงช่วยทำให้งานออกแบบนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถแสดงออกถึงบุคลิกภาพทางการออกแบบกราฟิกที่เหมาะสมในการนำไปใช้นำเสนอจุดขายผลิตภัณฑ์แต่ละแบบ

Muakkul et al. (2023) ได้ทำวิจัย เรื่อง การออกแบบลวดลายและสีผ้าทอตีนจกอัตลักษณ์จังหวัดเชียงราย และราชภัฏเชียงราย” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสังเคราะห์และออกแบบลวดลายและสีตามอัตลักษณ์ท้องถิ่น และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยได้ศึกษาและสังเคราะห์ลวดลายและสีที่เป็นอัตลักษณ์จากชาติพันธุ์หลากหลายในเชียงราย เช่น ไทหวน, ลีซอ, ไทลื้อ, ม้ง, เมี่ยน, ไทหย่า, ปกาเกอญอ และลาวหลวงพระบาง รวมถึงการใช้ลายเขียนแสนหงส์ดำเป็นลายหลัก การออกแบบใช้เทคนิคการวาดลงกระดาษกราฟและคอมพิวเตอร์ และทดลองทอผืนผ้า ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง (4.63 จากคะแนนเต็ม 5) เน้นให้เห็นคุณค่าของหัตถกรรม และสามารถนำไปต่อยอดในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ดี

Thongpremjit (2021) ได้ทำวิจัย เรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและพัฒนาบูธจัดแสดงสินค้าของชนเผ่ากะเหรี่ยง ต.บ้านหลวง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ วัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น และ วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นของชาวกะเหรี่ยง ปกาเกอญอ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ และบูธจัดแสดงสินค้า และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า อัตลักษณ์ที่โดดเด่นของชาวกะเหรี่ยงปกาเกอญอ

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด

จากการศึกษาผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลใน “งานประเพณีเทศกาล มาฆปุรณมีบูชา ทะเลธงอีสาน จังหวัดกาฬสินธุ์” เพื่อศึกษาลวดลายของธงและสีของธงแต่ละรูปแบบ ได้ข้อสรุปการจัดทำโมเดล 2 มิติ ลวดลายธง ลาย 8 ลวดลาย ได้แก่ ลาย 4 เหลี่ยม ลาย 6 เหลี่ยม ลาย 8 เหลี่ยม ลาย 10 เหลี่ยม ลาย 3 มิติ ลายดาวกระจาย ลายใบโพธิ์ และ ลายแก้วกลมลา ดังภาพประกอบที่ 1 โดยในงานมีการแสดงทะเลธงหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีธงที่ใช้สีและไม่ได้ใช้สีตามทฤษฎีหลักการใช้สี พบว่าธงที่ใช้สีตามทฤษฎีหลักการใช้สีมีความสวยงาม โดดเด่น ดึงดูดความสนใจจากผู้เข้าร่วมงานมากกว่าธงที่ไม่ได้ใช้สีตามทฤษฎีหลักการใช้สี ผู้วิจัยจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของธงทั้ง 8 ลวดลาย

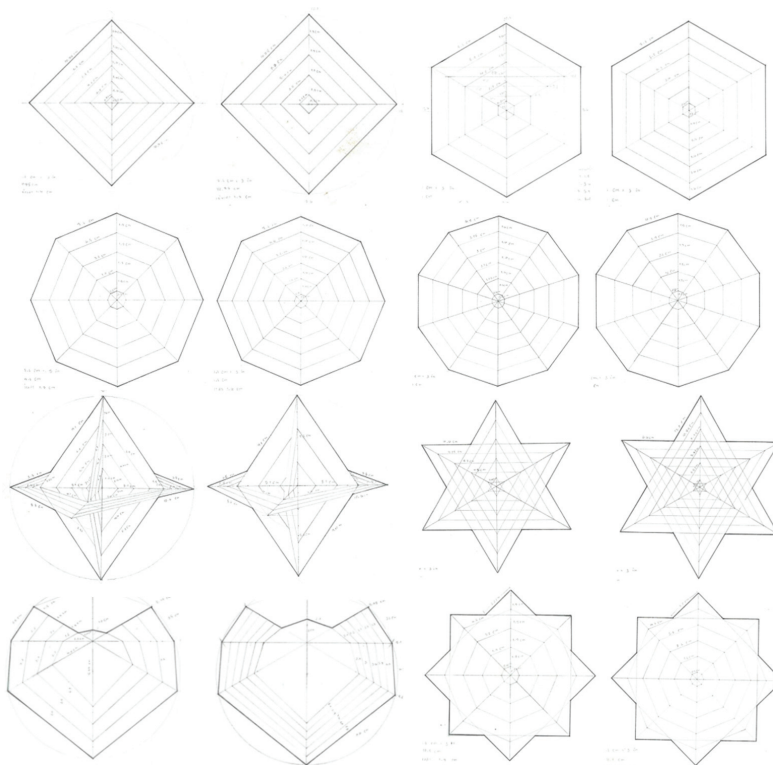
5.2 การออกแบบและร่างโมเดล 2 มิติ

การออกแบบร่างโมเดล 2 มิติ ธงลาย 4 เหลี่ยม ธงลาย 6 เหลี่ยม ธงลาย 8 เหลี่ยม ธงลาย

10 เหลี่ยม ธงลาย 3 มิติ ธงลายดาวกระจาย ธงลายใบโพธิ์ และ ธงลายแก้วกลมลา ดังภาพประกอบ 2

5.3 การนำทฤษฎีสีกับการใช้สีมาใช้ในการออกแบบชุดสีธงอีสาน

การจับคู่สีเป็นกระบวนการที่มีการเลือกใช้สีตามทฤษฎีหลักการใช้สีให้เหมาะสมกับการประดิษฐ์ธงที่ต้องการ การเลือกใช้สีที่ถูกต้องช่วยให้ผู้ซื้อสามารถรับรู้และผู้ประดิษฐ์สามารถเลือกใช้สีในการประดิษฐ์ธงได้ง่ายขึ้นสร้างความประทับใจต่อผู้ซื้อ การจับคู่สีกับการประดิษฐ์ธงเป็นสิ่งสำคัญในด้านการออกแบบธงเพื่อสร้างความน่าสนใจแก่กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ซึ่งการจับคู่สีในการศึกษาวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ชุดสีกับการออกแบบโมเดลลวดลายธงอีสาน 2 มิติ เพื่อการตัดสินใจซื้อที่รวดเร็ว ใช้ทฤษฎีสีทั้งหมด 10 หลักการ จากการทบทวนวรรณกรรม สรุปดังนี้

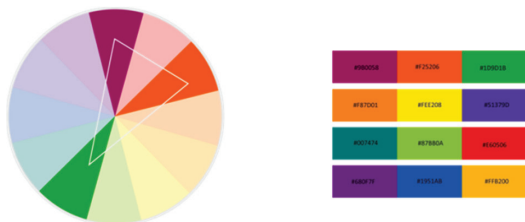


ภาพประกอบ 2 ออกแบบและร่างโมเดล 2 มิติ

ภาพประกอบ 6 ทฤษฎีสี่สามเหลี่ยมด้านเท่า

เป็นหลักการในการออกแบบและศิลปะที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีที่เป็นสีสามสีที่ไม่เท่ากัน ในวงจรสี่ สามสีที่อยู่ห่างกันไม่เท่ากันในวงจรสี่เรียกว่า “สีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า” โดยการเลือกใช้สีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่าช่วยให้งานออกแบบและศิลปะมีความสมดุลและความเป็นระเบียบ และสร้างความสวยงามในงานต่างๆ (ดังภาพประกอบ 7)

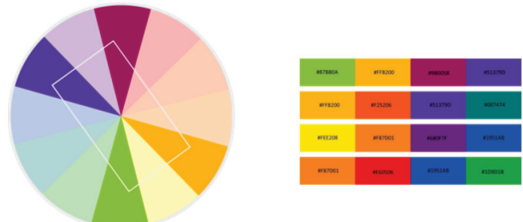
5.3.6 ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Color Scheme Theory) เป็นหลักการในการออกแบบและศิลปะที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีที่เป็นสีสี่ที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมในวงจรสี่ ในทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า สีทั้งสี่มีความสัมพันธ์กันที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมแบ่งออกเป็นสองคู่สีคู่กัน โดยคู่สีคู่หนึ่งมีสีสองคู่ที่อยู่ติดกันและมีอัตราส่วนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (ดังภาพประกอบ 8)



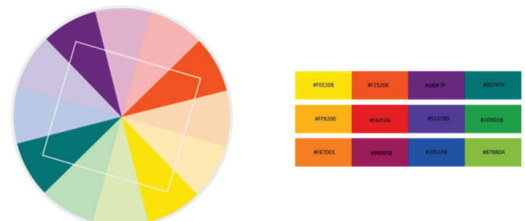
ภาพประกอบ 7 ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

5.3.7 ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadrilateral Square Color Theory) ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Double Complementary Color Scheme” ซึ่งเป็นหลักการออกแบบและศิลปะที่ใช้สีสี่สีที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระเบียบในวงจรสี่ สีสี่สีที่อยู่ในทฤษฎีนี้จัดอยู่เป็นสองคู่สีคู่กัน โดยคู่สีคู่หนึ่งมีความสัมพันธ์กันที่ตรงข้ามกันและมีอยู่ในระยะทางเท่ากันในวงจรสี่ (ดังภาพประกอบ 9)

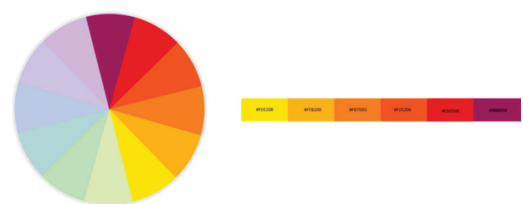
5.3.8 ทฤษฎีสีวรรณะร้อน (Warm Color Theory) เป็นหลักการในการออกแบบและศิลปะที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีที่มีลักษณะอบอุ่นและเป็นอารมณ์ สีวรรณะร้อนมักมีลักษณะคล้ายกับสีที่เกิดจากแสงแดด (ดังภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 8 ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า



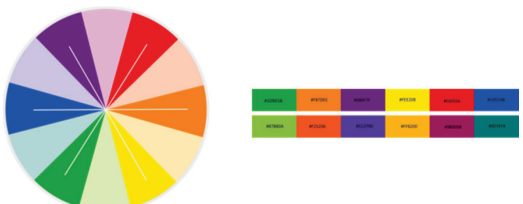
ภาพประกอบ 9 ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ภาพประกอบ 10 ทฤษฎีสีวรรณะร้อน



ภาพประกอบ 11 ทฤษฎีสีวรรณะเย็น



ภาพประกอบ 12 ทฤษฎีสีทึบ

5.3.9 ทฤษฎีสีวรรณะเย็น (Cool Color Theory) เป็นหลักการในการออกแบบและศิลปะสีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีที่มีลักษณะเย็นและเป็นอารมณ์ สีวรรณะเย็นมักมีลักษณะคล้ายกับสีที่เกิดจากแสงเห็นภายในบริเวณหรือแสงเห็นที่ใกล้กับแสงจันทร์ (ดังภาพประกอบ 11)

5.3.10 ทฤษฎีสีหกสี (Six Color Theory) เป็นหลักการในการออกแบบและศิลปะสีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สีที่เป็นสีหลักหกสี ซึ่งเป็นสีพื้นฐานที่สามารถผสมกันเพื่อสร้างสีทุกสีในวงจรสี (ดังภาพประกอบ 12)

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.4.1 ออกแบบลวดลายธงอีสาน 2 มิติ ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator ใช้ชุดสี 10 ทฤษฎีจำนวน 8 ลาย ลายละ 98 แบบ รวมทั้งหมด 980 แบบ

5.4.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ ที่ผ่านขั้นตอนการประเมินข้อคำถาม IOC จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และประเมินประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

5.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

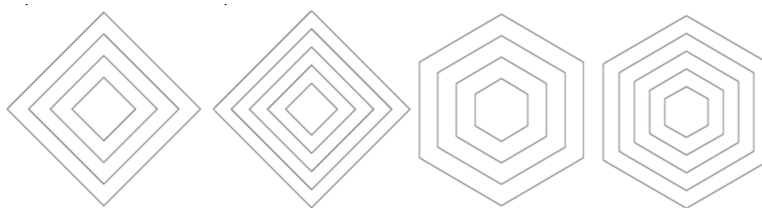
6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การออกแบบโมเดลธงอีสาน 2 มิติ ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator

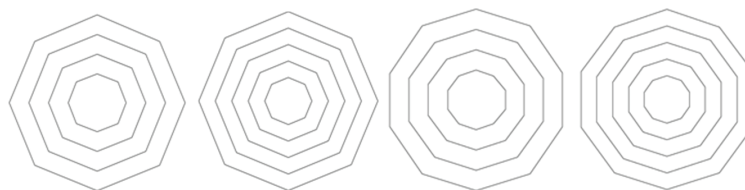
โดยได้ออกแบบโมเดลธงจำนวน ทั้งหมด 8 ลาย เพื่อนำไปจับคู่กับทฤษฎีสี หากนำสีที่ได้จำแนกตามทฤษฎีสีกับลายธงอีสาน จะได้โมเดลธงอีสาน ลายละ 98 แบบ รวมทั้งหมด 980 แบบ ทั้งนี้ยังไม่รวมจำนวนที่ได้มีการเลือกใช้สีกับจำนวนชั้นของธงอีสาน

6.1.1 ธงลาย 4 เหลี่ยม และ ธงลาย 6 เหลี่ยม (ดังภาพประกอบ 13)

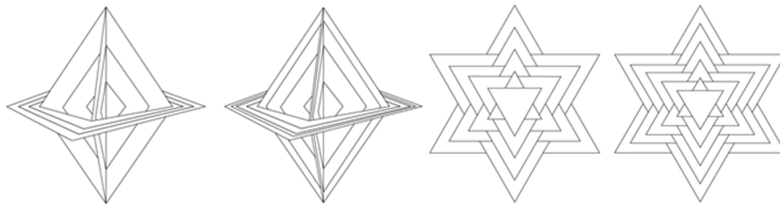
6.1.2 ธงลาย 8 เหลี่ยม และ ธงลาย 10 เหลี่ยม (ดังภาพประกอบ 14)



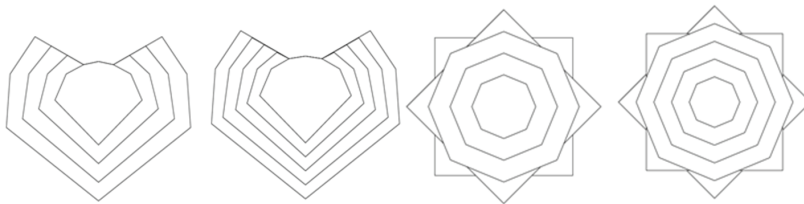
ภาพประกอบ 13 ภาพโมเดล 2 มิติ ธงลาย 4 และ ธงลาย 6 เหลี่ยม



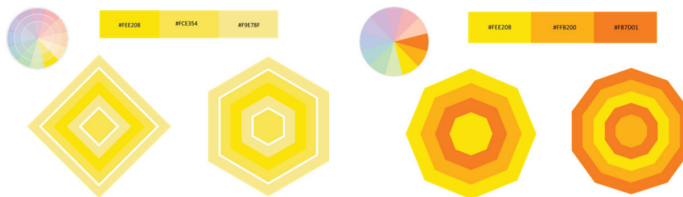
ภาพประกอบ 14 ภาพโมเดล 2 มิติ ธงลาย 8 เหลี่ยม และ ธงลาย 10 เหลี่ยม



ภาพประกอบ 15 ภาพโมเดล 2 มิติ ชูงลาย 3 มิติ และ ชูงลายดาวกระจาย



ภาพประกอบ 16 ภาพโมเดล 2 มิติ ชูงลายใบโพธิ์ และ ชูงลายแก้วกมลา



ภาพประกอบ 17 โมเดลชูงอีसान 2 มิติทฤษฎีสี่เดียว และ ทฤษฎีสี่ข้างเคียง

6.1.3 ชูงลาย 3 มิติ และ ชูงลายดาวกระจาย (ดังภาพประกอบ 15)

6.1.4 ชูงลายใบโพธิ์ (ดังภาพประกอบ 16) และชูงลายดาวกระจาย

6.2 การนำชุดสีตามทฤษฎีหลักการใช้สีร่วมกับโมเดลชูง

6.2.1 ทฤษฎีสี่เดียว (Monochromatic Color Theory และ Analogous Color Theory) (ดังภาพประกอบ 17)

6.2.2 โมเดลชูงอีसान 2 มิติ ทฤษฎีสี่คู่ตรงกันข้าม (Complementary Color Theory) และ (ทฤษฎีสี่สามเหลี่ยมด้านเท่า Triadic Color Theory) (ดังภาพประกอบ 18)

6.2.3 ทฤษฎีสี่สามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (Non-Equilateral Triangle Color Theory) และ

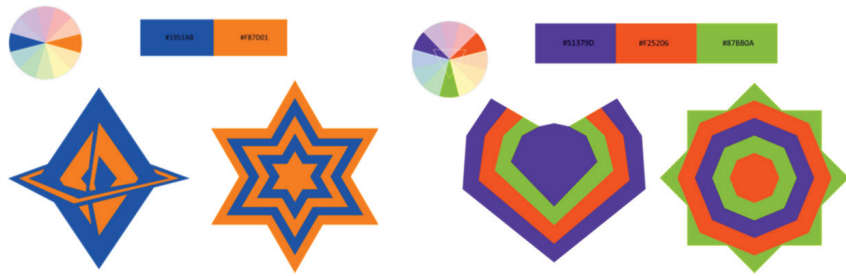
ทฤษฎีสี่สี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Color Scheme) (ดังภาพประกอบ 19)

6.2.4 ทฤษฎีสี่สี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadrilateral Square Color Theory) และ ทฤษฎีสี่สี่เหลี่ยมผืนผ้า (ดังภาพประกอบ 20)

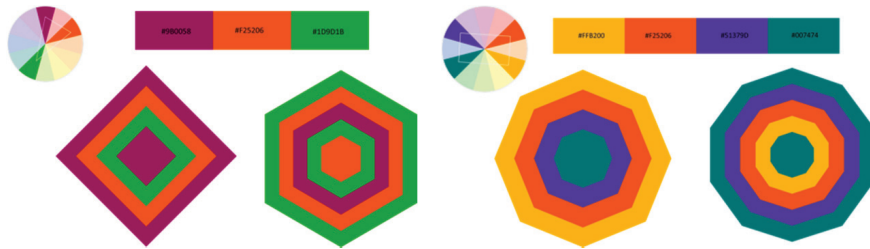
6.2.5 ทฤษฎีสี่สี่เหลี่ยมผืนผ้า (Cool Color Theory) และ ทฤษฎีสี่หกสี (Six Color Theory) (ดังภาพประกอบ 21)

6.3 การจับชุดสีของโมเดล 2 มิติ ที่อยู่ในรูปแบบ E-book

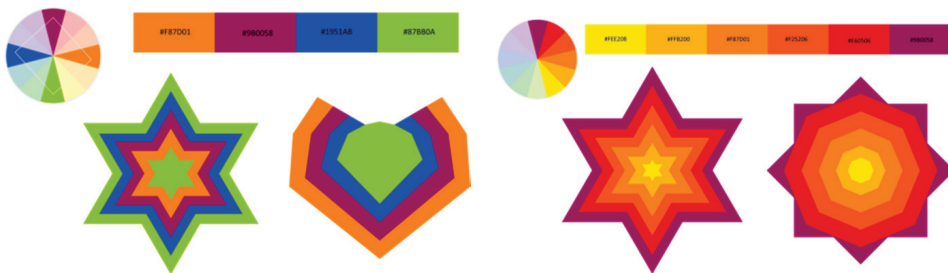
ปัจจุบันจะเห็นว่า ชูงอีसान มีหลากหลายรูปแบบและหลายหลายสี สัน ชุดสีส่วนใหญ่ที่พบเห็นโดยทั่วไปจะเป็นการจับชุดสีที่ไม่ได้อยู่ในหลักการใช้สีตามทฤษฎีหลักการใช้สี จะจับชุดสีที่ไม่มีที่มาและจับชุดสีตามใจชอบ ผู้วิจัยเลยคิดค้นโมเดลชูงอีसानที่จับ



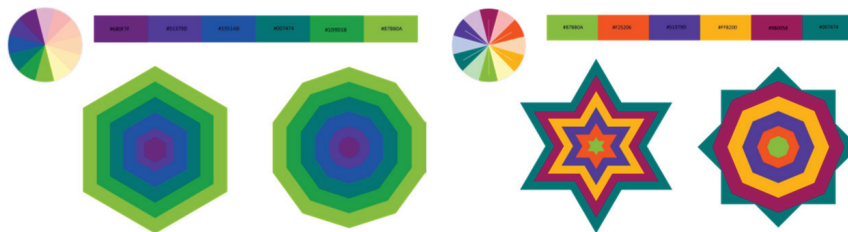
ภาพประกอบ 18 โมเดลรูปอีสาน 2 มิติ ทฤษฎีสีคู่ตรงกันข้าม และ ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านเท่า



ภาพประกอบ 19 โมเดลรูปอีสาน 2 มิติ ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า และ ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ภาพประกอบ 20 โมเดลรูปอีสาน 2 มิติ ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส และ ทฤษฎีสีวงรี



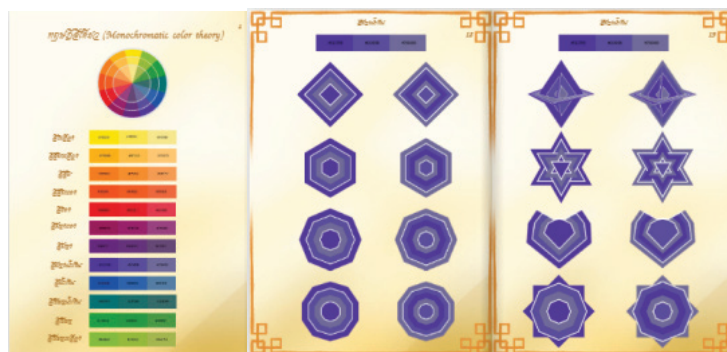
ภาพประกอบ 21 โมเดลรูปอีสาน 2 มิติทฤษฎีสีวงรี และ ทฤษฎีสีหกเหลี่ยม

ชุดสีตามทฤษฎีหลักการใช้สีที่ถูกต้องมาเป็นตัวอย่างให้กับลูกค้า ซึ่งการจับชุดสีตามทฤษฎีหลักการใช้สีจะมีหลายรูปแบบ ช่วยเพิ่มความสวยงาม มีเอกลักษณ์และโดดเด่นให้กับธงอีสาน ผู้วิจัยจึงจัดการจับชุดสีของโมเดล 2 มิติ ให้อยู่ในรูปแบบของ E-book เพื่อให้ลูกค้าได้เข้าถึงรูปแบบชิ้นงานที่หลากหลายรูปแบบ และช่วยให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อได้รวดเร็วขึ้น

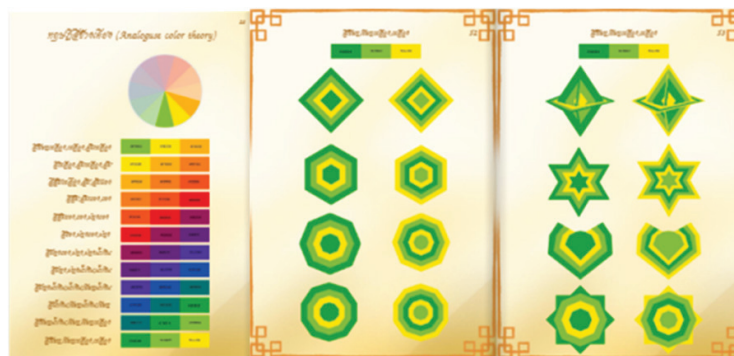
รูปแบบ E-book ชุดสีธงอีสาน สามารถแสกนคิวอาร์โค้ด หรือเข้าผ่านลิงค์ <https://heyzine.com/flip-book/16eb6d61f9.html> เพื่อรับชม E-book ในรูปแบบเล่ม (ดังภาพประกอบ 22-32)



ภาพประกอบ 22 E-book ชุดสีธงอีสาน



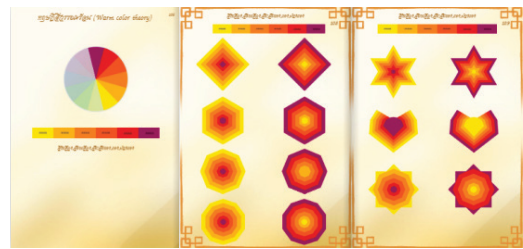
ภาพประกอบ 23 E-book ทฤษฎีสีเดี่ยว



ภาพประกอบ 24 E-book ทฤษฎีสีข้างเคียงขนาดเล็ก



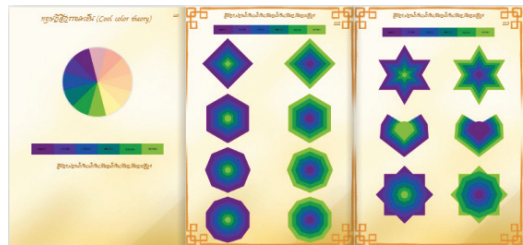
ภาพประกอบ 25 E-book ทฤษฎีสีคู่ตรงกันข้าม



ภาพประกอบ 30 E-book ทฤษฎีสีวรรณะร้อน



ภาพประกอบ 26 E-book ทฤษฎีสี
สามเหลี่ยมด้านเท่า



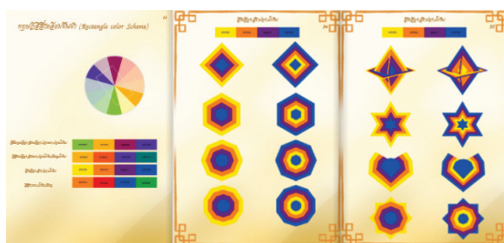
ภาพประกอบ 31 E-book ทฤษฎีสีวรรณะเย็น



ภาพประกอบ 27 E-book ทฤษฎีสี
สามเหลี่ยมด้านไม่เท่า



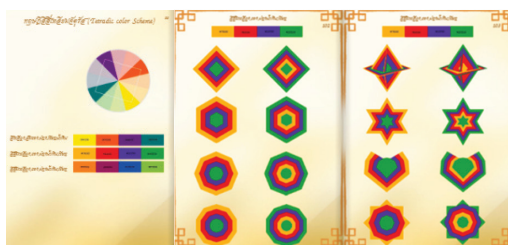
ภาพประกอบ 32 E-book ทฤษฎีสีทหสี



ภาพประกอบ 28 E-book ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า

6.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการ ประยุกต์ใช้ชุดสี กับการออกแบบโมเดล ลดลายรูปอีสาน 2 มิติ

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประยุกต์
ใช้ชุดสี กับการออกแบบโมเดลลดลายรูปอีสาน 2 มิติ
แสดงดังตาราง 1



ภาพประกอบ 29 E-book ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการออกแบบโมเดล

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
ด้านการออกแบบโมเดล	4.67	0.49	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ มีความเหมือนจริง	4.67	0.58	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ มีรูปแบบเฉพาะตัว	4.33	0.58	มาก
การจัดวางองค์ประกอบของโมเดลรูปอิสานมีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.33	0.58	มาก
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ ช่วยให้ลูกค้าเข้าใจรูปแบบของรูปอิสานแต่ละรูปแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ ช่วยให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านการเลือกใช้สี	5.00	0.00	มากที่สุด
การเลือกใช้ชุดสี โดยใช้หลักการใช้สีของโมเดลรูปอิสาน 2 มิติ มีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
ชุดสีช่วยให้ได้สีที่เหมาะสมกับโมเดลรูปอิสาน	5.00	0.00	มากที่สุด
การจัดชุดสีช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับโมเดลรูปอิสาน	5.00	0.00	มากที่สุด
ชุดสีที่นำมาใช้กับโมเดลรูปอิสาน มีความสวยงาม น่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
การนำไปใช้งาน	4.67	0.49	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ สามารถใช้สื่อสารให้ลูกค้าเห็นความหลากหลายของรูปแบบรูปอิสาน	4.67	0.58	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสาน 2 มิติ มีความเหมือนจริงสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้	5.00	0.00	มากที่สุด
โมเดลรูปอิสานและชุดสีสามารถถ่ายทอดรูปแบบจากความคิดออกมาเป็นผลงานที่ผู้อื่นสามารถมองเห็นหรือรับรู้ หรือสัมผัสได้	4.33	0.58	มาก
การเลือกชุดสีรูปอิสานเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.67	0.58	มากที่สุด
รวม	4.77	0.43	มากที่สุด

6. อภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ชุดสี กับการออกแบบโมเดลลวดลายรูปอิสาน 2 มิติ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบภาพ 2 มิติลวดลายรูปอิสาน ออกแบบชุดสีให้กับรูปอิสานแต่ละลวดลายรูปอิสาน และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดลภาพ 2 มิติลวดลายรูปอิสาน ชุดสีรูปอิสาน ส่วนของทฤษฎีที่ได้จำแนกเพื่อนำมาจับคู่ใช้กับลวดลายรูปอิสาน โดยได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลวดลายรูปอิสาน และทฤษฎี แนวคิด ทฤษฎีการใช้สีสอดคล้องกับทฤษฎีของ Promjeen

& Chaetnalao (2019) ได้กล่าวไว้ถึงเรื่องของโทนสี และสีทางจิตวิทยา ไปปรับใช้งานกับการทำวิจัย ส่วนของการจับคู่สี รวมถึงการนำเรื่องการออกแบบลวดลาย การวาดลวดลาย การหัดสี การออกแบบลวดลายรูปอิสาน มีความสอดคล้องกับงานรายงานวิจัยของ Pumahapinyo (2020) การออกแบบลวดลายสื่อถึงเอกลักษณ์เฉพาะตัว สะท้อนความเชื่อ ความผูกพันกับธรรมชาติได้

ประเด็นที่ 1 การประยุกต์ใช้ชุดสี กับการออกแบบโมเดลลวดลายรูปอิสาน 2 มิติ ได้

ออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติลวดลายธงอีสาน จาก ธงอีสาน 8 ลวดลายดังนี้ 1) ธงลาย 4 เหลี่ยม 2) ธงลาย 6 เหลี่ยม 3) ธงลาย 8 เหลี่ยม 4) ธงลาย 10 เหลี่ยม 5) ธง 3 มิติ 6) ธงลายดาวกระจาย 7) ธงลายโบโพธิ์ และ 8) ธงลายแก้วกมลา โดยได้จับกับ ทฤษฎีสีทั้งหมด 10 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีสีเดียว ทฤษฎีสีข้างเคียง ทฤษฎีสีคู่ตรงกัน ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านเท่า ทฤษฎีสีสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทฤษฎีสีสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทฤษฎีสีวรรณะร้อน ทฤษฎีสีวรรณะเย็น ทฤษฎีสีทึบสี นำรูปแบบ E-Book ไปประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งการออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติและการเลือกชุดสีช่วยให้ผู้ซื้อสามารถตัดสินใจซื้อสินค้าได้อย่างรวดเร็วและมั่นใจมากขึ้น โดยการออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติ ในรูปแบบของ E-Book จะช่วยให้ผู้ซื้อเห็นภาพรวมของสินค้าได้ชัดเจน และการเลือกชุดสีที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและเป็นเอกลักษณ์ให้กับสินค้านั้น ดังนั้น การออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติและการเลือกชุดสีเป็นสิ่งที่สำคัญในการตัดสินใจซื้อสินค้า สามารถสรุปผลจากการศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติ ลวดลาย และการจับชุดสีของธงอีสาน คือ

ผู้ประกอบการสามารถส่งตัวอย่างชุดสีลวดลายธงอีสานในรูปแบบ E-Book ให้กับลูกค้าเลือกสีที่ต้องการ ซึ่งการส่งตัวอย่างชุดสีลวดลายธงอีสานให้ลูกค้านั้นทำให้เกิดการตัดสินใจเลือกซื้อธงอีสานได้ง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ลูกค้าต้องการสั่งซื้อธงอีสานแบบโมบาย ลายโบโพธิ์ โดยเลือกใช้สี 2 สี หากกล่าวถึงสี 2 สี นั้น จัดอยู่ในทฤษฎีสีคู่ตรงข้าม ซึ่งลูกค้าสามารถที่จะดูตัวอย่างชุดสีและลวดลายธงอีสานตามที่ต้องการได้ เป็นต้น

จากการที่สำรวจผู้ประกอบการที่ประดิษฐ์ธงอีสานเพื่อจำหน่าย พบว่า ผู้ประกอบการบางท่านขาดความรู้ในเรื่องของการเลือกใช้สี การจับคู่สี โดยส่วนใหญ่จะเลือกตามใจชอบ หรือเลือกตามสีหมพรที่มีอยู่ เพราะมองว่าสวยและเข้ากัน พอประดิษฐ์

ออกมาแล้วพบว่าลูกค้าไม่เลือกซื้อธงอีสานเนื่องจากขาดความสวยงาม ส่งผลให้ไม่ได้จำหน่ายสินค้าค้างสต็อก ขาดสภาพคล่องในการจำหน่ายธงอีสาน

ประเด็นที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ชุดสีกับการออกแบบโมเดลลวดลายธงอีสาน 2 มิติ ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด คือ $\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.43 อยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการออกแบบโมเดล $\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.49 อยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการออกแบบโมเดล ที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด มีจำนวน 2 ข้อ คือ โมเดลธงอีสาน 2 มิติ ช่วยให้ลูกค้าเข้าใจรูปแบบของธงอีสานแต่ละรูปแบบและ โมเดลธงอีสาน 2 มิติ ช่วยให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น $\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการเลือกใช้สี $\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00 อยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ การเลือกใช้ชุดสีโดยใช้หลักการใช้สีของโมเดลธงอีสาน 2 มิติ มีความเหมาะสม, ชุดสีช่วยให้ได้สีที่เหมาะสมกับโมเดลธงอีสาน, การจัดชุดสีช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับโมเดลธงอีสาน และชุดสีที่นำมาใช้กับโมเดลธงอีสาน มีความสวยงาม น่าสนใจ

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการนำไปใช้งาน $\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.49 อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุดคือ โมเดลธงอีสาน 2 มิติ มีความเสมือนจริงสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ $\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการประเมินที่ได้แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ชุดสี กับการออกแบบโมเดลลวดลายธงอีสาน 2 มิติ การออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติและการเลือกชุดสีช่วยให้ผู้ซื้อสามารถตัดสินใจซื้อสินค้าได้อย่างรวดเร็วและมั่นใจมากขึ้น โดยการออกแบบโมเดลภาพ 2 มิติ ในรูปแบบของ E-book

จะช่วยให้ผู้ซื้อเห็นภาพรวมของสินค้าได้ชัดเจน และการเลือกชุดสีที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจ และเป็นเอกลักษณ์ให้กับสินค้านั้น ดังนั้นการออกแบบ โมเดลภาพ 2 มิติและการเลือกชุดสีเป็นสิ่งสำคัญ ในการตัดสินใจซื้อของผู้ซื้อ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้บริหารมหาวิทยาลัย ภาพสินธุ์ หน่วยงานราชการท้องถิ่น และคนในพื้นที่ ชุมชนอำเภอกมลาไสย และอำเภอยางตลาด จังหวัด ภาพสินธุ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้สัมภาษณ์ ทำให้ ได้รับข้อมูลที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้ สนับสนุน “ทุนอุดหนุนงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565” ในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Haller, K. (2020). *คู่มือสีแห่งชีวิต: การใช้จิตวิทยาของสีเพื่อเปลี่ยนชีวิตให้ดีขึ้น [The little book of colour: How to use the psychology of colour to transform your life]*. B2S. [In Thai]

Hearn, D., Baker, P., & Carithers, W. (2010). *Computer graphics with OpenGL* (4th ed.). Boston, MA: Pearson

Homchoomchung, A., & Namseethan, S. (2021). Thung: An ISAN culture and mind development. *Journal of MCU Ubon Review*, 6(3), 935-946. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/252723> [In Thai]

Kosum, S. (1997). *Color and its use in design*. Bangkok: Amarin Printing and Publishing. [In Thai]

Muakkul, M., Sangkarat, S., Ngaowan, N., & Thammawong, S. (2023). Pattern design and color of Teen Jok woven fabric, according to the identity of Chiang Rai province and Chiang Rai Rajabhat University style. *Journal of Social Academic*, 16(1), 35–51. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/social_crru/article/view/265231 [In Thai]

Pensasitorn, W. (2021). The colors reflect the graphic design personality to present the selling points of convenience goods. *Academic Journals Faculty of Architecture, KMITL*, 33(2), 159-174. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/archkmitl/article/view/253504> [In Thai]

Pumahapinyo, S. (2020). Pattern graphic design of printed fabric to present the identity of Phetchaburi Karen's woven fabric. *Journal of Humanities & Social Sciences Review*, 22(2), 100–121. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/hspbruacthjournal/article/view/252895>

Promjeen, W., & Chaetnalao, A. (2019). The use of light and color psychology to design and develop scenes. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences, and Arts)*, 12(6), 2521-2541. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/152907> [In Thai]

- Somnukton, P., & Wansuk, S. (2019). *การออกแบบลวดลายผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค Marbling Art [Product pattern design using marbling art techniques]* [Bachelor Thesis, Buriram Rajabhat University]. Retrieved February 1, 2023. Retrieved from <https://textile.bru.ac.th/wp-content/uploads/2021/10/เล่มวิจัย-สุนิษา-พฤษภา-2562.pdf> [In Thai]
- Suwanthada, P. (2012). *“Thung” Isan: The ceremonial flags of the Northeast Thailand*. Ubon Ratchathani: Siritham Offset. [In Thai]
- Thongpremjit, D. (2021). Souvenir design and exhibition booth development for Karen hill tribe of Banluang, Chomthong, Chiang Mai. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 13(1), 214-232. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/irdssru/article/view/249784> [In Thai]
- von Goethe, J. W. (1840). Goethe’s theory of colours (Eastlake, C. L. Trans.). London: John Murray. (Original work published in German) Retrieved October 18, 2017. Retrieved from <https://www.gutenberg.org/files/50572/50572-h/50572-h.htm>